Análisis Costo-Beneficio

PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y CONSERVACIÓN DE UNA RED CARRETERA LIBRE DE PEAJE, CON LONGITUD DE 1,637.8 KM, CON RESIDENCIA EN TEJUPILCO, IXTAPAN DE LA SAL Y TOLUCA

APP Caminos del Sur

Para el periodo 2020-2031

Página dejada en blanco intencionadamente

ÍNDICE

1 RESUMEN EJECUTIVO 7
1.1 PROBLEMÁTICA Y DESCRIPCIÓN 7
1.2 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA 9
1.3 HORIZONTE DE EVALUACIÓN, COSTOS Y BENEFICIOS 11
1.3.1 HORIZONTE DE EVALUACIÓN 11
1.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COSTOS DEL PROYECTO 11
1.3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PROYECTO 12
1.4 INDICADORES DE RENTABILIDAD 12
1.5 CONCLUSIONES 12
2 SITUACIÓN ACTUAL 13
2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL 13
2.1.1 SITUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO 20
2.1.1.1 POBLACIÓN MEXIQUENSE ATENDIDA 20
2.1.1.2 POBREZA Y POBREZA EXTREMA 20
2.1.1.3 ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH) 22
2.1.1.4 REZAGO SOCIAL 23
2.1.1.5 REZAGO EDUCATIVO 25
2.1.1.6 SERVICIOS PÚBLICOS 25
2.1.1.7 CONSIDERACIONES DE LA PROBLEMÁTICA ECONÓMICA Y SOCIAL 26
2.1.2 CONDICIONANTES CLIMATOLÓGICOS 27
2.2 INFORMACIÓN PREVIA 29
2.3 CATEGORIZACIÓN Y SEGMENTACIÓN 31
2.4 ESTADO GENERAL 36
2.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE 41
2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS 41
2.5.2 INVENTARIO Y AUSCULTACIÓN 52
2.5.3 CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO 57
2.5.4 CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO 58
2.5.5 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL 64
2.5.6 CONDICIÓN DEL DRENAJE 65
2.5.7 CONDICIÓN DE LOS TALUDES 67
2.5.8 CONDICIÓN DE LAS ESTRUCTURAS 69
2.6 ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL 73
2.6.1 TDPA SITUACIÓN ACTUAL 78
2.6.2 TDPA VEHÍCULOS PESADOS 78
2.7 INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA 79

2.7.1 NIVELES DE SERVICIO 79
2.7.2 COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR. 85
3 SITUACIÓN SIN EL PROYECTO 93
3.1 OPTIMIZACIONES 96
3.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA OPTIMIZADA 96
3.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA OPTIMIZADA. 126
3.4 INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA 129
3.4.1 NIVELES DE SERVICIO 129
3.4.2 COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR. 133
3.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 138
4 SITUACIÓN CON EL PROYECTO 144
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL 144
4.1.1 REHABILITACIÓN INICIAL 147
4.1.2 MANTENIMIENTO 149
4.2 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA 152
4.3 DIRECTRICES ESTABLECIDAS EN EL PRESUPUESTO DE EGRESOS DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO PARA EL EJERCICIO FISCAL 2019 155
4.4 FINANCIAMIENTO 157
4.5 LOCALIZACIÓN 158
4.6 SERVICIOS ESPECÍFICOS A CONTRATAR 165
4.6.1 ETAPA PREPARATORIA 165
4.6.2 ETAPA DE REHABILITACIÓN INICIAL 166
4.6.3 ETAPA DE CONSERVACIÓN 166
4.6.4 ETAPA DE DEVOLUCIÓN 167
4.6.5 REQUERIMIENTO DE ACTIVIDADES 167
4.6.6 OTROS REQUERIMIENTOS 169
4.7 CALENDARIO DE ACTIVIDADES 170
4.8 MONTO TOTAL DE INVERSIÓN 171
4.9 FINANCIAMIENTO 175
4.10 CAPACIDAD INSTALADA 176
4.11 METAS ANUALES 180
4.12 VIDA ÚTIL 189
4.13 DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES 194
4.14 PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN A APLICAR 195
4.14.1 PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN QUE SERÁ APLICADO. 195
4.14.2 ACTIVIDADES PREVIAS AL CONCURSO. 196
4.14.3 PUBLICACIÓN DE LA CONVOCATORIA Y VENTA DE BASES. 196
4.14.4 CONSULTAS O ACLARACIONES 198

4.14.5 REGISTRO DE PARTICIPANTES 199
4.14.6 PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS. 199
4.14.7 EVALUACIÓN DE PROPUESTAS. 201
4.14.8 FALLO 203
4.14.9 ACTOS POSTERIORES AL FALLO DE LA LICITACIÓN O CONCURSO. 204
4.15 ELEMENTOS FORMALES DEL MODELO DE CONTRATO DE INVERSIÓN PÚBLICA A LARGO PLAZO 205
4.15.1 OBJETO. 205
4.15.2 CONTRAPRESTACIÓN Y CONDICIONES DE PAGO. 205
4.15.3 VIGENCIA O PLAZO. 205
4.15.4 MONTO DE LA INVERSIÓN. 205
4.15.5 AJUSTES FINANCIEROS. 206
4.15.6 METODOLOGÍA DE COMPROBACIÓN DE INCREMENTO DE COSTOS. 206
4.15.7 FINANCIAMIENTO. 206
4.15.8 CESIÓN. 206
4.15.9 RIESGOS DEL DESARROLLADOR. 206
4.15.10 RIESGOS DE LA UNIDAD CONTRATANTE. 206
4.15.11 SEGUROS. 206
4.15.12 GARANTÍA DE PAGO. 207
4.15.13 GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO. 207
4.15.14 APORTACIONES AL FONDO DE SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN 207
4.15.15 INTERVENCIÓN 207
4.15.16 TERMINACIÓN ANTICIPADA Y RESCISIÓN. 207
4.15.17 MODIFICACIÓN. 208
4.15.18 REVERSIÓN Y DESTINO DE LOS BIENES. 208
4.15.19 SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS. 208
4.15.20 SUBCONTRATACIÓN 208
4.15.21 DERECHOS DEL DESARROLLADOR 208
4.15.22 OBLIGACIONES DEL DESARROLLADOR 209
4.16 GARANTÍA ESTATAL 209
4.17 ANÁLISIS DE LA OFERTA 210
4.18 ANÁLISIS DE LA DEMANDA 238
4.19 INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA 242
4.19.1 COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR. 242
5 EVALUACIÓN DEL PROYECTO 248
5.1 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO 248
5.1.1 ETAPA DE REHABILITACIÓN INICIAL 248
5.1.2 ETAPA DE MANTENIMIENTO 250
5.2 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO 252

5.2.1 AHORROS EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) 253
5.2.2 AHORROS EN TIEMPO DE RECORRIDO 253
5.2.3 BENEFICIOS TOTALES 254
5.3 CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD 256
5.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 256
5.5 ANÁLISIS DE RIESGO 257
5.5.1 MITIGANTES 259
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 265
7 ANEXOS 266
8 BIBLIOGRAFÍA 267

1 RESUMEN EJECUTIVO

1.1 PROBLEMÁTICA Y DESCRIPCIÓN

La infraestructura de transporte es fundamental para lograr un desarrollo humano sustentable, con un crecimiento dinámico de la economía, con generación de los empleos que requiere la sociedad y que propicie mayor equidad con reducción de la pobreza y fomento del bienestar. Así, el crecimiento de la economía y la prestación misma de los servicios esenciales serían impensables sin una adecuada infraestructura de transporte, herramienta fundamental para incrementar la eficiencia y la competitividad de la economía, así como para reducir desequilibrios regionales y combatir la pobreza.

Alineado con ello, se deben adoptar políticas públicas para incrementar la cobertura geográfica y social de la infraestructura, promoviendo el acceso universal a los servicios; mejorar su calidad y eficiencia, reducir el impacto en el medio ambiente e incrementar sus niveles de seguridad.

Así, la red carretera es en sí misma motor de la actividad económica y social, en virtud de que promueve la integración de regiones y mercados, incrementa la productividad de la economía al reducir costos de producción y distribución, impulsa la competitividad de sectores estratégicos, al tiempo que es un generador directo de empleos productivos. Asimismo, es un instrumento eficaz para impulsar el desarrollo social y disminuir la desigualdad, ya que además de generar crecimiento económico, por sus caminos llegan bienes y servicios básicos como educación, salud y comunicaciones a las zonas de menor desarrollo.

Por ello, la infraestructura de transporte constituye, en sí misma, una fuerza fundamental de cambio social, no sólo al ampliar la cobertura y accesibilidad de los servicios tradicionales y de valor agregado, sino al promover el desarrollo humano sustentable.

La infraestructura carretera moviliza una parte importante de la carga comercial y los pasajeros transportados en el Estado de México, por lo que es estratégico el contar con un tejido viario que garantice la conectividad hacia los centros de producción, que considere la preservación del patrimonio vial mediante el mejoramiento del estado físico de la red y que provea una adecuada accesibilidad a comunidades aisladas.

A la hora de abordar el problema, es necesario aplicar una visión integral, que incluya no solo los principales ejes carreteros, sino también los tramos de la red básica que constituyen los enlaces prioritarios al interior de las regiones, incluyendo los caminos rurales que permiten la accesibilidad última a las diferentes comunidades, en especial a las más alejadas de los centros urbanos, con el objetivo último de lograr un sistema carretero más dinámico e integrado.

En esta concepción global de la red es importante mantener los caminos que por su importancia social no son rentables financieramente, pero necesarios para comunicar a las zonas más apartadas de los grandes centros urbanos. Con estas acciones, dichas poblaciones tendrán el acceso a los servicios básicos como la educación, salud, seguridad y, por lo tanto, tendrán mayores oportunidades de desarrollo.

Los municipios por los que se extiende la red son los siguientes:

Tabla 1. Municipios por Residencia

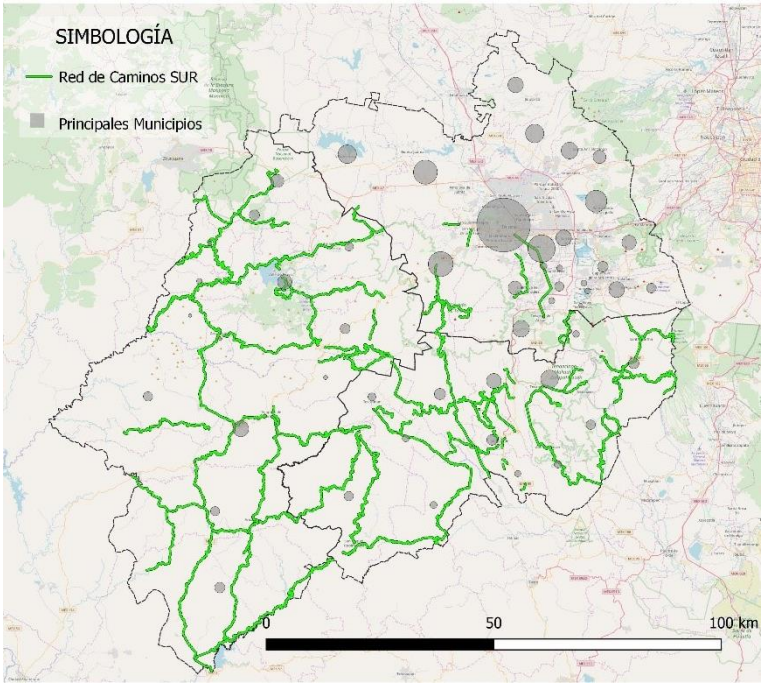
Municipios del Estado de México		
Ixtapan de la Sal	**Tejupilco**	**Toluca**
• Almoloya de Alquisiras	• Amanalco	• Almoloya de Juárez
• Amatepec	• Amatepec	• Calimaya
• Coatepec de las Harinas	• Donato Guerra	• Joquicingo
• Ixtapan de la Sal	• Ixtapan del Oro	• Metepec
• Joquicingo	• Luvianos	• Mexicaltzingo
• Malinalco	• Otzoloapan	• Rayón
• Ocuilan	• San Simón de Guerrero	• San Antonio La Isla
• Sultepec	• Santo Tomás	• Temascaltepec
• Temascaltepec	• Sultepec	• Tenango del Valle
• Tenancingo	• Tejupilco	• Toluca
• Tenango del Valle	• Temascaltepec	• Zinacatepec
• Texcaltitlan	• Texcaltitlán	
• Tonatico	• Tlatlaya	
• Villa Guerrero	• Valle de Bravo	
• Zacualpan	• Villa Allende	
• Zinacantepec	• Villa Victoria	
• Zumpahuacán	• Zacazonapan	

Fuente: Elaboración Propia

Estos municipios presentan medias sensiblemente desfavorables respecto a las medias del estado en desarrollo, pobreza, pobreza extrema, índice de desarrollo humano, rezago social, rezago educativo y disponibilidad de servicios públicos.

Una parte importante del rezago de la zona sur en su conjunto se debe al bajo nivel de inversión que se ha realizado en el pasado. La solución a esta problemática debe incluir una mejora integral en las vialidades que comunican las comunidades de la zona sur del estado entre sí y, de manera muy relevante, mejorar la infraestructura vial que comunica a la zona sur con los municipios del centro del estado, como son Toluca y Metepec, ya que un factor fundamental para impulsar el desarrollo de la zona sur es promover su mayor integración con la zona centro, que presenta mayores niveles de desarrollo económico y social.

Figura 1: Red de caminos del sur y su relación con los principales núcleos de población.



Fuente: Elaboración Propia.
(Nota: el tamaño del círculo es proporcional al número de habitantes)

1.2 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA

El Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 establece como objetivo hacer del Estado de México una potencia del siglo XXI que, con base en la innovación y el conocimiento, transforme sus actividades sociales, productivas e institucionales para convertirse en un modelo de desarrollo justo, plural, incluyente, equitativo, solidario y con sentido social. El Plan representa la hoja de ruta del Gobierno del Estado de México y fue elaborado a partir del trabajo conjunto del Gobierno estatal, los ayuntamientos y los principales segmentos de la sociedad, mediante distintos mecanismos e instrumentos de participación social.

Dentro del Pilar Económico, el Plan destaca como una de las prioridades del Gobierno del Estado de México el acelerar la transformación económica para consolidar la productividad y la competitividad, propiciando condiciones que generen un desarrollo que permita mejorar la conectividad entre regiones y ciudades para consolidarse como el centro logístico del país. En este sentido, la infraestructura es susceptible de ampliar la frontera productiva y la industrialización del estado. Dentro de esto se reconoce que, con relación al estado físico actual de la Red Estatal Libre de Peaje, el 20% de los caminos (856.33 km) se encuentran en buenas condiciones, el 50% (2,163.33 km) en condiciones regulares y el 30% (1,298 km) en malas condiciones. Estos últimos segmentos se ubican en los municipios aledaños a las zonas metropolitanas y los caminos del sur de la entidad. Así, se detecta la necesidad de mejorar las condiciones de las carreteras y vialidades en varias zonas de la entidad con el objetivo de ofrecer mejores condiciones para el desarrollo industrial, comercial, turístico y de servicios. Se plantea también que para migrar la red carretera a buenas condiciones se requiere de inversiones importantes, por lo que es necesario buscar esquemas financieros de vanguardia.

Para lograr el objetivo de ser el centro logístico del país, se requiere de la ampliación, modernización y mantenimiento adecuado de la infraestructura con visión de largo plazo. Además, se plantea también ofrecer más y mejores carreteras que respondan a las necesidades de la población mexiquense dentro de un ambiente seguro, confortable, sustentable y global, para ofrecer mayor y mejor movilidad y conectividad.

En alineación con estas metas y objetivos dentro del Pilar Económico del Plan, se propone el Proyecto de rehabilitación y conservación de una red carretera libre de peaje, con longitud de 1,637.8 KM, con residencia en

Tejupilco, Ixtapan de la Sal y Toluca. Este proyecto, si bien es ambicioso por la extensión y condiciones de la red, supone una estrategia importante para alcanzar las metas establecidas en el Plan. Además, se alinea con una visión de largo plazo para mejorar la movilidad y, así, contribuir al incremento de la productividad y al combate del rezago social en las zonas más vulnerables del estado.

El Proyecto está alineado con los objetivos y metas de los planes sectoriales de desarrollo. En específico, atiende a la estrategia de "Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad" y a la de "Modernizar, ampliar y dar mantenimiento a la infraestructura". Asimismo, corresponde a las distintas líneas de acciones consistentes con estas metas como se muestra en la siguiente imagen obtenida del Plan.

Tabla 2. . Alineación Estratégica.

	Vinculación con las metas de la Agenda 2030	
	Contribución directa	Contribución indirecta
2.5.2. ESTRATEGIA: Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad.	9.1 11.2	9.a

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, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura carretera.
- Gestionar la construcción de distribuidores viales, puentes vehiculares y puentes peatonales en vías con mayor conflicto vial.
- Realizar acciones para disminuir el índice de accidentes en la Infraestructura Vial Primaria.
- 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.
- Migrar a estándares de calidad de la red carretera que se atiende bajo el esquema de los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS).

	Vinculación con las metas de la Agenda 2030	
	Contribución directa	Contribución indirecta
2.5.3. ESTRATEGIA: Modernizar, ampliar y dar mantenimiento a la infraestructura.	9.1 9.2	9.a

Líneas de Acción

- Desarrollar un programa con la participación de los sectores público y privado para la rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial, de parques y zonas industriales.
- Impulsar el desarrollo de sistemas logísticos de transporte relacionados con la industria.
- Coordinar trabajos con los gobiernos federal y municipal para rehabilitar las vialidades internas más utilizadas para el transporte de materiales y productos, así como para la implantación de medidas en materia de seguridad para reducir los accidentes de unidades de transporte de mercancías.
- Establecer mecanismos de comunicación y colaboración entre las empresas y las instituciones públicas encargadas de la seguridad en los tres órdenes de gobierno.
- Definir la ubicación regional de polos de innovación para la instalación de industrias estratégicas y propiciar el desarrollo de la infraestructura que requiere para establecerse en la entidad.
- Mejorar la infraestructura de movilidad y conectividad para el desarrollo de los sectores industriales.

Fuente: Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023

1.3 HORIZONTE DE EVALUACIÓN, COSTOS Y BENEFICIOS

1.3.1 HORIZONTE DE EVALUACIÓN

El horizonte de evaluación del proyecto es de 12 años. Se considera una Rehabilitación Inicial (inversión) en la cual durante los primeros dos años del proyecto se rehabilitan progresivamente los tramos, y un periodo de operación (conservación y mantenimiento) que inicia para cada segmento una vez concluida la Rehabilitación Inicial del mismo y finaliza al terminar el proyecto.

Debido a que la Rehabilitación Inicial se desarrolla simultáneamente en varios tramos, algunos de ellos quedan terminados antes de finalizar el periodo de inversión (primeros dos años). Algunos tramos se terminan de rehabilitar durante el primer año del proyecto y empiezan a generar beneficios desde este periodo. Asimismo, durante el segundo año hay una activación progresiva de tramos y, por lo tanto, también empiezan a generar beneficios en este año.

1.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COSTOS DEL PROYECTO

Los costos de Rehabilitación Inicial y los de mantenimiento para el proyecto se estimaron a partir del proyecto básico realizado utilizando el modelo de gestión vial HDM-4. El monto de inversión por Rehabilitación Inicial es de 4,665.5 millones de pesos de 2019 en flujos corrientes. Por otro lado, el monto de mantenimiento a lo largo de todo el proyecto es de 4,203.5 millones de pesos de 2019 en flujos corrientes. Así, el costo total del proyecto es de 8,869.0 millones de pesos de 2019.

Estos costos se dividen por capítulo y tipo de camino de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.. Costo de Inversión.

INVERSIÓN DEL PROYECTO								
REHABILITACIÓN INICIAL	**CAMINOS TIPO A**		**CAMINOS TIPO B**		**CAMINOS TIPO C**		**TOTAL**	
PAVIMENTOS	$ 2,015,836,783.95	89.91 %	$ 1,912,474,031.46	86.02 %	$ 190,535,353.99	95.28 %	$ 4,118,846,171.16	88.28 %
TALUDES	$ 87,628,376.87	3.91%	$ 104,681,376.75	4.71%	$ 1,892,929.20	0.95%	$ 194,202,682.91	4.16%
ESTRUCTURAS	$ 5,015,255.25	0.22%	$ 4,307,859.58	0.19%	$ 1,860,874.80	0.93%	$ 11,183,989.63	0.24%
OBRAS DE DRENAJE	$ 54,191,754.06	2.42%	$ 84,366,263.57	3.79%	$ 3,312,626.11	1.66%	$ 141,870,643.80	3.04%
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	$ 56,118,453.36	2.50%	$ 89,677,057.59	4.03%	$ 946,464.60	0.47%	$ 146,741,975.62	3.15%
LIMPIEZA DE CALZADA Y FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VÍA	$ 23,330,739.21	1.04%	$ 27,874,107.61	1.25%	$ 1,419,696.90	0.71%	$ 52,624,543.74	1.13%
TOTAL REHABILITACIÓN INICIAL	**$ 2,242,121,362.70**		**$ 2,223,380,696.56**		**$ 199,967,945.60**		**$ 4,665,470,006.86**	
MANTENIMIENTO	**CAMINOS TIPO A**		**CAMINOS TIPO B**		**CAMINOS TIPO C**		**TOTAL**	
PAVIMENTOS	$ 1,003,460,212.78	51.97 %	$ 380,355,300.87	31.19 %	$ 733,950,142.71	69.69 %	$ 2,117,765,657.19	50.38 %
TALUDES	$ 143,052,067.60	7.41%	$ 154,137,437.43	12.64 %	$ 81,649,112.15	7.75%	$ 378,838,617.38	9.01%
ESTRUCTURAS	$ 4,956,798.01	0.26%	$ 13,134,321.14	1.08%	$ -	0.00%	$ 18,091,119.16	0.43%
OBRAS DE DRENAJE	$ 244,937,339.50	12.69 %	$ 287,422,559.66	23.57 %	$ 129,931,094.79	12.34 %	$ 662,290,994.32	15.76 %
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	$ 225,148,392.55	11.66 %	$ 128,406,289.90	10.53 %	$ 63,722,542.95	6.05%	$ 417,277,225.61	9.93%
LIMPIEZA DE CALZADA Y FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VÍA	$ 225,005,496.86	11.65 %	$ 187,364,399.78	15.36 %	$ 5,686,496.38	0.54%	$ 418,056,393.28	9.95%
SERVICIOS DE VIALIDAD	$ 84,135,744.10	4.36%	$ 68,838,336.00	5.64%	$ 38,243,520.00	3.63%	$ 191,217,600.20	4.55%
TOTAL MANTENIMIENTO	**$ 1,930,696,051.39**		**$ 1,219,658,644.78**		**$ 1,053,182,908.98**		**$ 4,203,537,607.15**	

Tabla 4. . Elaboración Propia.

El detalle de conceptos, cantidades, unidades de medida, y precios considerados para esta valoración se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en los apartados:

3) Análisis de Intervenciones

4) Programas Calendarizados de Referencia y

5)Análisis de Costos.

1.3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PROYECTO

Para fines del análisis costo-beneficio, sólo se cuantifican los beneficios que genera el Proyecto por ahorros en Costos de Operación Vehicular (COV) y Valor en Tiempo de Recorrido. Esto siguiendo las prácticas estándares en la evaluación social de proyectos de este tipo. Sin embargo, existen potenciales beneficios no cuantificables, en particular las mejoras en la conectividad derivadas del Proyecto podrían tener importantes implicaciones en la productividad de la zona y contribuirían a combatir el rezago económico y social de la zona sur del estado.

Los beneficios por COV y valor del tiempo son 17,409.6 millones de pesos 2019 en flujos corrientes y 8,720.8 millones de pesos en valor presente (utilizando la tasa de descuento social de 10%).

1.4 INDICADORES DE RENTABILIDAD

Se estima que el proyecto sería socialmente rentable de acuerdo con los siguientes indicadores:

Tabla 5. Indicadores de rentabilidad

Indicadores de rentabilidad	
Valor Presente Neto (VPN) (Millones de pesos de 2019)	3,436.5
Tasa Interna de Retorno (TIR)	22.2%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	10.3%

Fuente: Elaboración Propia.

1.5 CONCLUSIONES

Los indicadores de rentabilidad muestran que el proyecto es económicamente rentable, y que generará una mejora significativa en la calidad del servicio proveído a los usuarios. Los beneficios generados impulsarán tanto el desarrollo social como económico de la zona sur del estado, que es una de las que presenta mayor rezago. Además de estos beneficios cuantificables, el Proyecto cumple con las exigencias establecidas por el Gobierno del Estado de México y está alineado con el Plan de Desarrollo.

2 SITUACIÓN ACTUAL

2.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La Red de Caminos del Sur, como articuladora del territorio de la zona Sur-Suroeste del Estado, presenta una estructura reticular articulada en torno a varios corredores principales que, de modo radial, resuelven la conectividad con la zona centro del Estado (Toluca-Metepec), en la que se encuentran los principales centros de consumo y la más extensa oferta de servicios.

Tabla 6. Relación de grupo de carreteras y su longitud total.

RESIDENCIA	CAMINOS	KILÓMETROS
Ixtapan	41	705.6
Tejupilco	33	840.1
Toluca	8	92.1
Total	**82**	**1,637.8**

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de la Junta de Caminos

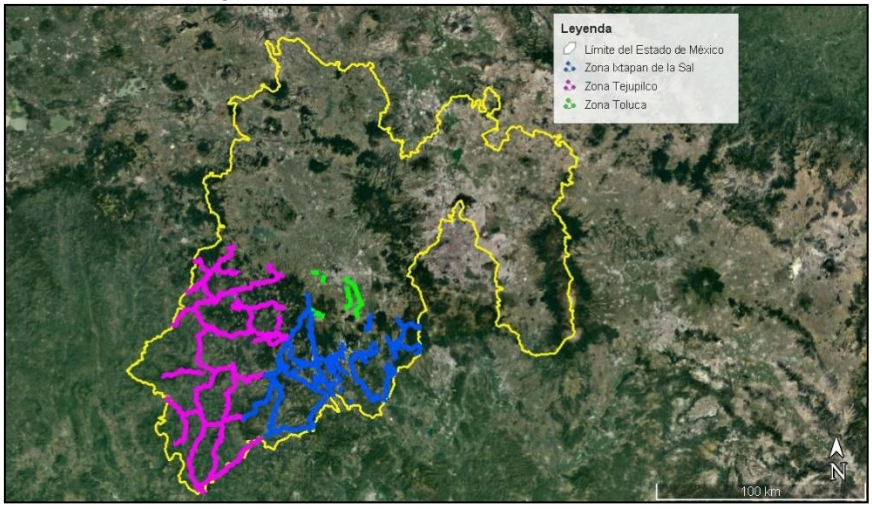
La residencia de Tejupilco es la que más longitud aporta a la red, está compuesta por 33 caminos con una longitud total de 840.10 km, los cuales representan el 51% de la red.

La residencia de Ixtapan está compuesta por 41 caminos con una longitud total de 705.55 km, estos representan el 43% de la red.

Los caminos de la residencia de Toluca suman un total de 92.10 km a lo largo de sus 8 caminos, a esta residencia corresponde el 6% de la red.

La importancia de la red de caminos del sur no se limita a su extensión, sino que proviene fundamentalmente de su papel como garante de la movilidad, pues conecta a la población de los municipios del sur del Estado con las vías de alta capacidad, y juega un papel primordial en la accesibilidad a un gran número de equipamientos municipales y áreas de interés turístico, así como a los centros administrativos y económicos sitos en la capital del Estado y su área conurbada.

Figura 2: Ubicación de la red de caminos del sur



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de la Junta de Caminos

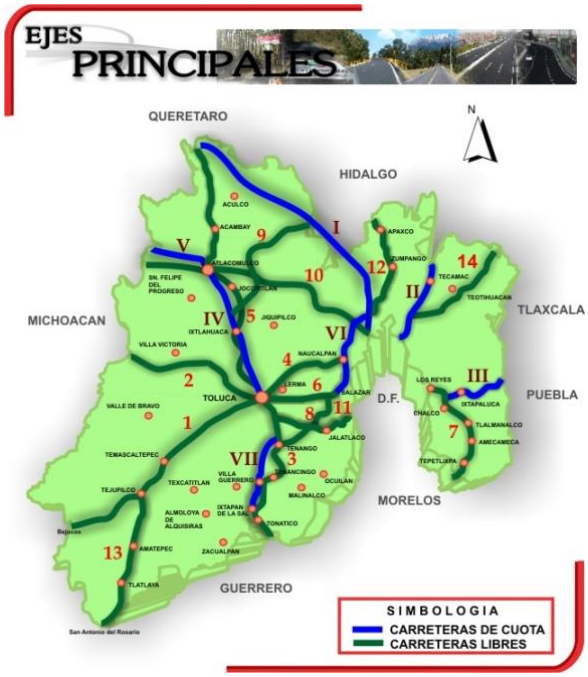
Los caminos que se encuentran a cargo de la administración de la Junta Local de Caminos del Estado de México mantienen una relevancia en la comunicación y el mantenimiento de esquemas de mercado entre municipios a nivel nacional y estatal, pues estos caminos, a diferencia de los caminos que mantienen un esquema tarifario para el usuario, recorren una red que circula a través de diferentes localidades tomando en cuenta los asentamientos poblacionales de mayor relevancia, y también municipios y poblados con menor cantidad de habitantes, fomentando un mercado de desarrollo importante para las poblaciones que mantienen una lejanía considerable con las principales ciudades estatales.

La Red de Caminos del Sur, como articuladora del territorio de la zona Sur-Suroeste del Estado, presenta una estructura reticular articulada en torno a varios corredores principales que, de modo radial, resuelven la conectividad con la zona centro del Estado (Toluca-Metepec), en la que se encuentran los principales centros de consumo y la más extensa oferta de servicios.

Los ejes principales son, de Norte a Sur:

- La ruta Toluca-Morelia, conformada por la carretera Federal MEX-015, complementada por la autopista de cuota Toluca-Zitácuaro y su Ramal a Valle de Bravo
- La carretera Federal MEX-134 Toluca-Ciudad Altamirano, que comunica la capital estatal con Tejupilco y el sur del Estado de Michoacán
- La ruta Toluca-Xixintla, que incluye la carretera estatal Toluca-Metepec-Tenango y la carretera Federal MEX-055 entre Tenango, Tenancingo e Ixtapan, continuando al Estado de Guerrero, y complementada con la autopista estatal de cuota Toluca-Ixtapan de la Sal

Figura 3: Ejes Principales de la Red Carretera del Estado de México



Fuente: (http://jcem.edomex.gob.mx)

En estos ejes principales confluyen carreteras alimentadoras que vertebran las subregiones entre los ejes principales y que a su vez se ramifican en caminos rurales que garantizan la accesibilidad a las comunidades más alejadas de los centros productivos. De este modo, se articula el esquema reticular que, funcionando como un sistema único, permite las conexiones entre las zonas rurales menos desarrolladas y los centros administrativos del Estado.

La distribución de los tramos objeto de estudio por residencia es la siguiente:

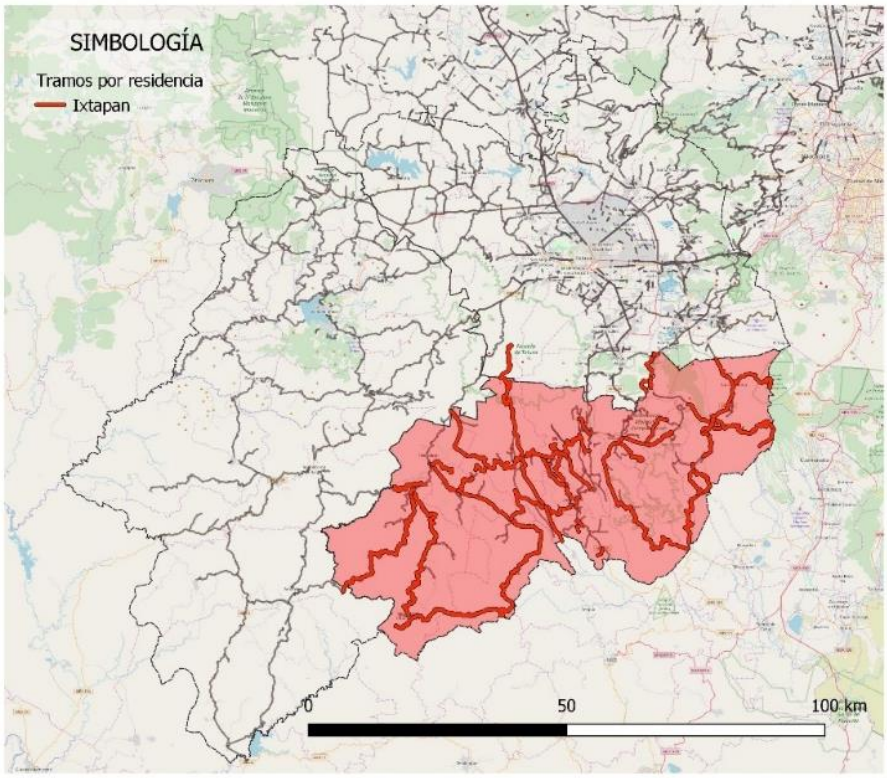
Tabla 7. Tramos en Ixtapan

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)
1	IX6204	Libramiento Ixtapan de la Sal	2.52
2	IX6209	Libramiento de Tonatico	1.9
3	IX0123	Tonatico-El Salto	1.2
4	IX0114	Km. 95.0 (Tonatico-Taxco)-Grutas de la Estrella	2
5	IX0130	Ixtapan-Plan de San Miguel	3.4
6	IX0175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa	17
7	IX0141	Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac	8.1
8	IX0113	San Alejo-Limites Edo. de México/Guerrero (Pilcaya)	8
9	IX0108	San Alejo-Puente de Los Sabinos	16.1
10	IX1141	Coatepec Harinas-Totolmajac	12.8
11	IX0136	Porfirio Díaz-El Carmen	5.3
12	IX1130	Plan de San Miguel-Porfirio Díaz	7.9
13	IX0142	Km. 60.5 (Tenancingo-Villa Guerrero)-Zacango-Totolmajac	18.6
14	IX3206	Km. 58.0 (Tenancingo-Villa Guerrero)-San Miguel	4.5
15	IX0390	Coatepec Harinas-Nevado de Toluca	38
16	IX0099	Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal	57.7
17	IX0098	Chiltepec-Las Vueltas	5
18	IX0092	Km 47.0 (Zinacantepec - Sultepec)- Almoloya de Alquisiras-Zacualpan.	43
19	IX0001	San Antonio del Rosario-Zacualpan	51.4
20	IX0097	Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca	7.2
21	IX1098	Almoloya de Alquisiras-Las Mesas	6.5
22	IX0152	Tenancingo-Teneria-Tecomatlán-San Simón El Alto	12.1
23	IX0154	Tenería-San Nicolás	7.6
24	IX0159	Tenancingo-EL Carmen	8.6
25	IX0166	Tenancingo-Zumpahuacán-San Gaspar- Limites Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	44.3
26	IX1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco	18.5
27	IX1463	Km. 5.7 (Jajalpa-San Francisco Tepexoxuca)-Joquicingo	3
28	IX6207	Libramiento de Techuchulco	1.23
29	IX0185	Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	29.5
30	IX0189	Puente Caporal-Tepehuajes-E. C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolas Bravo)	6.6
31	IX0200	Santiago Tianguistenco-Chalma	30.2
32	IX0198	Km. 19.8 (México-Chalma)-Laguas de Zempoala (Limites Edo. de México/Morelos)	15
33	IX0193	Km. 29.2 (México-Chalma)- Limites Edo. de México/Morelos (Cuernavaca)	25.7
34	IX0194	Km. 24.6 (Ocuilan-Cuernavaca)-Tlatempan-Ahuatenco	10.1
35	IX0192	Km. 31.3 (México-Chalma)-Ocuilan-E. C. (Cuernavaca)	4.2
36	IX6208	Libramiento del Ahuehuete	1.2
37	IX0196	Santa Mónica-Santa Cruz Tezontepec	7.1

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)
38	IX0036	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya.(Parcial)	106
39	IX1033	Libramiento de Sultepec	3.6
40	IX0033	Amatepec-La Goleta-Sultepec	43.1
41	IX0057	Km. 53.4 (Zinacantepec-Sultepec)-E.C. (Tejupilco-Amatepec)	9.8

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de la Junta de Caminos.

Figura 4: Red de caminos en Ixtapan.



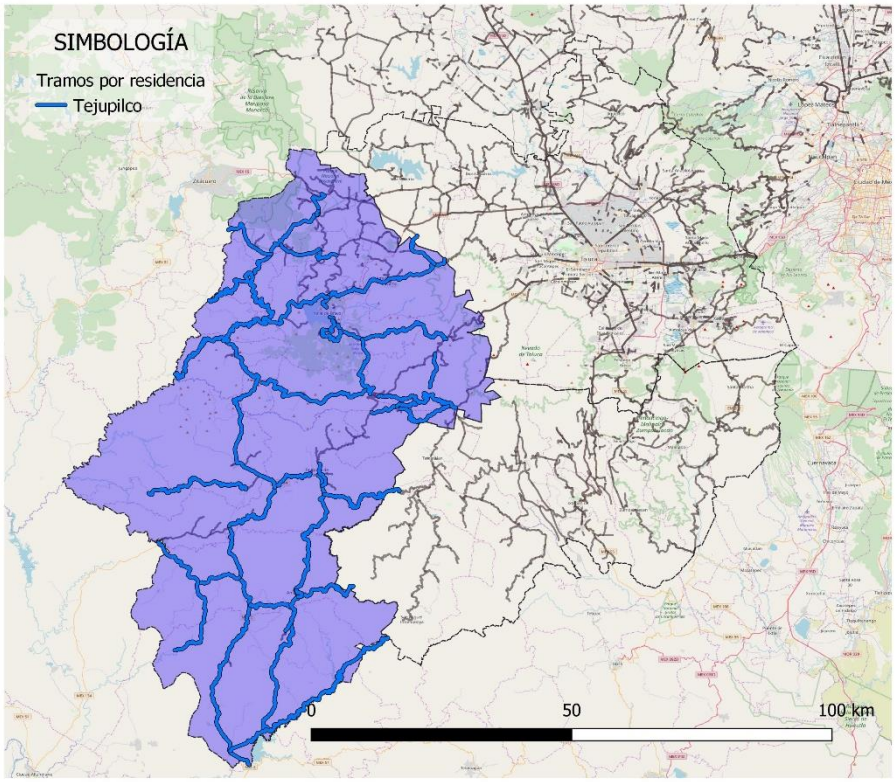
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8. Tramos en Tejupilco

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)
42	TE0001	San Antonio del Rosario-Zacualpan	65.2
43	TE0002	Km.133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo -San Pedro Limón-Lím. Méx./Gro.	65
44	TE0045	Km. 103.5 (Toluca-Cd. Altamirano) El Estanco-El Corupo	37.4
45	TE0046	El Salitre-Nanchititla	31.1
46	TE0050	Zuluapan-Zacazonapan-Luvianos-Cuadrilla de López.	50.2
47	TE3049	Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx./Mich.	70
48	TE0250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo	36.5
49	TE0338	Km. 36.4 (Toluca-Valle de Bravo)-Turcio	8.8
50	TE3048	San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Mex/Mich	46
51	TE1016	Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) Chirimoyo-San Juan Xoconusco-El Capulín-Llano, Redondo-Lím. Méx./Mich.	14.5
52	TE1374	Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) Donato Guerra	8.8
53	TE00374	El Salitre-Nanchititla Km.17.0 (Monumento-Valle de Bravo) Donato Guerra	6.8
54	TE0376	Km. 63.5 (Toluca-Morelia) - Ixtapan del Oro.	31.5
55	TE1376	Libramiento San José Villa de Allende	1.1
56	TE0004	Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyacan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan)	33.3
57	TE0024	Puerto Frio-Cerro del Campo	12.3
58	TE0031	Km. 12.1 (El Grupo Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico.	10.4
59	TE0017	Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande.	36.9
60	TE3032	Libramiento de Amatepec	2.9
61	TE0033	Amatepec-La Goleta-Sultepec.	18
62	TE0032	Tejupilco-Amatepec-Tlatlaya	49.2
63	TE0057	km. 53.4 / (La Puerta-Sultepec)-E. Km.5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)	26
64	TE1063	Libramiento de Tejupilco	5.9
65	TE0076	Km.76.3 (Toluca-Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero	6.1
66	TE1076	San Simón de Guerrero-Las Juntas	21
67	TE6019	San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama.	7
68	TE0081	Km. 45.7 (Toluca-Cd. Altamirano) Tequesquipan.	7.9
69	TE6023	Temascaltepec-Las Juntas	27.5
70	TE0071	Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec) San Pedro Tenayac - Zacazonapan	33.6
71	TE0086	El Fresno-Temascaltepec	17.8
72	TE0087	Km.30.8 (Valle de Bravo-San Francisco de los Ranchos) Circuito Avándaro	10.6
73	TE3054	Acceso Avándaro	4.5
74	TE0083	Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano) Valle de Bravo	36.3

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de la Junta de Caminos.

Figura 5: Red de caminos en Tejupilco



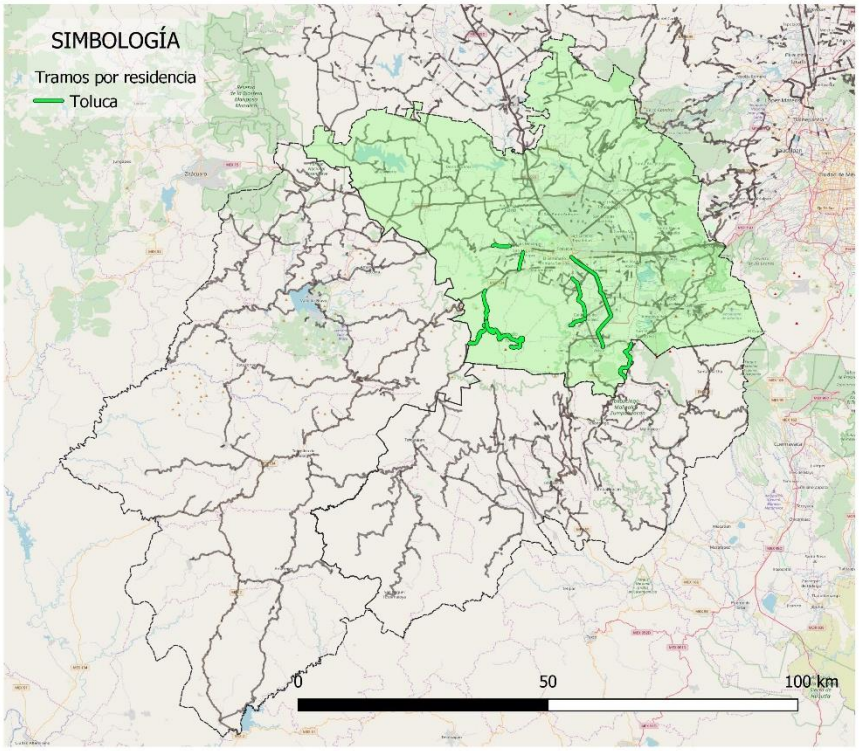
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9. Tramos en Toluca.

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)
75	TL0036	La Puerta Sultepec-San Miguel Totolmaloya	17.5
76	TL0306	Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca	20
77	TL0245	Km. 10.1 (Toluca-Temascaltepec) Zinacantepec	3.8
78	TL0250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo	3.5
79	TL8002	Calimaya-San Felipe Tlalmimilolpan	9
80	TL0211	Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza	3.8
81	TL0337	Toluca-Metepec-Tenango del Valle. CUERPO A	23.5
82	TL1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento	11

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de la Junta de Caminos.

Figura 6: Red de caminos en Toluca



Fuente: Elaboración Propia.

2.1.1 SITUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

La zona sur del Estado de México presenta en su conjunto importantes niveles de rezago social y económico. Los indicadores de pobreza y de pobreza extrema son sumamente elevados, y se encuentran significativamente por encima del promedio del estado en su conjunto.

Inclusive, existen indicadores internacionales como el Índice de Desarrollo Humano (IDH) calculado por la ONU que muestra que, de los veinte municipios del Estado de México con niveles de mayor rezago en el IDH, quince se ubican en la zona de estudio.

2.1.1.1 POBLACIÓN MEXIQUENSE ATENDIDA

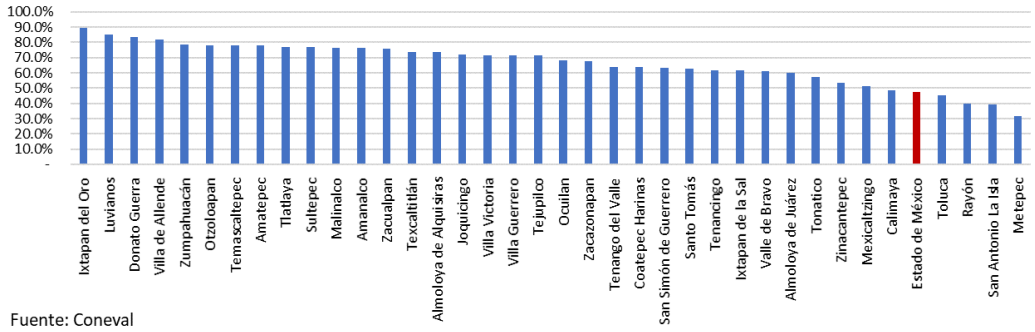
La población de los municipios incluidos en la zona de estudio es de 2.62 millones de personas es decir el 15.5% de la población total del estado (datos a 2015).[1]

2.1.1.2 POBREZA Y POBREZA EXTREMA

De acuerdo con datos del Consejo Nacional de Evaluación de Política de Desarrollo Social (Coneval) para 2015, el Estado de México tenía 8,054,073 personas viviendo en situación de pobreza.

Por su parte, los municipios en la zona sur suman una población en pobreza de 1,451,741 personas (18% del total de personas en pobreza en el estado). Esto implica que el 47.6% de la población de la zona sur estaba en 2015 en situación de pobreza, porcentaje bajo si se compara con algunos de los municipios considerados. Por ejemplo, en Ixtapan del Oro el 89.2% de la población vivía en pobreza, en Luvianos el 84.9%, en Donato Guerra el 84.9%.

Gráfica 1.1.1.2.1 Porcentaje de la población en situación de pobreza (2015) en los municipios atendidos por el proyecto

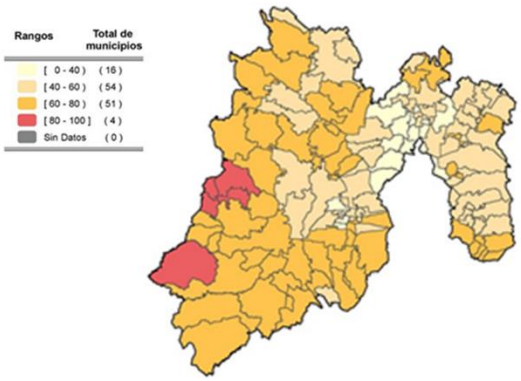


Fuente: Coneval

En el siguiente mapa se aprecia que la pobreza es también un fenómeno regional. La pobreza en el Estado de México se concentra en las zonas sur y oriental del territorio, por donde pasa principalmente la red carretera objeto de análisis.

[1] -, "Indicadores de pobreza por entidad federativa", Coneval, archivo Excel, 2017.

Figura 7. Porcentaje de la población en situación de pobreza,

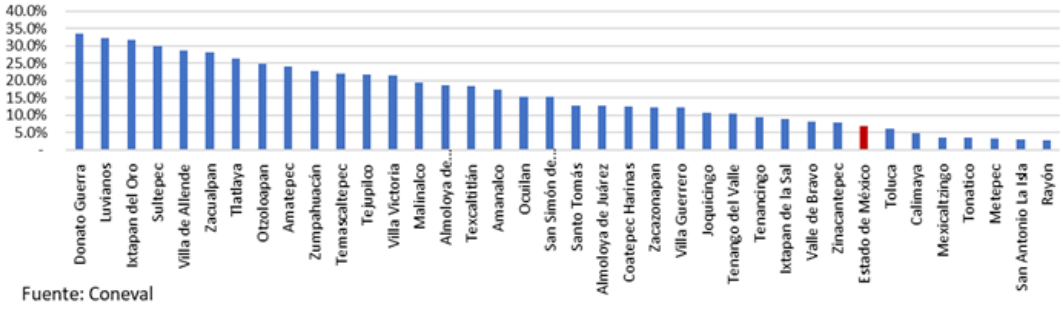


Fuente: Coneval

Además, en el estado se contabilizan 1,141,598 personas en pobreza extrema. Mientras que en los municipios atendidos de la zona se cuentan 278,915 personas en pobreza extrema o el 24.4% del total de personas en esta situación.

Esto último implica que en el Estado de México las personas en situación de pobreza extrema representan el 6.7% de la población total, en los municipios que nos ocupan este porcentaje es de 10.6%. Más aún, en ciertos municipios como Donato Guerra, Luvianos, Ixtapan del Oro y Sultepec, estos porcentajes ascienden a 33.6%, 32.1%, 31.8%, y 30.0%, respectivamente.

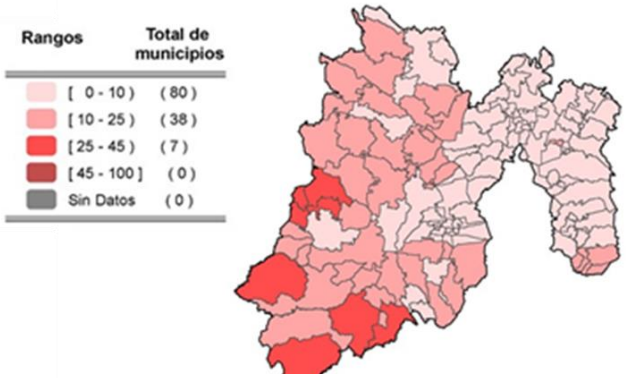
Gráfica 1.1.1.2.2 Porcentaje de la población en situación de pobreza extrema (2015) en los Municipios atendidos por el Proyecto



Fuente: Coneval

De nueva cuenta, este fenómeno también es regional y se presenta en mayor medida en el sur y oriente del estado como se muestra en el mapa.

Figura 8. Porcentaje de la población en situación de pobreza extrema,



Fuente: Coneval

2.1.1.3 ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, "El IDH tiene como objetivo medir el conjunto de capacidades y libertades que tienen los individuos para elegir entre formas de vida alternativas. Para ello, se toman en cuenta tres dimensiones básicas para el desarrollo: 1) la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable; 2) la capacidad de adquirir conocimientos; 3) la oportunidad de tener recursos que permitan un nivel de vida digno."[2]

En la siguiente tabla se muestran los 20 municipios del Estado de México con un menor IDH y se marcan (en verde) aquellos municipios incluidos en la zona de estudio. Se puede apreciar como 15 de los 20 municipios con menor IDH están entre aquellos incluidos en esta zona.

Tabla 1.1.1.3.1 Los 20 municipios del Estado de México con menor IDH (2010)

	Municipio	IDH
1	San José del Rincón	0.55
2	Sultepec	0.56
3	Villa de Allende	0.57
4	Donato Guerra	0.58
5	Luvianos	0.58
6	Ixtapan del Oro	0.59
7	San Felipe del Progreso	0.59
8	Zumpahuacán	0.60
9	Villa Victoria	0.60
10	Amanalco	0.60
11	Zacualpan	0.60
12	Tlatlaya	0.60
13	Morelos	0.60
14	Otzoloapan	0.60
15	Ocuilan	0.62
16	Villa Guerrero	0.62
17	Temascalcingo	0.62
18	Coatepec Harinas	0.62
19	Acambay	0.62
20	Santo Tomás	0.63

Fuente: PNUD

[2] -, "Índice de Desarrollo Humano Municipal en México: Nueva Metodología", PNUD, 2014.

2.1.1.4 REZAGO SOCIAL

Los municipios que albergan la red de caminos del sur son municipios con importantes niveles de rezago social.

Dentro de la clasificación del Coneval, el Estado de México se considera como una entidad con bajo rezago social.

Esto contrasta con Villa Victoria (el municipio con mayor nivel de rezago social en el estado y dentro la zona analizada) que está en el lugar 324 de los municipios con mayor rezago a nivel nacional. El estado cuenta con 10 municipios de alto rezago, de los cuales 7 pertenecen a la zona de estudio.

De acuerdo con el Coneval, "El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. (…) No se trata de una medición de pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, seguridad social y alimentación."[3]

En la siguiente tabla se presentan todos los municipios del Estado de México, ordenados de mayor a menor índice de rezago social y se marcan (en verde) aquellos municipios dentro del área de estudio.

[3] -, "¿Qué es el índice de rezago social?", Coneval, consultado el 23 de marzo de 2019. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx

Tabla 1.1.1.4.1 Índice de rezago social (2015)

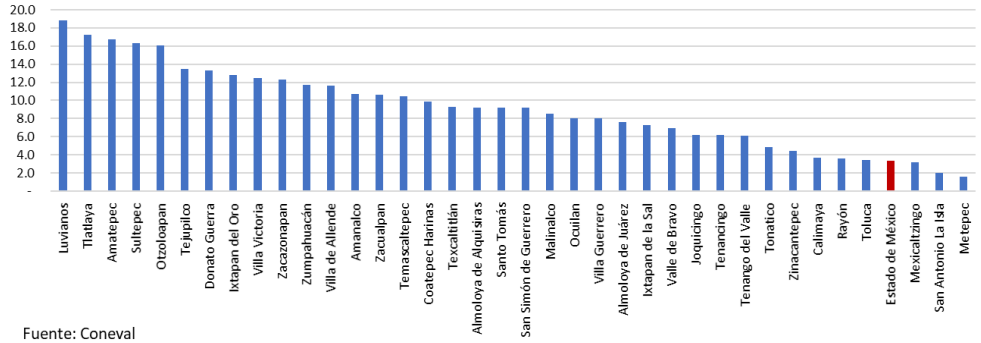
Lugar	Municipio	Índice de rezago social (2015)
1	Villa Victoria	1.203
2	San José del Rincón	1.197
3	Donato Guerra	1.061
4	Ixtapan del Oro	0.966
5	San Felipe del Progreso	0.862
6	Villa de Allende	0.710
7	Morelos	0.571
8	Zacualpan	0.542
9	Sultepec	0.464
10	Zumpahuacán	0.387
11	Acambay	0.299
12	Temascaltepec	0.216
13	Amanalco	0.198
14	Luvianos	0.158
15	Amatepec	0.071
16	Ixtlahuaca	0.066
17	Aculco	0.060
18	Villa del Carbón	0.041
19	Temoaya	0.039
20	Temascalcingo	(0.003)
21	Tlatlaya	(0.006)
22	Texcaltitlán	(0.009)
23	Villa Guerrero	(0.022)
24	Almoloya de Alquisiras	(0.025)
25	Chapa de Mota	(0.028)
26	Coatepec Harinas	(0.066)
27	Jiquipilco	(0.097)
28	Otzoloapan	(0.116)
29	Almoloya de Juárez	(0.133)
30	Tejupilco	(0.158)
31	Ocuilan	(0.203)
32	San Simón de Guerrero	(0.220)
33	Jilotepec	(0.242)
34	Malinalco	(0.243)
35	El Oro	(0.245)
36	Ecatzingo	(0.278)
37	Joquicingo	(0.348)
38	Atlautla	(0.361)
39	Ixtapan de la Sal	(0.374)
40	Otzolotepec	(0.383)
41	Tenancingo	(0.406)
42	Jocotitlán	(0.433)
43	Xalatlaco	(0.468)
44	Tenango del Valle	(0.493)
45	Soyaniquilpan de Juárez	(0.493)
46	Santo Tomás	(0.499)
47	Tepetlixpa	(0.534)
48	Atlacomulco	(0.546)
49	Timilpan	(0.548)
50	Juchitepec	(0.562)
51	Valle de Bravo	(0.573)
52	Tianguistenco	(0.625)
53	Zacazonapan	(0.646)
54	Hueypoxtla	(0.701)
55	Isidro Fabela	(0.714)
56	Tezoyuca	(0.717)
57	Zinacantepec	(0.720)
58	Polotitlán	(0.725)
59	Ozumba	(0.728)
60	Axapusco	(0.742)
61	Xonacatlán	(0.803)
62	Almoloya del Río	(0.826)
63	Tonatico	(0.850)
64	Texcalyacac	(0.856)
65	Atizapán	(0.858)
66	Jilotzingo	(0.860)
67	Temascalapa	(0.874)
68	Tepetlaoxtoc	(0.903)
69	Otumba	(0.925)
70	Tequixquiac	(0.926)
71	Nopaltepec	(0.929)
72	Lerma	(0.934)
73	La Paz	(0.954)
74	Chimalhuacán	(0.960)
75	Rayón	(0.963)
76	Coyotepec	(0.975)
77	Amecameca	(0.977)
78	Tenango del Aire	(0.997)
79	Atenco	(0.999)
80	Mexicaltzingo	(0.999)
81	Ayapango	(1.000)
82	Ocoyoacac	(1.014)
83	Chalco	(1.016)
84	Valle de Chalco Solidarida	(1.019)
85	Cocotitlán	(1.025)
86	Nextlalpan	(1.027)
87	Capulhuac	(1.035)
88	Calimaya	(1.042)
89	Toluca	(1.056)
90	San Mateo Atenco	(1.071)
91	Acolman	(1.077)
92	Apaxco	(1.080)
93	Chiconcuac	(1.081)
94	Chiautla	(1.087)
95	San Martín de las Pirámic	(1.092)
96	Nicolás Romero	(1.111)
97	Temamatla	(1.134)
98	Teotihuacán	(1.140)
99	Ixtapaluca	(1.147)
100	Tonanitla	(1.152)
101	Zumpango	(1.157)
102	Tepotzotlán	(1.164)
103	Melchor Ocampo	(1.176)
104	Tlalmanalco	(1.187)
105	Chapultepec	(1.217)
106	Teoloyucan	(1.218)
107	San Antonio la Isla	(1.263)
108	Papalotla	(1.279)
109	Jaltenco	(1.291)
110	Texcoco	(1.308)
111	Huehuetoca	(1.325)
112	Naucalpan de Juárez	(1.327)
113	Nezahualcóyotl	(1.339)
114	Tultepec	(1.346)
115	Chicoloapan	(1.347)
116	Ecatepec de Morelos	(1.361)
117	Atizapán de Zaragoza	(1.376)
118	Metepec	(1.387)
119	Tlalnepantla de Baz	(1.404)
120	Huixquilucan	(1.414)
121	Tultitlán	(1.427)
122	Tecámac	(1.494)
123	Cuautitlán Izcalli	(1.532)
124	Cuautitlán	(1.579)
125	Coacalco de Berriozábal	(1.617)

Fuente: Coneval

2.1.1.5 REZAGO EDUCATIVO

De acuerdo con datos del Coneval, en 2015 en el Estado de México el 3.34% de la población con 15 años o más era analfabeta. Esto contrasta con el porcentaje de algunos de los municipios en zona de estudio. Por ejemplo, en Luvianos el 18.8% de este grupo de edad es analfabeta, en Tlatlaya el 17.2% y en Amatepec es 16.7%. En la siguiente gráfica, se muestra el porcentaje de la población con 15 o más años analfabeta de todos los municipios contemplados en la red de caminos a atender.

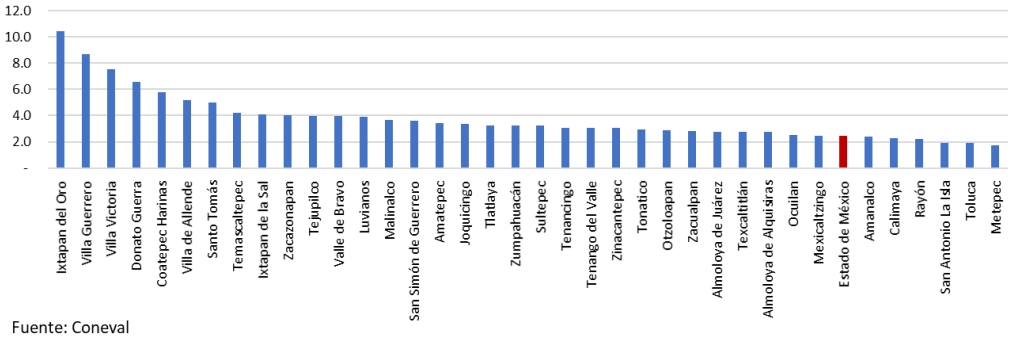
Gráfica 1.1.1.5.1 Porcentaje de la población con 15 años o más analfabeta (2015) en los municipios atendidos por el proyecto



Fuente: Coneval

En el Estado de México el 2.45% de la población entre 6 y 14 años no asiste a la escuela. Por otro lado, 32 de los municipios en zona de estudio tienen un promedio de "no asistencia" por encima del promedio estatal. Destacan los casos de Ixtapan del Oro, Villa Guerrero, Villa Victoria y Donato Guerra, donde el 10.7%, 8.7%, 7.5% y 6.6% de los niños entre 6 y 14 años, respectivamente, no asiste a la escuela.

Gráfica 1.1.1.5.2 Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (2015) en los municipios atendidos por el proyecto



Fuente: Coneval

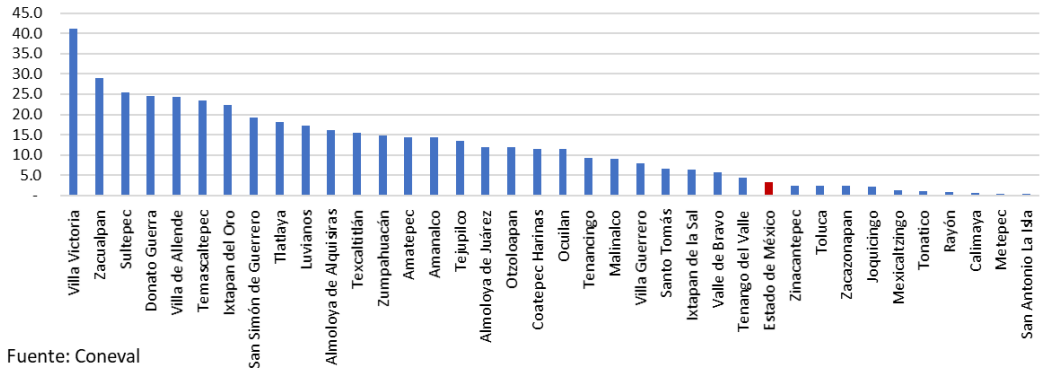
La mejora de las carreteras proveerá mejores condiciones para el transporte de la población en edad escolar hacia los centros educativos y para el establecimiento de nuevas escuelas en zonas marginadas.

2.1.1.6 SERVICIOS PÚBLICOS

Una forma de visualizar la penetración de los servicios públicos en la zona atendida es mediante el porcentaje de viviendas que no disponen de drenaje o de energía eléctrica. En este sentido, se observa que la población en zona de estudio está significativamente desatendida en términos de servicios públicos.

En específico, en el estado de México el 3.4% de las viviendas no disponen de drenaje. Este dato es significativamente inferior al de aquellos de los municipios incluidos en la zona de estudio. Por ejemplo, en Villa Victoria el 41.1% de las viviendas no disponen de drenaje, mientras que Zacualpan el indicador es de 28.9%, 25.5% en Sultepec y 24.6% en Donato guerra.

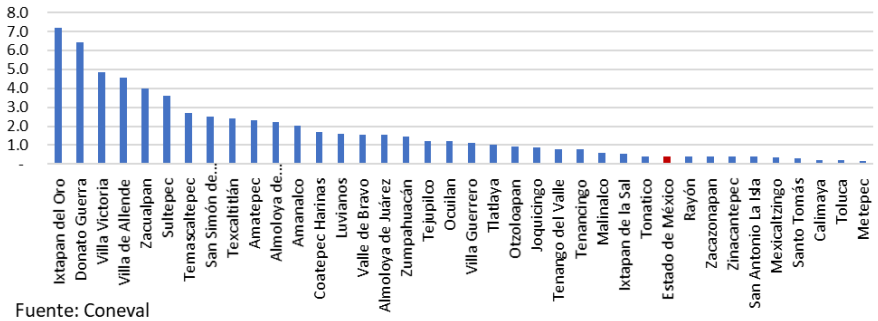
Gráfica 1.1.1.6.1 Viviendas que no disponen de drenaje (2015) en los municipios atendidos por el proyecto



Fuente: Coneval

Respecto a los servicios de energía eléctrica, en el estado el 0.4% de las viviendas no cuentan con electricidad. Mientras que en municipios como Ixtapan del Oro y Donato Guerra, este porcentaje es de 7.2% y de 6.4% respectivamente.

Gráfica 1.1.1.6.2 Viviendas que no disponen de energía eléctrica (2015) en los municipios atendidos por el proyecto



Fuente: Coneval

La mejora de la conectividad de la zona sur hacia el centro económico y político del estado no sólo tendrá impactos en el transporte de mercancías y personas, sino que facilitaría la provisión de servicios públicos.

2.1.1.7 CONSIDERACIONES DE LA PROBLEMÁTICA ECONÓMICA Y SOCIAL

Como se puede observar con la información presentada, la región de zona de estudio es una región homogénea en términos de rezago económico y social respecto al resto del estado. Altos niveles de pobreza y pobreza extrema están acompañados por una baja penetración de servicios públicos y bajos niveles de desarrollo humano.

Para elevar el desarrollo de la región, es necesario llevar a cabo iniciativas que impulsen la productividad en la zona. En específico, una mejora de la conectividad permitirá una mayor movilidad de personas y mercancías, lo cual favorece el desarrollo económico y social. Además, la mejora en las vialidades facilitará la provisión de servicios públicos a la zona.

Como se ha mostrado, la pobreza en el estado de México es un fenómeno regional, ya que se reduce hacia el norte y el centro del estado. Al mejorar la comunicación intrarregional y con el centro del Estado, se promueve la

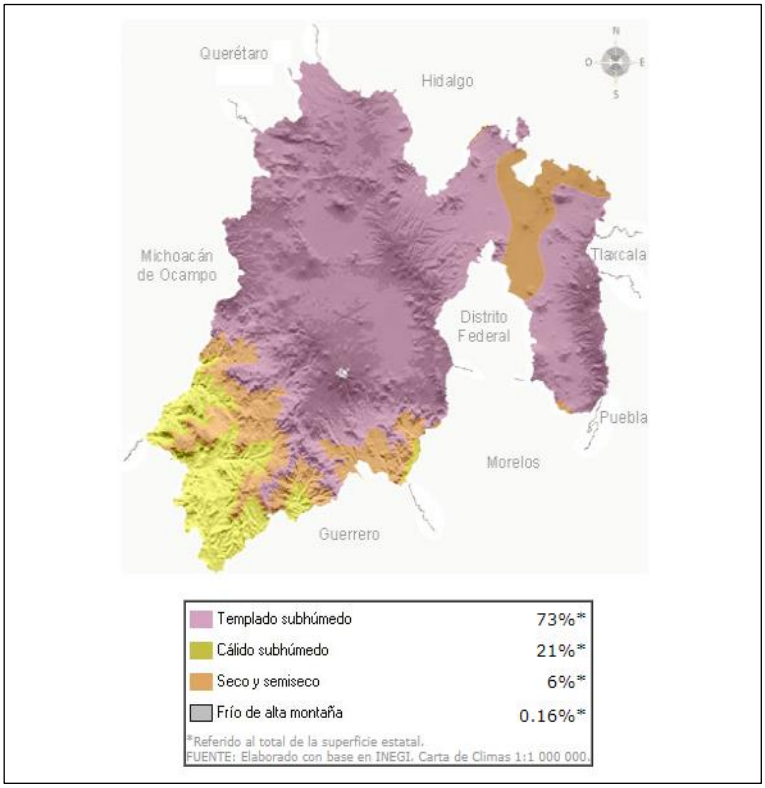
productividad y la dotación de servicios públicos, propiciando aumentos en el ingreso de la zona sur y disminuyendo las carencias de su población, lo que permitirá mayor desarrollo, así como reducir la pobreza y la desigualdad de la región con respecto al resto de los municipios de la entidad.

2.1.2 CONDICIONANTES CLIMATOLÓGICOS

El estado de México se caracteriza por presentar en la mayoría de su superficie un clima templado subhúmedo, localizado en los Valles altos del norte, centro y este. El 21% es cálido subhúmedo y se encuentra hacia el suroeste, el 6% es seco y semiseco, presente en el noroeste y el 0.16% clima frío localizado en las partes altas de los volcanes.

La temperatura media anual del estado es de 14.7 °C y las temperaturas más bajas se presentan entre los meses de enero y febrero con valor medio de 3 °C. La temperatura máxima se presenta en los meses de abril y mayo alrededor de 25 °C. La precipitación media anual del estado es de 900 mm, las mayores precipitaciones se presentan desde el mes de junio a septiembre. En la siguiente ilustración se muestran las zonas climatológicas que predominan en el estado México.

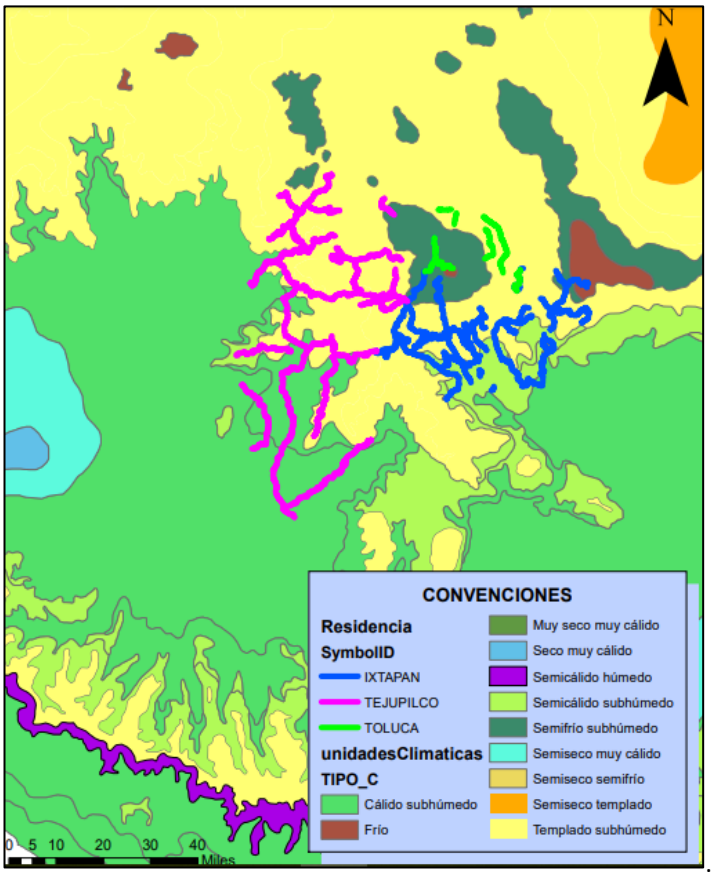
Figura 9: Zonas Climáticas del Estado de México



Fuente: INEGI

La Red Caminos del Sur se encuentra dentro de las zonas climatológicas: cálido subhúmedo, frio, semicálido subhúmedo, semifrío subhúmedo y templado subhúmedo, acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Como se muestra en las siguientes figuras:

Figura 10: Zonas climáticas en la red de caminos del sur.



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos del INEGI

En las zonas climatológicas identificadas, se presentan altas precipitaciones por lo que existe una gran probabilidad de que se presentan deslaves y derrumbes e inestabilidad en los suelos, lo que afecta de manera directa la estructura del pavimento existente, debido a la alta concentración de agua en el suelo.

Las altas temperaturas también pueden impactar en el estado de la carretera, favoreciendo que el pavimento se ablande, lo que resulta en la formación de roderas.

2.2 INFORMACIÓN PREVIA

Con el fin de conocer el estado actual que presentan los diversos componentes de los pavimentos del Sur – Estado de México, la Junta de Caminos contrató un estudio de tránsito, una auscultación de pavimentos y un inventario de los elementos principales de los tramos de la red.

Dentro de los trabajos de auscultación de pavimentos realizados, no se pudieron auscultar completamente varios caminos, generalmente por contar con secciones en terracerías. De esos tramos se cuenta con información parcial.

Por otra parte, en varios tramos no se pudo ingresar el equipo de auscultación por motivos de seguridad. Esos tramos carecen de auscultación e inventario, pero si cuentan con información del estudio de tránsito.

Para el desarrollo del estudio de tránsito, se instalaron un total de 83 estaciones de Aforo Automático (AA) y se contó con la toma de información de 45 estaciones de Aforo Manual (AM).

No se cuenta con datos de aforo vehicular en los tramos que discurren en terracerías en toda su longitud.

Para los tramos sin inventario, los datos geométricos se han obtenido de la base de datos del estudio de tránsito.

Tabla 10. Tramos sin datos de Evaluación Superficial.

Evaluación Superficial (IRI, PR, MAC, DET, CF, GPR y Sondeos)										
				Longitud a Medir por Contrato			Longitud Auscultada Real (km)	Longitud no Auscultar (km)	Longitud de Terrecaría (km)	Observaciones
NO. Consecutivo	RESIDENCIA	No. CAMINO	NOMBRE CAMINO	km INI	km FINAL	Distancia (km)				
6	Ixtapan	175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa	0+000	17+000	17,00			17,000	Camino de Terracería en su totalidad
15	Ixtapan	390	Coatepec Harinas-Nevado de Toluca	0+000	38+000	38,00	18,480		19,52	Solo se pudo auscultar los primeros 18.48 km, el resto es Terracería
19	Ixtapan	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	65+600	117+000	51,4		51,400		No se ausculto tramo la por inseguridad de la zona
20	Ixtapan	97	Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca	0+000	7+200	7,20	7,200			Del km 4+880 al 5+900 y del 6+200 al 6+640, se localizo una zona de Terrecería
21	Ixtapan	1098	Almoloya de Alquisiras-Las Mesas	0+000	6+500	6,50	6,130		0,370	Los ultimos 370 m son de Terracería
29	Ixtapan	185	Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	0+000	29+500	29,50	26,647		2,055	Se localizo Terracería entre los km 9+369 al km 11+424.
38	Ixtapan	36	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya	0+000	106+000	106,00	57,780	48,220		No se auscultaron últimos 48.22 km por inseguridad del tramo
40	Ixtapan	33	Amatepec-La Goleta-Sultepec	18+000	61+100	43,1		43,100		No se ausculto tramo la por inseguridad de la zona
42	Tejupilco	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	0+000	65+200	65,2		65,200		No se ausculto tramo la por inseguridad de la zona
45	Tejupilco	46	El Salitre-Nanchititla	0+000	31+100	31,10	30,320		0,780	Después del km 30+320 inicia terracería
47	Tejupilco	3049	Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan-Lím. Méx./Mich.	0+000	70+000	70,00	63,019	6,981		Solo se midieron los primeros 63.019 km, debido a la inseguridad que existe en la zona
50	Tejupilco	3048	San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Méx./Mich.	0+000	46+000	46,00	33,930		11,700	Tiene pavimento hasta el km 33+926 los ultimos 11.70 km son de terracería.
59	Tejupilco	17	Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande	0+000	36+900	36,9		36,900		No se ausculto tramo la por inseguridad de la zona
63	Tejupilco	57	Km. 53.4 /(La Puerta-Sultepec)-E. Km. 5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)	9+800	35+800	26,00	25,514	0,100		Se midió hasta el km 25.514, debido a la existencia de obras en el tramo después de este punto
66	Tejupilco	1076	San Simón de Guerrero-Las Juntas	0+000	21+000	21,00	6,490		11,990	Son 6.49 km de pavimento asfalto, y los ultimos 11.99 km son de terracería.
70	Tejupilco	71	Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec)-San Pedro Tenayac-Zacazonapan	0+000	33+600	33,60	32,100	1,350		Solo se midió hasta el km 32+100, debido a una zona de Obra.
74	Tejupilco	83	Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano)-Valle de Bravo	0+000	36+300	36,30	34,640	0,540		Del 34+640 Camino Cerrado
76	Toluca	306	Km. 7.5 (La Puerta - Sultepec) Nevado de Toluca	0+000	20+000	20,00			20	Camino de Terracería en su totalidad
						Subtotal	342,250	253,791	83,415	

Fuente SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Tabla 11. Tramos sin datos de Evaluación Estructural.

Evaluación Estructural (Medición de Deflexiones)										
				Longitud a Medir por			Longitud Auscultada Real (km)	Longitud no Auscultar (km)	Longitud de Terrecaría (km)	Observaciones
NO. Consecutivo	RESIDENCIA	No. CAMINO	NOMBRE CAMINO	km INI	km FINAL	Distancia (km)				
5	Ixtapan	130	Ixtapan-Plan de San Miguel	0+000	3+400	3,40	0,400	2,854		Tramo en Obra difícil acceso para equipo
6	Ixtapan	175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa	0+000	17+000	17,00			17,00	Camino de Terracería en su totalidad
15	Ixtapan	390	Coatepec Harinas-Nevado de Toluca	0+000	38+000	38,00	18,480		19,52	Solo se pudo auscultar los primeros 18.48 km, el resto es Terracería
16	Ixtapan	99	Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal	0+000	57+700	57,70	55,450	0,137		
19	Ixtapan	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	65+600	117+000	51,40		51,400		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
20	Ixtapan	97	Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca	0+000	7+200	7,20	3,100	4,100		Solo se pudo medir hasta el km 3+100 por dificultar de pasar con el vehículo de medición.
21	Ixtapan	1098	Almoloya de Alquisiras-Las Mesas	0+000	6+500	6,50	6,132		0,370	Los últimos 370 m son de Terracería
29	Ixtapan	185	Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Límite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	0+000	29+500	29,50	26,350		2,055	Se localizo Terracería entre los km 9+369 al km 11+424.
38	Ixtapan	36	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya	0+000	106+000	106,00	56,052	49,950		No se auscultaron últimos 49.95 km por inseguridad del tramo
40	Ixtapan	33	Amatepec-La Goleta-Sultepec	18+000	61+100	43,10		43,10		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
42	Tejupilco	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	0+000	65+200	65,20		65,20		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
43	Tejupilco	2	Km. 133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo-San Pedro Limón-Lím. Méx./Gro.	0+000	65+000	65,00	54,400	10,600		No se auscultaron últimos 10.6 km, por inseguridad del tramo para el equipo HWD.
45	Tejupilco	46	El Salitre-Nanchititla	0+000	31+100	31,10	30,320		0,780	Después del km 30+320 inicia terracería
47	Tejupilco	3049	Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan-Lím. Méx./Mich.	0+000	70+000	70,00	50,200	19,800		Solo se midieron los primeros 50.2 km, por inseguridad del tramo para el equipo HWD.
50	Tejupilco	3048	San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Méx./Mich.	0+000	46+000	46,00	33,926		11,700	Tiene pavimento hasta el km 33+926 los últimos 11.70 km son de terracería.
56	Tejupilco	4	Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan)	0+000	33+300	33,30		33,300		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
57	Tejupilco	24	Puerto Frío-Cerro del Campo	0+000	12+300	12,30		12,300		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
58	Tejupilco	31	Km. 12.1 (El Corupo-Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico	0+000	10+400	10,40		10,400		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
59	Tejupilco	17	Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande	0+000	36+900	36,90		36,900		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
61	Tejupilco	33	Amatepec-La Goleta-Sultepec	0+000	18+000	18,00		18,000		No se auscultó tramo por inseguridad de la zona hacia el equipo de medición
63	Tejupilco	57	Km. 53.4 /(La Puerta-Sultepec)-E. Km. 5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)	9+800	35+800	26,00	25,450	0,160		Se midió hasta el km 25.45, debido a la existencia de obras en el tramo después de este punto
66	Tejupilco	1076	San Simón de Guerrero-Las Juntas	0+000	21+000	21,00	6,490		11,990	Son 6.49 km de pavimento asfalto, y los últimos 11.99 km son de terracería.
70	Tejupilco	71	Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec)-San Pedro Tenayac-Zacazonapan	0+000	33+600	33,60	32,100	1,350		Solo se midió hasta el km 32+100, debido a una zona de Obra.
74	Tejupilco	83	Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano)-Valle de Bravo	0+000	36+300	36,30	34,000	1,180		Del 34+000 en adelante difícil acceso para vehículos de medición de Deflexiones y camino cerrado
76	Toluca	306	Km. 7.5 (La Puerta - Sultepec) Nevado de Toluca	0+000	20+000	20,00			20,000	Camino de Terracería en su totalidad
						Subtotal	432,850	360,731	83,415	

Fuente SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Tabla 12. Tramos sin datos de Inventario.

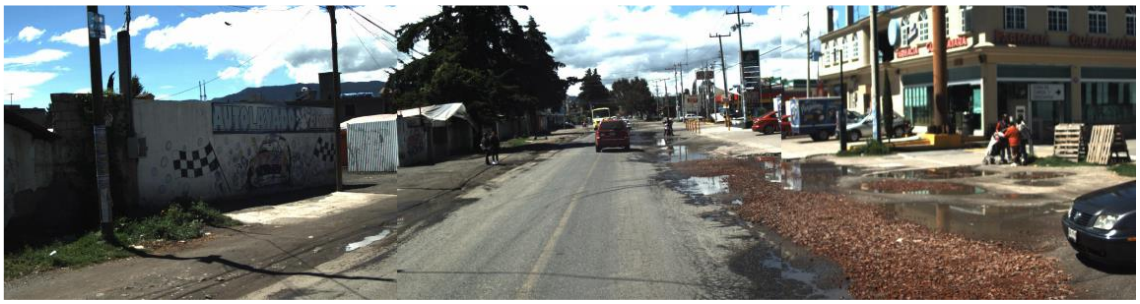
Inventarios									
				Longitud a Medir por			Longitud Auscultada Real (km)	Longitud no Auscultar (km)	Observaciones
NO. Consecutivo	RESIDENCIA	No. CAMINO	NOMBRE CAMINO	km INI	km FINAL	Distancia (km)			
19	Ixtapan	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	65+600	117+000	51,4		51,400	No se auscultó tramo la por inseguridad de la zona
38	Ixtapan	36	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya	0+000	106+000	106,00	57,780	48,220	No se auscultaron últimos 48.22 km por inseguridad del tramo
40	Ixtapan	33	Amatepec-La Goleta-Sultepec	18+000	61+100	43,1		43,100	No se auscultó tramo la por inseguridad de la zona
42	Tejupilco	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	0+000	65+200	65,2		65,200	No se auscultó tramo la por inseguridad de la zona
47	Tejupilco	3049	Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan-Lím. Méx./Mich.	0+000	70+000	70,00	63,019	6,981	solo se midieron los primeros 63.019 km, debido a la inseguridad que existe en la zona
59	Tejupilco	17	Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande	0+000	36+900	36,9		36,900	No se auscultó tramo la por inseguridad de la zona
						Subtotal	120,799	251,801	

Fuente SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

De modo general, esta red de caminos presenta deficiencias en su estado de conservación y la infraestructura, que tiene en su mayoría una antigüedad de más de 30 años, se encuentra estructuralmente agotada. Requiere por tanto de trabajos mayores para restituir, mantener y conservar la capacidad estructural del pavimento y responder así a los volúmenes de tránsito, cargas y dimensiones de los vehículos que transitan actualmente por ella.

Figura 11: Tramo IX1031 San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento. Estado Actual.

Figura 12: Tramo TL-0250 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo. Estado Actual.



El estado físico en que se encuentra la red origina sobrecostos al usuario de la misma, lo que se refleja en un incremento en el costo del transporte y por consecuencia afecta a otros rubros económicos.

2.3 CATEGORIZACIÓN Y SEGMENTACIÓN

Debido a la extensión de la red y a la disparidad de sus características, para analizar los datos de los trabajos de campo se dividió la red en tres categorías de acuerdo al tránsito canalizado y a su relevancia dentro en la articulación del territorio:

A) Corredores principales.

B) Red Complementaria.

C) Caminos secundarios.

Dentro de la categoría A se incluyen los caminos que integran los itinerarios principales o con TDPA total (suma de ambos sentidos) de más de 4,000 vehículos diarios. En estos caminos se concentra un 77% del TDPA de la red, siendo solo el 27% de su longitud.

La categoría C engloba los caminos locales o con TDPA total en el entorno de los 1,000 o inferior. Estos caminos suponen solo el 4% del TDPA de la red, pero son un 32% de su longitud.

En la categoría B se agrupa el resto de la red, suponiendo el 19% del TDPA de la misma y un 41% de su longitud.

A pesar de la coincidencia con la nomenclatura que utiliza la SCT para la red federal, estas categorías son ajenas a la misma. De hecho, de acuerdo a la clasificación de SCT, solo el camino TL0337 sería de tipo A (carretera primaria libre de peaje), mientras que el 86% de la red sería de tipo C (Carretera secundaria) para la SCT.

Tabla 13. Categorización y Segmentación

No CONSECUTIVO	ID-TRAMO	No. DE CAMINO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (km)	LONG. EQUIVALENTE (km)	TPDA	CATEGORÍA OTORGADA	SEGMENTO
1	IX6204	6204	Libramiento Ixtapan de la Sal	2.52	7.56	5,409.15	A	S12
2	IX6209	6209	Libramiento de Tonatico	1.90	1.90	3,391.82	B	S12
3	IX0123	123	Tonatico-El Salto	1.20	1.20	803.23	C	S14
4	IX0114	114	Km. 95.0 (Tonatico-Taxco)-Grutas de la Estrella	2.00	2.00	85.83	C	S14
5	IX0130	130	Ixtapan-Plan de San Miguel	3.40	3.40	126.54	C	S14
6	IX0175	175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa	17.00	17.00	S/D	C	S14
7	IX0141	141	Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac	8.10	8.10	1,547.79	B	S11
8	IX0113	113	San Alejo-Limites Edo. de México/Guerrero (Pilcaya)	8.00	8.00	2,394.18	B	S12
9	IX0108	108	San Alejo-Puente de Los Sabinos	16.10	16.10	3,290.15	B	S12
10	IX1141	1141	Coatepec Harinas-Totolmajac	12.80	12.80	1,953.49	B	S11
11	IX0136	136	Porfirio Díaz-El Carmen	5.30	5.30	96.73	C	S14
12	IX1130	1130	Plan de San Miguel-Porfirio Díaz	7.90	7.90	650.25	C	S14
13	IX0142	142	Km. 60.5 (Tenancingo-Villa Guerrero)-Zacango-Totolmajac	18.60	18.60	2,696.89	B	S11
14	IX3206	3206	Km. 58.0 (Tenancingo-Villa Guerrero)-San Miguel	4.50	4.50	5,712.70	A	S11
15	IX0390	390	Coatepec Harinas-Nevado de Toluca	38.00	38.00	996.21	C	S14
16	IX0099	99	Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal	57.70	57.70	2,045.48	B	S12
17	IX0098	98	Chiltepec-Las Vueltas	5.00	5.00	448.89	C	S14
18	IX0092	92	Km 47.0 (Zinacantepec - Sultepec)- Almoloya de Alquisiras- Zacualpan.	43.00	43.00	3,341.38	B	S10
19	IX0001	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	51.40	51.40	430.00	C	S14
20	IX0097	97	Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca	7.20	7.20	488.44	C	S14
21	IX1098	1098	Almoloya de Alquisiras-Las Mesas	6.50	6.50	495.40	C	S14
22	IX0152	152	Tenancingo-Teneria-Tecomatlán-San Simón El Alto	12.10	12.10	11,204.07	A	S11
23	IX0154	154	Tenería-San Nicolás	7.60	7.60	2,587.41	B	S11
24	IX0159	159	Tenancingo-EL Carmen	8.60	8.60	3,449.31	B	S11
25	IX0166	166	Tenancingo-Zumpahuacán-San Gaspar- Limites Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	44.30	44.30	4,100.36	A	S13
26	IX1031	1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco	18.50	18.50	2,386.00	B	S5
27	IX1463	1463	Km. 5.7 (Jajalpa-San Francisco Tepexoxuca)-Joquicingo	3.00	3.00	4,548.10	A	S5

No CONSECUTIVO	ID-TRAMO	No. DE CAMINO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (km)	LONG. EQUIVALENTE (km)	TPDA	CATEGORÍA OTORGADA	SEGMENTO
28	IX6207	6207	Libramiento de Techuchulco	1.23	1.23	10,685.26	A	S5
29	IX0185	185	Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	29.50	29.50	1,226.53	B	S13
30	IX0189	189	Puente Caporal-Tepehuajes-E. C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolas Bravo)	6.60	6.60	724.49	C	S14
31	IX0200	200	Santiago Tianguistenco-Chalma	30.20	30.20	3,134.22	A	S6
32	IX0198	198	Km. 19.8 (México-Chalma)-Laguas de Zempoala (Limites Edo. de México/Morelos)	15.00	15.00	183.82	C	S14
33	IX0193	193	Km. 29.2 (México-Chalma)-Limites Edo. de México/Morelos (Cuernavaca)	25.70	25.70	1,619.25	B	S6
34	IX0194	194	Km. 24.6 (Ocuilan-Cuernavaca)-Tlatempan-Ahuatenco	10.10	10.10	691.21	C	S14
35	IX0192	192	Km. 31.3 (México-Chalma)-Ocuilan-E. C. (Cuernavaca)	4.20	4.20	2,501.34	B	S6
36	IX6208	6208	Libramiento del Ahuehuete	1.20	1.20	1,303.77	B	S6
37	IX0196	196	Santa Mónica-Santa Cruz Tezontepec	7.10	7.10	2,203.30	B	S6
38	IX0036	36	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya.(Parcial)	48.00	48.00	4,843.00	A	S10
38B	IX0036b	36	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya.(Parcial)	97.00	58.00	4,843.00	A	S7
39	IX1033	1033	Libramiento de Sultepec	3.60	3.60	1,632.59	B	S8
40	IX0033	33	Amatepec-La Goleta-Sultepec	43.10	43.10	649.00	C	S14
41	IX0057	57	Km. 53.4 (Zinacantepec-Sultepec)-E.C. (Tejupilco-Amatepec)	9.80	9.80	425.00	C	S14
42	TE0001	1	San Antonio del Rosario-Zacualpan	65.20	65.20	246.00	C	S14
43	TE0002	2	Km.133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo -San Pedro Limón-Lím. Méx./Gro.	65.00	65.00	1,246.91	B	S9
44	TE0045	45	Km. 103.5 (Toluca-Cd. Altamirano) El Estanco-El Corupo	37.40	37.40	506.60	C	S14
45	TE0046	46	El Salitre-Nanchititla	31.10	31.10	145.73	C	S14
46	TE0050	50	Zuluapan-Zacazonapan-Luvianos-Cuadrilla de López.	50.20	50.20	1,031.44	C	S14
47	TE3049	3049	Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx./Mich.	70.00	70.00	5,452.64	A	S1
48	TE0250	250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo	36.50	36.50	4,662.00	A	S2

No CONSECUTIVO	ID-TRAMO	No. DE CAMINO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (km)	LONG. EQUIVALENTE (km)	TPDA	CATEGORÍA OTORGADA	SEGMENTO
49	TE0338	338	Km. 36.4 (Toluca-Valle de Bravo)-Turcio	8.80	8.80	510.20	C	S14
50	TE3048	3048	San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Mex/Mich	46.00	46.00	393.45	C	S14
51	TE1016	1016	Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) Chirimoyo-San Juan Xoconusco-El Capulín-Llano, Redondo-Lím. Méx./Mich.	14.50	14.50	1,873.57	B	S1
52	TE1374	1374	Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) Donato Guerra	8.80	8.80	2,395.24	B	S2
53	TE00374	374	El Salitre-Nanchititla Km.17.0 (Monumento-Valle de Bravo) Donato Guerra	6.80	6.80	3,073.72	B	S2
54	TE0376	376	Km. 63.5 (Toluca-Morelia) - Ixtapan del Oro.	31.50	31.50	1,335.22	B	S2
55	TE1376	1376	Libramiento San José Villa de Allende	1.10	1.10	3,191.29	B	S2
56	TE0004	4	Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyacan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan)	33.30	33.30	763.46	C	S14
57	TE0024	24	Puerto Frio-Cerro del Campo	12.30	12.30	669.13	C	S14
58	TE0031	31	Km. 12.1 (El Grupo Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico.	10.40	10.40	1,685.17	B	S9
59	TE0017	17	Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande.	36.90	36.90	236.22	C	S14
60	TE3032	3032	Libramiento de Amatepec	2.90	2.90	1,237.94	B	S8
61	TE0033	33	Amatepec-La Goleta-Sultepec.	18.00	18.00	481.00	C	S14
62	TE0032	32	Tejupilco-Amatepec-Tlatlaya	49.20	49.20	4,645.61	A	S8
63	TE0057	57	km. 53.4 / (La Puerta-Sultepec)-E. Km.5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)	26.00	26.00	805.00	C	S14
64	TE1063	1063	Libramiento de Tejupilco	5.90	5.90	11,482.94	A	S8
65	TE0076	76	Km.76.3 (Toluca-Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero	6.10	6.10	1,549.27	B	S7
66	TE1076	1076	San Simón de Guerrero-Las Juntas	21.00	21.00	72.70	C	S14
67	TE6019	6019	San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama.	7.00	7.00	309.14	C	S14
68	TE0081	81	Km. 45.7 (Toluca-Cd. Altamirano) Tequesquipan.	7.90	7.90	1,088.34	B	S3
69	TE6023	6023	Temascaltepec-Las Juntas	27.50	27.50	749.01	C	S14
70	TE0071	71	Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec) San Pedro Tenayac -Zacazonapan	33.60	33.60	1,280.38	B	S7
71	TE0086	86	El Fresno-Temascaltepec	17.80	17.80	3,577.79	B	S3
72	TE0087	87	Km.30.8 (Valle de Bravo-San Francisco de los Ranchos) Circuito Avándaro	10.60	10.60	1,184.53	B	S3
73	TE3054	3054	Acceso Avándaro	4.50	4.50	5,246.89	A	S3

No CONSECUTIVO	ID-TRAMO	No. DE CAMINO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (km)	LONG. EQUIVALENTE (km)	TPDA	CATEGORÍA OTORGADA	SEGMENTO
74	TE0083	83	Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano) Valle de Bravo	36.30	36.30	11,344.86	A	S3
75	TL0036	36	La Puerta Sultepec-San Miguel Totolmaloya	17.50	17.50	2,982.00	B	S4
76	TL0306	306	Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca	20.00	20.00	S/D	C	S14
77	TL0245	245	Km. 10.1 (Toluca-Temascaltepec) Zinacantepec	3.80	7.60	16,074.47	A	S4
78	TL0250	250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo	3.50	3.50	21,794.00	A	S4
79	TL8002	8002	Calimaya-San Felipe Tlalmimilolpan	9.00	9.00	2,493.13	B	S4
80	TL0211	211	Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza	3.80	7.60	10,339.08	A	S4
81	TL0337	337	Toluca-Metepec-Tenango del Valle. CUERPO A	23.50	35.25	76,771.37	A	S5
82	TL1031	1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento	11.00	11.00	2,178.00	B	S5
81B	TL0337b	337	Toluca-Metepec-Tenango del Valle. (Cuerpo B)	23.50	35.25	76,771.37	A	S4

Fuente: Elaboración Propia

Igualmente, y de acuerdo a un estudio de tiempos máximos de atención y por criterios de eficiencia en los procesos operativos, los tramos con categoría A y B se han agrupado en 13 segmentos, mientras que el segmento 14 se ha asignado al conjunto de los caminos de categoría C.

CATEGORÍA DE CAMINOS POR SEGMENTO									
Segmento	Zona	Subzona	Clave	A		B		C	
				Cantidad	Longitud (km)	Cantidad	Longitud (km)	Cantidad	Longitud (km)
1	Valle de Bravo	Oeste	1-VB-O	1	70.00	1	14.50	0	0.00
2	Valle de Bravo	Norte	2-VB-N	1	36.50	4	48.20	0	0.00
3	Valle de Bravo	Este	3-VB-E	2	40.80	3	36.30	0	0.00
4	Metepec	Oeste	4-ME-O	4	53.95	2	26.50	0	0.00
5	Metepec	Norte	5-ME-N	3	39.48	2	29.50	0	0.00
6	Metepec	Este	6-ME-E	1	30.20	4	38.20	0	0.00
7	Tejupilco	Norte	7-TE-N	1	58.00	2	39.70	0	0.00
8	Tejupilco	Centro	8-TE-C	2	55.10	2	6.50	0	0.00
9	Tejupilco	Sur	9-TE-S	0	0.00	2	75.40	0	0.00
10	Ixtapan	Suroeste	10-IX-SO	1	48.00	1	43.00	0	0.00
11	Ixtapan	Centro	11-IX-C	2	16.60	5	55.70	0	0.00
12	Ixtapan	Oeste	12-IX-O	1	7.56	4	83.70	0	0.00
13	Ixtapan	Este	13-IX-E	1	44.30	1	29.50	0	0.00
14	Caminos "C"	General	14-CC-GE	0	0.00	0	0.00	31	670.20
Total				**20**	**500.49**	**33**	**526.70**	**31**	**670.20**

Tabla 14. Categoría de caminos por Segmentos.

2.4 ESTADO GENERAL

Para valorar el estado general de los caminos se ha considerado su estado estructural y su estado superficial o no estructural a partir de los datos de inventario y auscultación disponibles.

En la valoración estructural se han tenido en cuenta los resultados de deflexiones registrados. De los resultados se deduce que el estado estructural de los caminos es deficiente o muy deficiente, encontrándose solo 3 tramos en niveles aceptables.

Para la valoración del estado superficial o no estructural de los caminos, se han considerado los valores de IRI, Profundidad de Roderas, Coeficiente de Fricción (Microtextura), Macrotextura y Estado de la señalización, pues son los que más afectan a la percepción del usuario de la calidad del camino.

Teniendo lo anterior en cuenta:

- El estado estructural de los caminos es malo o muy malo, independientemente de su categoría, con valores medios superiores a los 0.9mm.
- El estado superficial de los caminos considerados A es regular o malo, con promedios de área fisurada del 18% y IRI promedio de 4.4 m/km.
- El estado superficial de los caminos considerados B es regular o malo e incluye un tramo en terracerías. El promedio de área fisurada se encuentra también en el 18% y el de IRI es superior a 5.
- El estado superficial de los caminos considerados C es también regular, con algunos tramos en buen estado de acuerdo a su categoría y varios tramos en terracerías. Donde se ha podido medir, el promedio de área fisurada se encuentra también en el 18% y el de IRI es 5.

Son frecuentes los tramos con ausencia de señalamiento, y donde se encuentra presente está en mal estado. También se detecta falta de barreras y dispositivos de protección.

Se incluyen a continuación fotografías del estado general de algunos tramos.

Figura 13: Tramo TL0377 (Tipo A) Toluca-Metepec-Tenango del Valle. Estado Actual

Figura 14: Tramo TL0211 (Tipo A) Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza. Estado Actual.

Figura 15: Tramo TE0250 (Tipo A) Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo. Estado Actual.

Figura 16: Tramo TE3049 (Tipo A) Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx./Mich. Estado Actual.

Figura 17: Tramo TL1031 (Tipo B) San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento. Estado Actual.

Figura 18: Tramo IX1013 (Tipo B) San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco. Estado Actual.

Figura 19: Tramo TE0086 (Tipo B) El Fresno-Temascaltepec. Estado Actual

Figura 20: Tramo IX1098 (Tipo C) Almoloya de Alquisiras-Las Mesas.. Estado Actual.

Figura 21: Tramo TE6019 (Tipo C) San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama. Estado Actual.

2.5 ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE

2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS

A modo de ampliar y detallar la información mostrada en las tablas anteriores, se muestra a continuación una breve descripción de cada uno de los 82 tramos en estudio:

TRAMO1-IX6204. LIBRAMIENTO IXTAPAN DE LA SAL.

El Libramiento Ixtapan de la Sal está situado en las coordenadas de inicio 18.854542°, -99.664486° y fin 18.834885°, -99.670335°. Tiene una longitud total de 2.52 km, y a lo largo de los primeros 180 m cuenta con un ancho de calzada de 10 m, un carril por sentido, incrementando el número de carriles a 3 con dimensión de 3.60 m cada uno a lo largo del resto del tramo. Su Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) es de 5,409. Conecta con la carretera Ixtapan de la Sal-Tenancingo de Degollado con carretera Ixtapan de la Sal-Taxco.

TRAMO 2-IX6209. LIBRAMIENTO DE TONATICO.

El libramiento de Tonatico está situado en las coordenadas de inicio 18.810085°, -99.669721° y fin 18.802374°, -99.660148°. Tiene una longitud total de 1.90 km, cuenta con ancho de calzada de 8 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,392. Conecta a Tonatico con la carretera Ixtapan de la Sal-Taxco.

TRAMO 3-IX0123. TONATICO-EL SALTO.

Tonatico-El Salto está situado en las coordenadas de inicio 18.800726°, -99.668488° y fin 18.790614°,-99.665650°. Tiene una longitud total de 1.20 km, cuenta con un ancho de calzada de 8.18 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 803. Conecta a Tonatico con Salto de Tzumpantitlán.

TRAMO 4-IX0114. KM. 95.0 (TONATICO-TAXCO)-GRUTAS DE LA ESTRELLA.

Km. 95.0 (Tonatico-Taxco)-Grutas de la Estrella está situado en las coordenadas de inicio 18.759951°,-99.621896° y fin 18.747750°, -99.631050°. Tiene una longitud total de 2.0 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 86. Conecta a carretera Ixtapan de la Sal-Taxco con Terrero.

TRAMO 5-IX0130. IXTAPAN-PLAN DE SAN MIGUEL.

Ixtapan-Plan de San Miguel está situado en las coordenadas de inicio 18.851112°, -99.680672° y fin 18.871084°, -99.685707. Tiene una longitud total de 3.40 km, cuenta con un ancho de calzada de 8.06 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 127. Conecta a Barrio de San Gaspar con Antigua carretera Ixtapan-San Miguel.

TRAMO 6-IX0175. KM. 4.7 (A SAN MIGUEL LADERAS)-TEQUIMILPA.

Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa está situado en las coordenadas de inicio 18.876506°, -99.687755° y fin 18.933993°, -99.699316°. Tiene una longitud total de 17 km en terracerías, cuenta con un ancho de calzada de 6 m. No cuenta con datos de TDPA. Conecta a Constituyentes Norte con Poblado La Loma.

TRAMO 7-IX0141. KM. 71.9 (VILLA GUERRERO-IXTAPAN)-TOTOLMAJAC.

Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac está situado en las coordenadas de inicio 18.868159°-99.643648° y fin 18.928406°, -99.688196°. Tiene una longitud total de 8.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,548. Conecta la Carretera Ixtapan de la Sal-Tenancingo de Degollado con Totolmajac.

TRAMO 8-IX0113. SAN ALEJO-LIMITES EDO. DE MEXICO/GUERRERO (PILCAYA).

San Alejo-Limites Edo. de México/Guerrero (Pilcaya) está situado en las coordenadas de inicio 18.836662°, -99.726186° y fin 18.773120°, -99.696216°. Tiene una longitud total de 8 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,394. Conecta a San Alejo con Pilcaya.

TRAMO 9-IX0108. SAN ALEJO-PUENTE DE LOS SABINOS.

San Alejo-Puente de Los Sabinos está situado en las coordenadas de inicio 18.837121°, -99.727481° y fin 18.813530°, -99.790451°. Tiene una longitud total de 16.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,290. Conecta a San Alejo con Entronque Zacualpan.

TRAMO 10-IX1141. COATEPEC HARINAS-TOTOLMAJAC.

Coatepec Harinas-Totolmajac está situado en las coordenadas de inicio 18.928293°, -99.763284° y fin 18.928545°, -99.688272°. Tiene una longitud total de 12.80 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,953. Conecta a Coatepec Harinas con Totolmajac.

TRAMO 11-IX0136. PORFIRIO DÍAZ-EL CARMEN.

Porfirio Díaz-El Carmen está situado en las coordenadas de inicio 18.928426°, -99.726646° y fin 18.914319°, -99.717784°. Tiene una longitud total de 5.30 km, cuenta con un ancho de calzada de 13.64 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 97.

TRAMO 12-IX1130. PLAN DE SAN MIGUEL-PORFIRIO DÍAZ.

Plan de San Miguel-Porfirio Díaz está situado en las coordenadas de inicio 18.876602°, -99.692034° y fin 18.929838°, -99.734156°. Tiene una longitud total de 7.90 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 650.

TRAMO 13-IX0142. KM. 60.5 (TENANCINGO-VILLA GUERRERO)-ZACANGO-TOTOLMAJAC.

Km. 60.5 (Tenancingo-Villa Guerrero)-Zacango-Totolmajac está situado en las coordenadas de inicio 18.938970°, -99.646052° y fin 18.928648°, -99.688099. Tiene una longitud total de 18.60 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,697. Conecta a Tenancingo de Degollado-Ixtapan de la Sal con Totolmajac.

TRAMO 14-IX3206. KM. 58.0 (TENANCINGO-VILLA GUERRERO)-SAN MIGUEL.

Km. 58.0 (Tenancingo-Villa Guerrero)-San Miguel está situado en las coordenadas de inicio 18.968344°, -99.644501° y fin 18.996543°, -99.666085. Tiene una longitud de 4.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2

m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 5,713. Conecta a Ixtapan de la Sal-Tenancingo de Degollado con San Miguel.

TRAMO 15-IX0390. COATEPEC HARINAS-NEVADO DE TOLUCA.

Coatepec Harinas-Nevado de Toluca está situado en las coordenadas de inicio 18.929952°, -99.768881°y fin 19.070072°, -99.802336°. Tiene una longitud total de 38 km, con casi 20km en terracerías, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 996. Conecta a Coatepec Harinas con Nevado de Toluca.

TRAMO 16-IX0099. KM 32.0 (ZINACANTEPEC-SULTEPEC)-CHILTEPEC-COATEPECHARINAS-IXTAPAN DE LA SAL.

Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal está situado en las coordenadas de inicio 19.012897°, -99.900760° y fin 18.840205°, -99.678892°. Tiene una longitud total de 57.70 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.32 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,045. Conecta la Carretera la Puerta-Sultepec con Ixtapan de la Sal.

TRAMO 17-IX0098. CHILTEPEC-LAS VUELTAS.

Chiltepec-Las Vueltas está situado en las coordenadas de inicio 18.911807°, -99.834625° y fin 18.904119°, -99.855243°. Tiene una longitud total de 5 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 449.

TRAMO 18-IX0092. KM 47.0 (ZINACANTEPEC - SULTEPEC)- ALMOLOYA DE ALQUISIRAS- ZACUALPAN.

Km 47.0 (Zinacantepec - Sultepec)- Almoloya de Alquisiras- Zacualpan está situado en las coordenadas de inicio 18.915112°, -99.938740° y fin 18.723245°, -99.775485°. Tiene una longitud total de 43 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.3 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,341. Conecta la Carretera La Puerta-Sultepec con Zacualpan.

TRAMO 19-IX000. SAN ANTONIO DEL ROSARIO-ZACUALPAN.

San Antonio del Rosario-Zacualpan está situado en las coordenadas de inicio 18.397835°, -100.309214° y fin 18.603625°, -100.021537°. Tiene una longitud total de 51.40 km, cuenta con un ancho de calzada de 6 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 430.

TRAMO 20-IX0097. KM. 0.4 (VUELTA DEL AGUA-ALMOLOYA)-ARROYO SECO-CHIQUIONTEPEC-CAPULMANCA.

Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca está situado en las coordenadas de inicio 18.912766°, -99.935229° y fin 18.899203°, -99.898947°. Tiene una longitud total de 7.2 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 488.

TRAMO 21-IX1098. ALMOLOYA DE ALQUISIRAS-LAS MESAS.

Almoloya de Alquisiras-Las Mesas está situado en las coordenadas de inicio 18.865574°, -99.887002° y fin 18.890486°, -99.861977°. Tiene una longitud total de 6.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m con, carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 495.

TRAMO 22-IX0152. TENANCINGO-TENERIA-TECOMATLÁN-SAN SIMÓN EL ALTO.

Tenancingo-Teneria-Tecomatlán-San Simón El Alto está situado en las coordenadas de inicio 18.962225°, -99.586048° y fin 18.995504°, -99.504075° °. Tiene una longitud total de 12.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.46 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 11,204. Conecta a Tenancingo de Degollado con San Simón el Alto.

TRAMO 23-IX0154. TENERÍA-SAN NICOLÁS.

Tenería-San Nicolás está situado en las coordenadas de inicio 18.951417°, -99.542873° y fin 18.972208°, -99.494490°. Tiene una longitud total de 7.60 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.24 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,587.

TRAMO 24-IX0159. TENANCINGO-EL CARMEN.

Tenancingo-EL Carmen está situado en las coordenadas de inicio 18.956430°, -99.591153° y fin 18.921907°, -99.556183°. Tiene una longitud total del tramo de 8.60 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.54 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,449. Conecta al paseo de los Insurgentes y con El Carmen.

TRAMO 25-IX0166.TENANCINGO-ZUMPAHUACÁN-SAN GASPAR- LIMITES EDO. DE MÉXICO/MORELOS (SAN ANDRÉS NICOLÁS BRAVO).

Tenancingo-Zumpahuacán-San Gaspar-Limites Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo) está situado en las coordenadas de inicio 18.962189°, -99.586182° y fin 18.759998°, -99.464435°. Tiene una longitud total de 44.30 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.34 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 4,100. Conecta a Tenancingo de Degollado con Chavarría.

TRAMO 26-IX1031. SAN FRANCISCO TEPEXOXUCA-SAN PEDRO TECHUCHULCO.

San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco está situado en las coordenadas de inicio 19.047347°, -99.541709° y fin 19.112571°, -99.530285° (Estas coordenadas se corresponden con el tramo auscultado, de 10.25 km). Tiene una longitud total de 18.50 km (dato oficial de Junta de Caminos), cuenta con un ancho de calzada de 7.24 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,386. Conecta a Joquicingo de León Guzmán con Santa María Jajalpa.

TRAMO 27-IX1463. KM. 5.7 (JAJALPA-SAN FRANCISCO TEPEXOXUCA)-JOQUICINGO.

Km. 5.7 (Jajalpa-San Francisco Tepexoxuca)-Joquicingo está situado en las coordenadas de inicio 19.072282°, -99.533676°y fin 19.050578°, -99.533296°. Tiene una longitud total de 3 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 4,548, Conecta con Joquicingo de León Guzmán.

TRAMO 28-IX6207. LIBRAMIENTO DE TECHUCHULCO.

Libramiento de Techuchulco está situado en las coordenadas de inicio 19.113203°, -99.537028° y fin 19.112561°, -99.530807°. Tiene una longitud total de 1.23 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 10,685.

TRAMO 29-IX0185. KM.33.9 (MALINALCO-CHALMA)-LIMITE CON EDO. DE MÉXICO/MORELOS (SAN ANDRÉS NICOLÁS BRAVO).

Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo) está situado en las coordenadas de inicio 18.914439°, -99.456686° y fin 18.769311°, -99.463587°. Tiene una longitud total de 29.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,227.

TRAMO 30-IX0189. PUENTE CAPORAL-TEPEHUAJES-E. C. KM. 12.0 (A SAN ANDRÉS NICOLAS BRAVO).

Puente Caporal-Tepehuajes-E. C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolas Bravo) está situado en las coordenadas de inicio 18.902092°, -99.455014° y fin 18.859234°, -99.446545°. Tiene una longitud total del tramo de 6.60 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 724. Conecta el puente Caporal con Los Tepehuajes.

TRAMO 31-IX0200. SANTIAGO TIANGUISTENCO-CHALMA.

Santiago Tianguistenco-Chalma está situado en las coordenadas de inicio 19.107363°, -99.414780° y fin 18.929926°, -99.433522°. Tiene una longitud total de 30.20 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,134.

TRAMO 32-IX0198. KM. 19.8 (MÉXICO-CHALMA)-LAGUAS DE ZEMPOALA (LIMITES EDO. DE MÉXICO/MORELOS).

Km. 19.8 (México-Chalma)-Laguas de Zempoala (Limites Edo. de México/Morelos) está situado en las coordenadas de inicio 19.058330°, -99.382244° y fin 19.051571°, -99.311941°. Tiene una longitud total de 15 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 184. Conecta a Coyoltepec con Lagunas de Zempoala.

TRAMO 33-IX0193. KM. 29.2 (MÉXICO-CHALMA)- LIMITES EDO. DE MÉXICO/MORELOS (CUERNAVACA).

Km. 29.2 (México-Chalma)-Limites Edo. de México/Morelos (Cuernavaca) está situado en las coordenadas de inicio 18.997454°, -99.418346° y fin 18.977943°, -99.308912°. Tiene una longitud total de 25.70 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,619. Conecta con Carretera (Santa Mónica).

TRAMO 34-IX0194. KM. 24.6 (OCUILAN-CUERNAVACA)-TLATEMPAN-AHUATENCO.

Km. 24.6 (Ocuilan-Cuernavaca)-Tlatempan-Ahuatenco está situado en las coordenadas de inicio 18.977799°, -99.308642° y fin 18.947178°, -99.334048°. Tiene una longitud total de 10.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.34 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 691.

TRAMO 35-IX0192. KM. 31.3 (MÉXICO-CHALMA)-OCUILAN-E. C. (CUERNAVACA).

Km. 31.3 (México-Chalma)-Ocuilan-E. C. (Cuernavaca) está situado en las coordenadas de inicio 18.977799°, -99.308642° y fin 18.947178°, -99.334048°. Tiene una longitud total de 4.20 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.14 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,501.

TRAMO 36-IX6208. LIBRAMIENTO DEL AHUEHUETE.

Libramiento del Ahuehuete este situado en las coordenadas de inicio 18.970722°, -99.438499° y fin 18.968412°, -99.429435°. Tiene una longitud total de 1.20 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, dos carriles por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,304.

TRAMO 37-IX0196. SANTA MÓNICA-SANTA CRUZ TEZONTEPEC.

Santa Mónica-Santa Cruz Tezontepec está situado en las coordenadas de inicio 18.990180°, -99.421373° y fin 19.023132°, -99.465946°. Tiene una longitud total de 7.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.64 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,203. Conecta con Santa Mónica y Piaxtla Amola.

TRAMO 38-IX0036. ZINACANTEPEC-SULTEPEC-SAN MIGUEL TOTOLMALOYA.

Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya está situado en las coordenadas de inicio 19.213552°, -99.806546° y fin 18.637569°, -99.978721°. Tiene una longitud total de 106 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.26 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 4,843. Conecta con Carretera Ciudad Altamirano-Toluca y Sultepec.

TRAMO 39-IX1033. LIBRAMIENTO DE SULTEPEC.

Libramiento de Sultepec está situado en las coordenadas de inicio 18.869030°, -99.966962° y fin 18.854081°, -99.966905°. Tiene una longitud total de 3.60 km, cuenta con un ancho de calzada de 7 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,633. Conecta con Carretera la Puerta-Sultepec y Carretera Sultepec-Texcaltitlán.

TRAMO 40-IX0033. AMATEPEC-LA GOLETA-SULTEPEC.

Amatepec-La Goleta-Sultepec está situado en las coordenadas de inicio 18.678751°, -100.179061° y fin 18.697691°, -100. 084513°.Tiene una longitud total de 43.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 649. Conecta con La Goleta y Sultepec.

TRAMO 41-IX0057. KM. 53.4 (ZINACANTEPEC-SULTEPEC)-E.C. (TEJUPILCO-AMATEPEC).

Km. 53.4 (Zinacantepec-Sultepec)-E.C. (Tejupilco-Amatepec) está situado en las coordenadas de inicio 18.868446°, -100.002741° y fin 18.864560°, -100.137536°. Tiene una longitud total de 9.80 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 425. Conecta con Carbajal y Carretera la Puerta-Sultepec.

TRAMO 42-TE0001. SAN ANTONIO DEL ROSARIO-ZACUALPAN.

San Antonio del Rosario-Zacualpan está situado en las coordenadas de inicio 18.397835°, -100.309214° y fin 18.603625°, -100.021537°. Tiene una longitud total de 65.20 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.5 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 246. Conecta con San Antonio del Rosario.

TRAMO 43-TE0002. KM.133.4 (TOLUCA-CD. ALTAMIRANO)-CERRO DEL CAMPO -SAN PEDRO LIMÓN-LÍM. MÉX./GRO.

Km.133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo -San Pedro Limón-Lím. Méx. /Gro. está situado en las coordenadas de inicio 18.806687°, -100.310378° y fin 18.372520°, -100.273310°. Tiene una longitud total de 65

km, cuenta con un ancho de calzada de 7.38 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,247. Conecta con Ciudad Altamirano-Toluca y Palos Altos.

TRAMO 44-TE0045. KM. 103.5 (TOLUCA-CD. ALTAMIRANO) EL ESTANCO-EL CORUPO.

Km. 103.5 (Toluca-Cd. Altamirano) El Estanco-El Corupo está situado en las coordenadas de inicio 18.900588°, -100.168477° y fin 18.807133°, -100.310503°. Tiene una longitud total de 37.40 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.22 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 507. Conecta con Av. Lázaro Cárdenas.

TRAMO 45-TE0046. EL SALITRE-NANCHITITLA.

El Salitre-Nanchititla está situado en las coordenadas de inicio 18.873152°, -100.280169° y fin 18.86702, -100.456903°. Tiene una longitud total de 31.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.26 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 146.

TRAMO 46-TE0050. ZULUAPAN-ZACAZONAPAN-LUVIANOS-CUADRILLA DE LÓPEZ.

Zuluapan-Zacazonapan-Luvianos-Cuadrilla de López está situado en las coordenadas de inicio 19.138868°, -100.311611° y fin 18.877011°, -100.227690°. Tiene una longitud total de 50.20 km, con casi 12km en terracerías, cuenta con un ancho de calzada de 7.64 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,031. Conecta con Zuluapan y Cuadrilla de López.

TRAMO 47-TE3049. VALLE DE BRAVO-SANTO TOMÁS DE LOS PLÁTANOS-ZULUAPAN -LÍM. MÉX./MICH.

Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx./Mich está situado en las coordenadas de inicio 19.223286°, -100.130494°y fin 19.083142°, -100.408678°. Tiene una longitud total de 70 km, un ancho de calzada de 7.46 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 5,453. Conecta con Toluca-Valle.

TRAMO 48-TE0250. KM. 7.5 (TOLUCA-MORELIA) SAN FRANCISCO TLALCILALCALPAN-VALLE DE BRAVO.

Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo está situado en las coordenadas de inicio 19.291339°, -99.919107° y fin 19.204511°, -100.133354°. Tiene una longitud total de 36.50 km, un ancho de calzada de 7.52 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 4,662.

TRAMO 49-TE0338. KM. 36.4 (TOLUCA-VALLE DE BRAVO)-TURCIO.

Km. 36.4 (Toluca-Valle de Bravo)-Turcio está situado en las coordenadas de inicio 19.283698°, -99.937283° y fin 19.332950°, -99.968960°. Tiene una longitud total de 8.80 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 510.

TRAMO 50-TE3048. SAN NICOLÁS TOLENTINO-IXTAPAN DEL ORO-LÍM. MEX/MICH.

San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Mex/Mich está situado en las coordenadas de inicio 19.181955°, -100.240514° y fin 19.217430°, -100.347390°. Tiene una longitud total de 46 km, con casi 12 km en terracerías, un ancho de calzada de 7.38 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 393. Conecta con Carretera Colorines- Santo Tomas de los Plátanos.

TRAMO 51-TE1016. KM. 24.8 (A IXTAPAN DEL ORO) CHIRIMOYO-SAN JUAN XOCONUSCO-EL CAPULÍN-LLANO, REDONDO-LÍM. MÉX./MICH.

Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) Chirimoyo-San Juan Xoconusco-El Capulín-Llano, Redondo-Lím. Méx. /Mich. está situado en las coordenadas de inicio 19.301491°, -100.234107°y fin 19.348567°, -100.307225°. Tiene una longitud total de 14.50 km, un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,874.

TRAMO 52-TE1374. KM. 19.5 (A IXTAPAN DEL ORO) DONATO GUERRA.

Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) Donato Guerra está situado en las coordenadas de inicio 19.318477°, -100.216207° y fin 19.310081°, -100.145810°. Tiene una longitud total de 8.80 km, un ancho de calzada de 8.42 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,395. Conecta con Donato Guerra.

TRAMO 53-TE0374. EL SALITRE-NANCHITITLA KM.17.0 (MONUMENTO-VALLE DE BRAVO) DONATO GUERRA.

El Salitre-Nanchititla Km.17.0 (Monumento-Valle de Bravo) Donato Guerra está situado en las coordenadas de inicio 19.298957°, -100.115125° y fin 19.307651°, -100.144706°. Tiene una longitud total de 6.80 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,074. Conecta carretera Federal.

TRAMO 54-TE0376. KM. 63.5 (TOLUCA-MORELIA) - IXTAPAN DEL ORO.

Km. 63.5 (Toluca-Morelia) - Ixtapan del Oro está situado en las coordenadas de inicio 19.410647°, -100.141415° y fin 19.264976°, -100.266051°. Tiene una longitud total de 31.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.28 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,335. Conecta carretera Federal e Ixtapan del Oro.

TRAMO 55-TE1376. LIBRAMIENTO SAN JOSÉ VILLA DE ALLENDE.

Libramiento San José Villa de Allende está situado en las coordenadas de inicio 19.379443°, -100.148260° y fin 19.372325°, -100.150895°. Tiene una longitud total de 1.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 10 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,191.

TRAMO 56-TE0004. LOS OCOTES-SANTA ANA ZICATECOYACAN-E. KM. 10.2 (SAN ANTONIO DEL ROSARIO-ZACUALPAN).

Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyacan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan) está situado en las coordenadas de inicio 18.632939°, -100.197201° y fin 18.436274°, -100.244879°. Tiene una longitud total de 33.30 km, un ancho de calzada de 7 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 763.

TRAMO 57-TE0024. PUERTO FRIO-CERRO DEL CAMPO.

Puerto Frio-Cerro del Campo está situado en las coordenadas de inicio 18.659960°, -100.196589° y fin 18.662517°, -100.272337°. Tiene una longitud total de 12.30 km, un ancho de calzada de 7 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 669.

TRAMO 58-TE0031. KM. 12.1 (EL GRUPO NUEVO COPALTEPEC)-PALMAR CHICO.

Km. 12.1 (El Grupo Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico está situado en las coordenadas de inicio 18.712014°, -100.3296620 y fin 18.702773, -100.367330°. Tiene una longitud total de 10.40 km, un ancho de calzada de 6.5 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,685.

TRAMO 59-TE0017. KM. 146.0 (TOLUCA-CD. ALTAMIRANO)-PALMAR CHICO-PALMAR GRANDE.

Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande está situado en las coordenadas de inicio 18.777236°, -100.438957° y fin 18.581061°, -100.409336°. Tiene una longitud total de 36.90 km, cuenta con un ancho de calzada de 6 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 236. Conecta con carretera Federal.

TRAMO 60-TE3032. LIBRAMIENTO DE AMATEPEC.

Libramiento de Amatepec está situado en las coordenadas de inicio 18.690247°, -100.188666° fin 18.678216°, -100.185537°. Tiene una longitud total de 2.90 km, cuenta con un ancho de calzada de 8.46 metro con un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,238.

TRAMO 61-TE0033. AMATEPEC-LA GOLETA-SULTEPEC.

Amatepec-La Goleta-Sultepec está situado en las coordenadas de inicio 18.678751°, -100.179061° y fin 18.697691°, -100.084513°. Tiene una longitud total de 18 km, un ancho de calzada de 6 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 481.

TRAMO 62-TE0032. TEJUPILCO-AMATEPEC-TLATLAYA.

Tejupilco-Amatepec-Tlatlaya está situado en las coordenadas de inicio 18.899795°, -100.149115° y fin 18.616379°, -100.207982°. Tiene una longitud total de 49.20 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.46 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 4,646.

TRAMO 63-TE0057. KM. 53.4 / (LA PUERTA-SULTEPEC)-E. KM.5.0 (TEJUPILCO-TLATLAYA).

km. 53.4 / (La Puerta-Sultepec)-E. Km.5.0 (Tejupilco-Tlatlaya) está situado en las coordenadas de inicio 18.868446°, -100.002741°, fin 18.864560°, -100.137536° tiene una longitud total del tramo de 26 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 805.

TRAMO 64-TE1063. LIBRAMIENTO DE TEJUPILCO.

Libramiento de Tejupilco está situado en las coordenadas de inicio 18.920619° -100.146236° fin 18.880126°, -100.141139°. Tiene una longitud total de 5.90 km, cuenta con un ancho de calzada de 10 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 11,483.

TRAMO 65-TE0076. KM.76.3 (TOLUCA-CD. ALTAMIRANO) SAN SIMÓN DE GUERRERO.

Km.76.3 (Toluca-Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero está situado en las coordenadas de inicio 19.014363°, -100.051927° y fin 19.023300°, -100.008648°. Tiene una longitud total de 6.10 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.5 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,549. Conecta con la carretera Federal.

TRAMO 66-TE1076. SAN SIMÓN DE GUERRERO-LAS JUNTAS.

San Simón de Guerrero-Las Juntas está situado en las coordenadas de inicio 19.019472°, -99.999609° y fin 19.024719°, -99.906093°. Tiene una longitud total de 21 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.98 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 73. Conecta con la carretera Federal.

TRAMO 67-TE6019. SAN SIMÓN DE GUERREROS-SAN ANDRÉS DE LOS GAMA.

San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama está situado en las coordenadas de inicio 19.023820°, -100.005672° y termino 19.036047°, -99.969459° tiene una longitud total del tramo de 7 km, un carril por sentido, un ancho de calzada de 7.5 m y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 309. Conecta con la carretera Federal.

TRAMO 68-TE0081. KM. 45.7 (TOLUCA-CD. ALTAMIRANO) TEQUESQUIPAN.

Km. 45.7 (Toluca-Cd. Altamirano) Tequesquipan está situado en las coordenadas de inicio 19.120608, -99.936338° y fin 19.059593°, -99.945501°. Tiene una longitud total de 7.90 km, cuenta con un ancho de calzada de 8.32 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,088. Conecta con la carretera Federal.

TRAMO 69-TE6023. TEMASCALTEPEC-LAS JUNTAS.

Temascaltepec-Las Juntas está situado en las coordenadas de inicio 19.042041°, -100.039156° y fin 19.022114°, -99.897983°. Tiene una longitud total del tramo de 27.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 10 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 749. Conecta carretera Federal.

TRAMO 70-TE0071. KM. 13.5 (EL FRESNO-TEMASCALTEPEC) SAN PEDRO TENAYAC -ZACAZONAPAN.

Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec) San Pedro Tenayac -Zacazonapan está situado en las coordenadas de inicio 19.059769°, -100.057883° y fin 19.067462°, -100.250464°. Tiene una longitud total de 33.60 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.24 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,280. Conecta con la carretera Federal.

TRAMO 71-TE0086. EL FRESNO-TEMASCALTEPEC.

El Fresno-Temascaltepec este situado en las coordenadas de inicio 19.146223°, -100.068732° y fin 19.047207°, -100.053491°. Tiene una longitud total de 17.80 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 3,578. Conecta con la carretera Federal.

TRAMO 72-TE0087. KM.30.8 (VALLE DE BRAVO-SAN FRANCISCO DE LOS RANCHOS) CIRCUITO AVÁNDARO.

Km.30.8 (Valle de Bravo-San Francisco de los Ranchos) Circuito Avándaro está situado en las coordenadas de inicio 19.161890°, -100.108748° y fin 19.163587°, -100.128161°. Tiene una longitud total de 10.60 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.2 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,185. Conecta con la Carretera Federal.

TRAMO 73-TE3054. ACCESO AVÁNDARO.

Acceso Avándaro está situado en las coordenadas de inicio 19.181739°, -1 00.122674° y termino 19.163895°, -100.127661°. Tiene una longitud total de 4.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 8.28 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 5,247. Conecta con Valle de bravo y Avándaro.

TRAMO 74-TE0083. KM. 40.5 (TOLUCA-CD. ALTAMIRANO) VALLE DE BRAVO.

Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano) Valle de Bravo está situado en las coordenadas de inicio 19.147458°, -99.915400° y fin 19.187083°, -100.127636°. Tiene una longitud total de 36.30 km, cuenta con un ancho de calzada

de 7.2 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 1,1345. Conecta carretera Toluca-Ciudad Altamirano y Valle de Bravo.

TRAMO 75-TL0036. LA PUERTA SULTEPEC-SAN MIGUEL TOTOLMALOYA.

La Puerta Sultepec-San Miguel Totolmaloya está situado en las coordenadas de inicio 19.213552°, -99.806546° y fin 18.637569°, -99.978721°. Tiene una longitud total de 17.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.78 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,982. Conecta con carretera Toluca-Ciudad Altamirano y La Loba.

TRAMO 76-TL0306. KM. 7.5 (LA PUERTA-SULTEPEC) NEVADO DE TOLUCA.

Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca está situado en las coordenadas de inicio 19.154707°, -99.804780° y termino 19.106358°, -99.758547°. Tiene una longitud total de 20 km en terracerías, cuenta con un ancho de calzada de 7.20 m, un carril por sentido. No se cuenta con datos de TDPA. Conecta con Carretera Federal y Parque Nevado de Toluca.

TRAMO 77-TL0245. KM. 10.1 (TOLUCA-TEMASCALTEPEC) ZINACANTEPEC.

Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca está situado en las coordenadas de inicio 19.285650°, -99.735165° y fin 19.252611°, -99.742618°. Tiene una longitud total de 3.80 km, cuenta con un ancho de calzada de 10 m, dos carriles por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 16,074. Conecta con Carretera Del Pacifico y Zinacantepec.

TRAMO 78-TL0250. KM. 7.5 (TOLUCA-MORELIA) VALLE DE BRAVO.

Km. 7.5 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo está situado en las coordenadas de inicio 19.297526°, -99.760136° y termino 19.297787°,-99.792575°. Tiene una longitud total de 3.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 8.70 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 21,794. Conecta con Carretera Toluca-Morelia y San Francisco Tlalcilalcalpan.

TRAMO 79-TL8002. CALIMAYA-SAN FELIPE TLALMIMILOLPAN.

Calimaya-San Felipe Tlalmimilolpan está situado en las coordenadas de inicio 19.165788°,-99.617780° y termino 19.236339°, -99.641938°. Tiene una longitud total de 9 km, cuenta con un ancho de calzada de 10 m, un carril por sentido, y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,493. Conecta con Calimaya y San Felipe Tlalmimilolpan.

TRAMO 80-TL0211. KM.12.5 (TOLUCA-METEPEC-TENANGO) CALIMAYA-ZARAGOZA.

Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza está situado en las coordenadas de inicio 19.161945°, -99.617876° y termino 19.147072°, -99.645726°. Tiene una longitud total de 3.80 km, cuenta con un ancho de calzada de 10 m, dos carriles por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 10,339. Conecta con Zaragoza de Guadalupe con Calimaya de Diaz González.

TRAMO 81-TL0337. TOLUCA-METEPEC-TENANGO DEL VALLE.

Toluca-Metepec-Tenango del Valle está situado en las coordenadas de inicio 19.274971°, -99.646682° y fin 19.103498°, -99.586695°. Tiene una longitud total del tramo de 23.50 km, cuenta con un ancho de calzada de 10 m, tres carriles por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 76,771. Conecta con Toluca y Tenango del Arista.

TRAMO 82-TL1031. SAN FRANCISCO TEPEXOXUCA-SAN PEDRO TECHOCHULCO Y LIBRAMIENTO.

San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento está situado en las coordenadas de inicio 19.047347°, -99.541709° y fin 19.112571°, -99.530285°. Tiene una longitud total de 11 km, cuenta con un ancho de calzada de 7.24 m, un carril por sentido y un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 2,178. Conecta con Av. Lázaro Cárdenas y Joquicingo de León Guzmán.

2.5.2 INVENTARIO Y AUSCULTACIÓN

La condición que presentan los diversos activos que componen la infraestructura carretera incide en gran medida en la forma en la que esta se desempeña, definiendo la percepción que se genera en el usuario al transitar por ella y su estado de conservación.

Con el fin de conocer el estado actual que presentan los diversos componentes de los pavimentos del Sur – Estado de México, la Junta de Caminos del Estado de México contrató un estudio para la auscultación de pavimentos y el inventario vial de la red de caminos del Sur.

Los estudios de partida referentes a la Auscultación e Inventario han sido realizados por la empresa Servicios Mexicanos de Ingeniería Civil S.A. de C.V (SEMIC) para la Junta de Caminos del Estado de México en el mes de diciembre de 2018.

Los estudios incluyen:

- Auscultación de pavimentos:
    a. Medición de deflexiones
    b. Medición de los espesores de capas del pavimento con Georradar
    c. Sondeos en pavimentos
    d. Índice internacional de rugosidad (IRI).
    e. Profundidad de las roderas (PR).
    f. Medición de la macrotextura (MAC).
    g. Medición del Coeficiente de Fricción.
    h. Medición del agrietamiento de la superficie de rodamiento.
    i. Inspección visual del deterioro
- Geometría e inventario:
    a. Datos geométricos
    b. Medición de la altimetría, planimetría
    c. Inventarios:
        i. Inventario y descripción de señalamiento horizontal y señalamiento vertical.
        ii. Inventario e inspección de elementos de seguridad.
        iii. Inspección y descripción del cercado de derecho de vía y accesos irregulares.
        iv. Inventario y descripción de establecimientos y asentamientos ubicados dentro del derecho de vía y zonas aledañas.
        v. Inventario y descripción de cortes y terraplenes.
        vi. Inventario e inspección de obras de drenaje.

vii. Inventario de estructuras.

viii. Inventario y descripción de obras diversas.

d. Medición de retrorreflexión en señalamiento horizontal y vertical

e. Inspección detallada de obras de drenaje

f. Filmación de video digital panorámico.

Se incluye en el Anexo A el informe final de estos trabajos, junto con una copia en formato digital de toda la documentación generada en los mismos.

Se presentan en la tabla siguiente los valores promedio de las características físicas de los tramos de acuerdo a los trabajos de campo facilitados.

Se presenta el símbolo S/D donde no se cuenta con datos de los trabajos de campo.

Tabla 15.Inventario e Indicadores de estado (Promedios por tramo) .

N.º	ID	SEP. CALZADA O CARRILES	TIPO PAVIMEN-TO	CARRILES POR SENTIDO	ACOTA MIENTO	AN-CHO	I MA X %	TIPO TERRENO	IRI	PR	CF	MAC	FISURA-CIÓN	DEFLE-XIÓN
1	IX6204	camellón	flexible	3	no	9.5	4.2	lomerío	4.57	4.99	0.58	1.46	9%	0.52
2	IX6209	línea	flexible	1	no	7.5	4.7	lomerío	4.54	3.75	0.35	0.60	10%	0.79
3	IX0123	línea	flexible	1	no	6	4.4	lomerío	6.67	4.11	0.56	0.83	2%	1.04
4	IX0114	Un carril	flexible	1	no	6	2.5	llano	7.03	6.92	0.49	1.94	30%	1.46
5	IX0130	Un carril	flexible	1	no	5	5.6	montaños o	5.58	5.15	0.48	0.93	6%	1.40
6	IX0175	no	Terracería	1	no	4	1.5	llano	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1.26
7	IX0141	línea	flexible	1	no	6	3.3	lomerío	6.81	5.07	0.48	1.00	23%	0.96
8	IX0113	línea	flexible	1	no	6.5	2.1	llano	5.2	4.19	0.53	1.00	13%	1.03
9	IX0108	línea	flexible	1	no	6	3.9	lomerío	6.53	8.65	0.53	1.48	36%	0.94
10	IX1141	línea	flexible	1	no	6.5	5.3	montaños o	2.71	3.89	0.49	0.48	0%	1.30
11	IX0136	línea	Terracería/Flexible	1	no	6.5	3	lomerío	5.31	6.07	0.54	0.85	1%	0.86
12	IX1130	línea	flexible	1	no	6.5	4.2	lomerío	3.28	4.64	0.55	0.83	9%	1.32
13	IX0142	línea	flexible	1	no	6	4.3	lomerío	4.37	5.36	0.38	0.79	17%	1.31
14	IX3206	línea	flexible	1	no	6.5	3.8	lomerío	5.22	5.48	0.30	0.93	29%	1.67
15	IX0390	línea	flexible	1	no	6.5	4.9	lomerío	3.7	4.41	0.57	0.83	30%	1.25
16	IX0099	línea	flexible	1	no	6.5	4.1	lomerío	5.1	6.97	0.47	1.09	8%	1.17

N.º	ID	SEP. CALZADA O CARRILES	TIPO PAVIMEN-TO	CARRILES POR SENTIDO	ACOTA MIENTO	AN-CHO	I MA X %	TIPO TERRENO	IRI	PR	CF	MAC	FISURA-CIÓN	DEFLE-XIÓN
17	IX0098	línea	flexible	1	no	6.5	3.1	lomerío	5.94	6.5	0.58	1.38	8%	1.21
18	IX0092	línea	flexible	1	no	7	3.5	lomerío	4.15	4.52	0.57	0.86	6%	0.93
19	IX0001	línea	flexible	1	no	6	0	llano	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
20	IX0097	línea	flexible	1	no	6.5	4	lomerío	9.01	4.03	0.56	0.92	1%	0.61
21	IX1098	línea	flexible	1	no	7	4.3	lomerío	4.88	4.82	0.53	0.97	29%	1.10
22	IX0152	línea	flexible	1	no	7	3.1	lomerío	5.31	6.42	0.44	0.78	26%	1.34
23	IX0154	línea	flexible	1	no	6.5	4.6	lomerío	5.69	3.19	0.55	0.72	3%	0.96
24	IX0159	línea	flexible	1	no	6	4.6	lomerío	4.41	3.45	0.56	0.43	5%	1.04
25	IX0166	línea	flexible	1	no	6	4	lomerío	5.87	6.37	0.36	0.99	50%	0.84
26	IX1031	línea	flexible	1	no	6.5	4	lomerío	5.45	5.88	0.57	1.12	21%	1.14
27	IX1463	línea	flexible	1	no	6.5	4.9	lomerío	6.05	10.11	0.44	0.90	33%	1.93
28	IX6207	línea	flexible	1	si	9	0.7	llano	5.26	3.42	0.49	0.89	17%	1.41
29	IX0185	línea	flexible	1	no	6	4.5	lomerío	4.66	5.24	0.49	S/D	24%	0.88
30	IX0189	línea	flexible	1	no	6	3.6	lomerío	4.01	3.12	0.57	0.64	3%	0.98
31	IX0200	línea	flexible	1	no	6	4.7	lomerío	4.4	6.6	0.52	0.71	24%	1.06
32	IX0198	línea	flexible	1	no	6	5	montaños o	5.61	7.54	0.51	1.59	69%	1.58
33	IX0193	línea	flexible	1	no	6	3.9	lomerío	3.68	3.74	0.45	0.85	1%	1.01
34	IX0194	línea	flexible	1	no	6	6.2	montaños o	5.3	4.64	0.59	0.80	14%	1.98
35	IX0192	línea	flexible	1	no	6.5	5.6	montaños o	5.48	4.86	0.48	0.74	17%	1.56
36	IX6208	línea	flexible	2	si	6	7.8	montaños o	5.01	5.92	0.63	0.75	58%	1.52
37	IX0196	línea	flexible	1	no	6	3.7	lomerío	5.47	4.31	0.52	1.07	8%	1.53
38	IX0036	línea	flexible	1	no	6	3.9	lomerío	3.56	5.31	0.54	0.93	9%	0.71
39	IX1033	línea	flexible	1	no	7	6	montaños o	5.32	3.71	0.56	0.53	4%	1.18

N.º	ID	SEP. CALZADA O CARRILES	TIPO PAVIMEN-TO	CARRILES POR SENTIDO	ACOTA MIENTO	AN-CHO	I MA X %	TIPO TERRENO	IRI	PR	CF	MAC	FISURA-CIÓN	DEFLE-XIÓN
40	IX0033	línea	flexible	1	no	6.5	0	llano	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
41	IX0057	línea	flexible	1	no	6	4.9	lomerío	5.01	6.72	0.65	1.08	9%	0.89
42	TE0001	línea	Terracería/Flexible	1	no	7.5	0	llano	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
43	TE0002	línea	flexible			7	3.3	lomerío	6.17	5.9	0.43	1.12	26%	0.92
44	TE0045	línea	flexible	1	no	6	4.8	lomerío	3.3	5.38	0.45	0.82	7%	0.53
45	TE0046	línea	flexible	1	no	6.5	5.1	montañoso	3.66	3.31	0.49	0.97	0%	1.30
46	TE0050		flexible			6	4.2	lomerío	4.68	5.66	0.46	0.70	8%	0.77
47	TE3049		flexible			6	4	lomerío	4.66	4.94	0.47	1.05	12%	0.80
48	TE0250		flexible			6	3.7	lomerío	4.2	4.62	0.59	1.28	5%	0.97
49	TE0338	línea	flexible	1	no	5.5	3.6	lomerío	3.33	3.99	0.50	1.23	6%	1.66
50	TE3048		Flexible/ terracería			5	3.5	lomerío	5.25	6.23	0.57	0.91	27%	0.80
51	TE1016		flexible			6	4.2	lomerío	6	6.2	0.53	1.30	30%	1.96
52	TE1374		flexible			6	2.3	llano	4.06	3.95	0.48	0.82	2%	1.10
53	TE00374	línea	flexible	1	no	6	5.2	montañoso	4.08	5.76	0.54	0.69	10%	1.32
54	TE0376	línea	flexible	1	no	6	4.6	lomerío	5.48	7.59	0.56	1.04	30%	1.75
55	TE1376	línea	flexible	1	no	6	2.5	llano	5.27	4.45	0.51	0.88	16%	1.75
56	TE0004	S/D	flexible	S/D	S/D	7	4.9	lomerío	4.54	4.57	0.50	0.72	51%	S/D
57	TE0024	S/D	flexible	S/D	S/D	7	5	montañoso	6.49	5.76	0.46	0.88	30%	S/D
58	TE0031	S/D	flexible	S/D	S/D	6.5	3.7	lomerío	6.76	6.04	0.43	0.87	37%	S/D
59	TE0017	línea	flexible	1	no	6	0	llano	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
60	TE3032	línea	flexible	1	no	6.5	4.3	lomerío	3.65	4.08	0.49	0.48	50%	1.34
61	TE0033	S/D	flexible	S/D	S/D	6	4.8	lomerío	4.22	4.63	0.50	0.69	62%	S/D
62	TE0032	línea	flexible	1	no	7	4.4	lomerío	4.74	4.60	0.47	0.68	44%	1.03

N.º	ID	SEP. CALZADA O CARRILES	TIPO PAVIMEN-TO	CARRILES POR SENTIDO	ACOTA MIENTO	AN-CHO	I MA X %	TIPO TERRENO	IRI	PR	CF	MAC	FISURA-CIÓN	DEFLE-XIÓN
63	TE0057	línea	flexible	1	no	7	3.9	lomerío	7.43	7.69	0.46	1.28	3%	1.15
64	TE1063	línea	flexible	1	no	7.5	3.2	lomerío	8.73	7.63	0.42	1.15	32%	1.48
65	TE0076	línea	flexible	1	no	6	4.7	lomerío	6.67	7.32	0.57	1.39	27%	0.86
66	TE1076	línea	flexible	1	no	5	5.2	montaños o	5.76	3.39	0.59	1.05	2%	1.34
67	TE6019	línea	flexible	1	no	7	3.2	lomerío	5.2	5.62	0.54	1.33	0%	0.94
68	TE0081	línea	flexible	1	no	7	3.6	lomerío	5.72	4.08	0.57	1.18	7%	0.99
69	TE6023	línea	flexible	1	no	7	4.7	lomerío	5.31	5.08	0.49	0.73	8%	1.19
70	TE0071	línea	flexible	1	no	6	4.2	lomerío	5.26	5.13	0.55	0.94	8%	0.93
71	TE0086	línea	flexible	1	no	6	4.6	lomerío	4.57	4.84	0.55	0.82	14%	1.03
72	TE0087	línea	flexible	1	no	6.5	4	lomerío	5.28	4.43	0.61	1.51	2%	0.98
73	TE3054	línea	flexible	1	no	7	5.1	montaños o	6.37	4.29	0.64	0.62	7%	0.86
74	TE0083	línea	flexible	1	no	8.4	4.2	lomerío	4.49	7.42	0.54	1.07	23%	0.92
75	TL0036	línea	flexible	1.00	no	6.72	3.9	lomerío	3.07	5.08	0.63	0.84	4%	0.76
76	TL0306	no	Terracerías	1.00	no	6.17	4.6	lomerío	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
77	TL0245	camellón	flexible	2.00	no	16.12	1.9	llano	4.81	4.76	0.47	0.69	24%	0.84
78	TL0250	línea	flexible	1.00	si	7.00	1.9	llano	3.72	7.38	0.48	0.99	5%	0.62
79	TL8002	línea	flexible	1.00	no	7.00	2.5	llano	7.19	5.90	0.47	0.94	23%	1.34
80	TL0211	camellón	flexible	2.00	no	6.50	4.1	lomerío	6.88	5.25	0.60	1.58	32%	1.16
81	TL0337	camellón	flexible	3.00	si	25.23	1.3	llano	4.29	6.17	0.53	0.91	12%	0.66
82	TL1031	línea	flexible	1.00	no	7.00	4	lomerío	5.45	5.88	0.55	1.12	21%	1.14

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

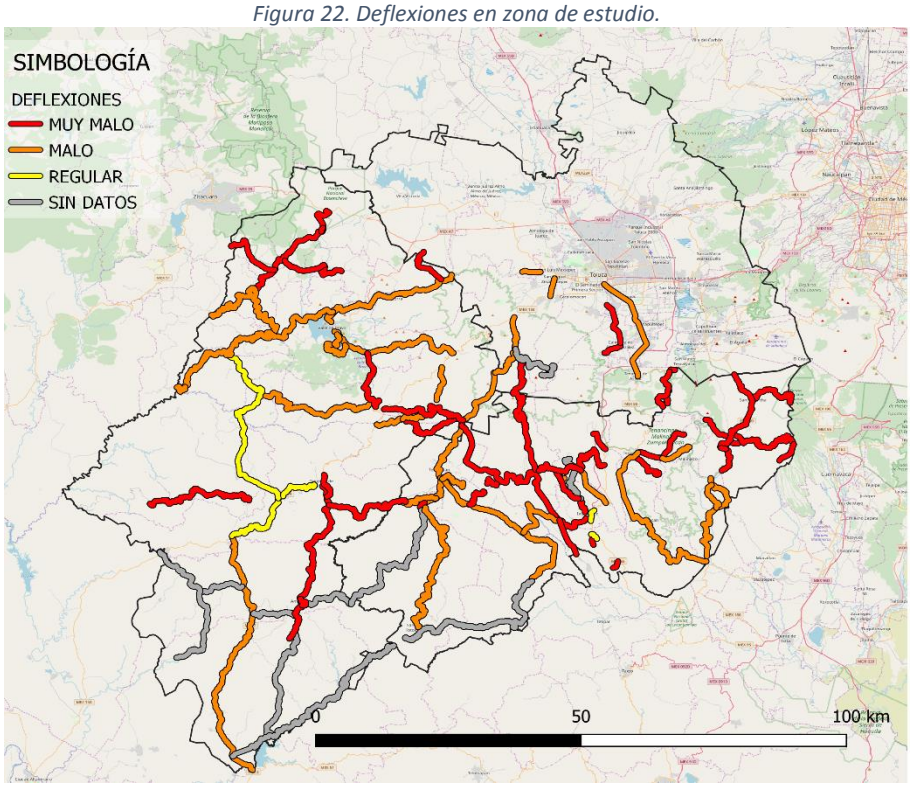
2.5.3 CONDICIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

La valoración estructural se determina a partir de los valores de deflexiones (deformación elástica del pavimento al paso de la carga) registrados durante la auscultación.

DEFLEXIONES

Para los caminos A y B se considera que la deflexión es aceptable cuando es menor o igual de 0.6mm. Para los caminos C se considera la deflexión aceptable cuando es menor a 0.8mm.

Figura 22. Deflexiones en zona de estudio.



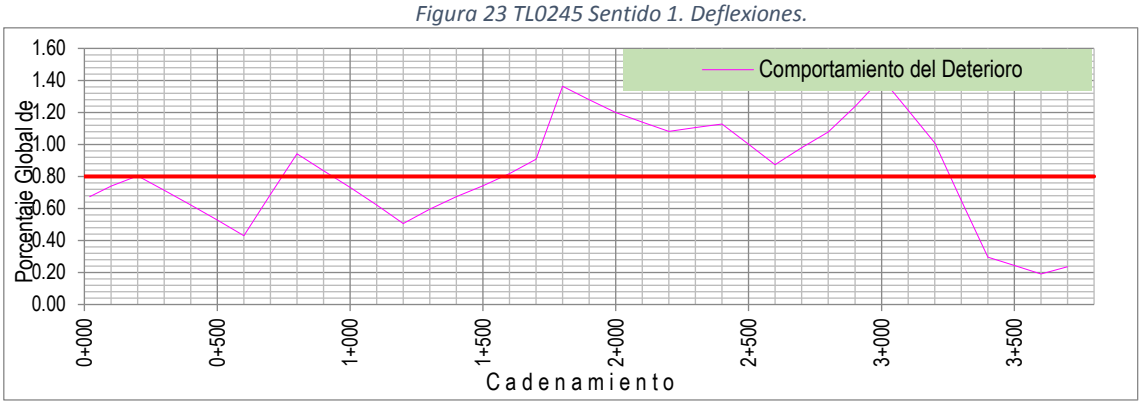
Fuente: Elaboración Propia

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 3) Análisis de la situación actual.

El estado es malo incluso para los caminos que, de acuerdo con los datos de facilitados por la Junta de Caminos, recibieron mantenimiento en los últimos años.

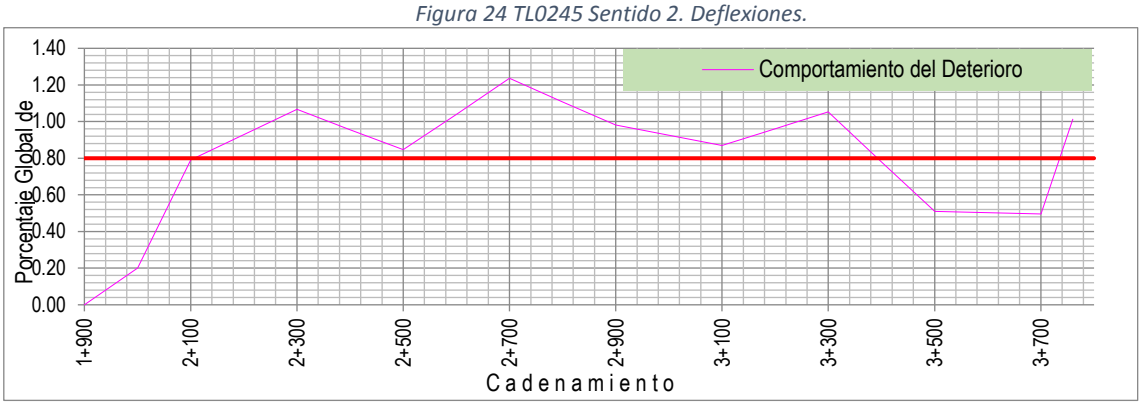
Por ejemplo, el tramo TL-0245 se han invertido 27.7 MDP en 2018, sin embargo, los valores de deflexión obtenidos están ampliamente por encima de valores aceptables:

Figura 23 TL0245 Sentido 1. Deflexiones.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Figura 24 TL0245 Sentido 2. Deflexiones.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

2.5.4 CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

La valoración superficial del pavimento se determina a partir de los valores de fisuración, IRI, profundidad de roderas, coeficiente de fricción y macrotextura registrados durante la auscultación.

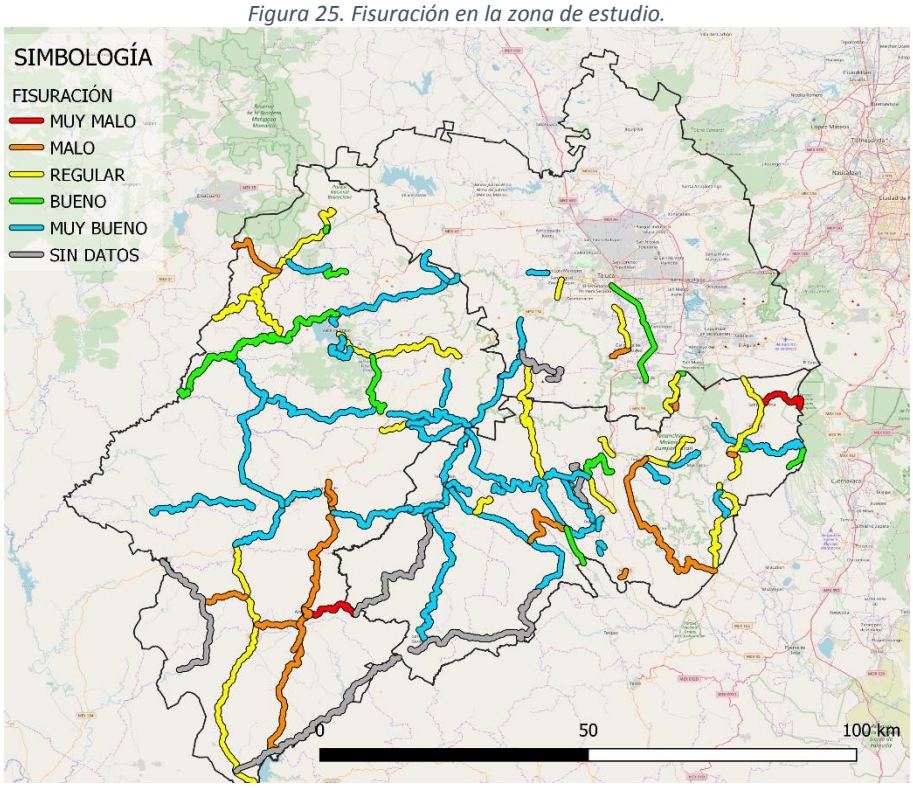
Los objetivos principales de la superficie de rodamiento en pavimentos, es proporcionar al usuario características de comodidad, seguridad y durabilidad, por lo que se califica considerando la naturaleza de las irregularidades superficiales, las cuales afectan la seguridad, la comodidad y el costo de los usuarios.

FISURACIÓN

La fisuración son los defectos visibles en la parte del pavimento que evidencian su degradación por efecto de cargas de tránsito, agentes medioambientales, características de los materiales o la interacción entre ellos.

Para todos los tipos de caminos se considera que la fisuración es aceptable cuando el porcentaje de fisuras es inferior al 30%.

Figura 25. Fisuración en la zona de estudio.

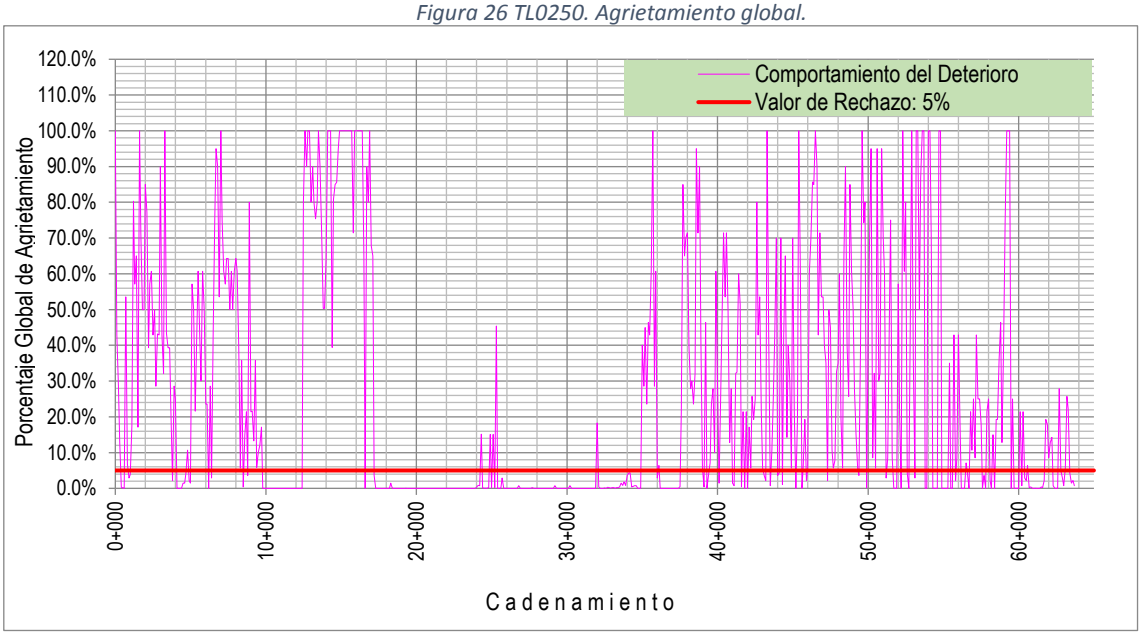


Fuente: Elaboración Propia

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 3) Análisis de la situación actual.

Como ejemplo, sobre el tramo TL0250 podemos ver el estado de deterioro superficial a pesar de que, de acuerdo a datos de la Junta de Caminos, se han invertido en su mantenimiento 3 MDP en 2014 y 27.7MDP en 2018:

Figura 26 TL0250. Agrietamiento global.



Fuente: Elaboración Propia

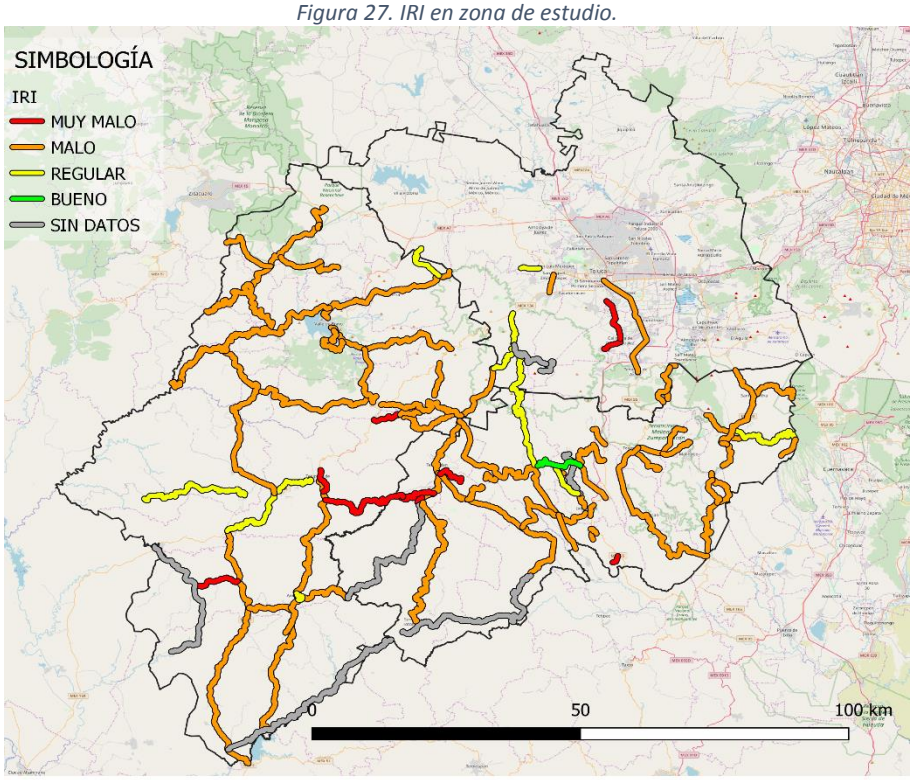
IRI

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) es una medida de referencia que representa la regularidad de la superficie de un pavimento.

Teóricamente, el IRI puede variar entre 0 (una superficie perfectamente plana) hasta valores por encima de 16 milímetros por kilómetro (pavimentos altamente irregulares que experimentan una erosión avanzada y depresiones profundas).

Para los caminos A se considera que el IRI es aceptable cuando es menor o igual a 3.5m/km, y a 4.5m/km para los caminos B. Para los caminos C se considera que el IRI es aceptable cuando es menor o igual a 6m/km.

Figura 27. IRI en zona de estudio.

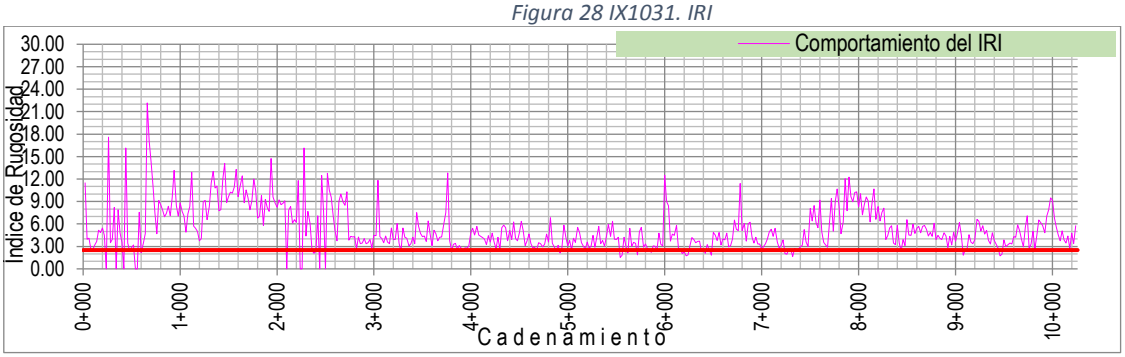


Fuente: Elaboración Propia

Como ejemplo, sobre los tramos TL-1031 y IX1031 podemos ver el estado de deterioro superficial a pesar de que, de acuerdo a datos de la Junta de Caminos, se han invertido en su mantenimiento 45,5 MDP en los últimos 2 años.

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 3) Análisis de la situación actual.

Figura 28 IX1031. IRI



Fuente: Elaboración Propia

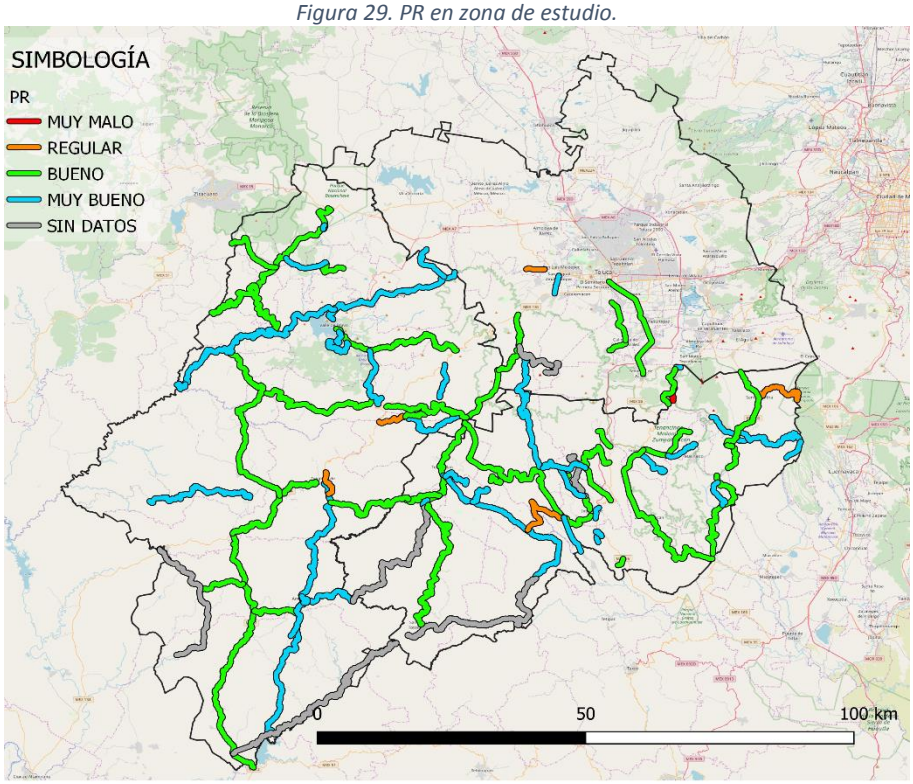
PR

La Profundidad de Rodera es la distancia perpendicular de la superficie plana del pavimento a la profundidad del surco generado por la fatiga del pavimento.

Para los caminos A y B se considera que la profundidad de roderas es aceptable cuando es menor o igual de 9mm/km.

Para los caminos C se considera la profundidad de roderas aceptable cuando es menor a 12mm/km.

Figura 29. PR en zona de estudio.



Fuente: Elaboración Propia

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 1) Análisis de la situación actual.

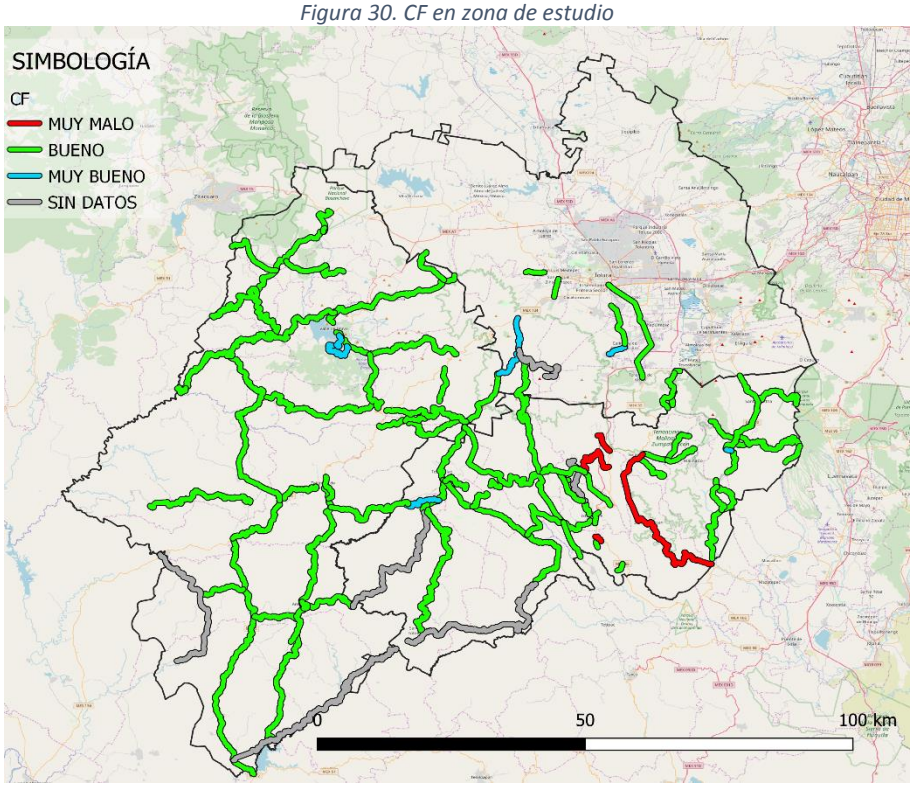
CF

El coeficiente de fricción se define como la fuerza tangencial que se desarrolla entre la banda de rodadura del neumático y la superficie del pavimento.

Un coeficiente de fricción muy bajo representa una superficie pulida y uno muy alto una superficie áspera.

Para todos los tipos de caminos, se considera aceptable el coeficiente de fricción cuando es mayor de 0.4 y no es mayor de 0.9.

Figura 30. CF en zona de estudio



Fuente: Elaboración Propia

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 1) Análisis de la situación actual.

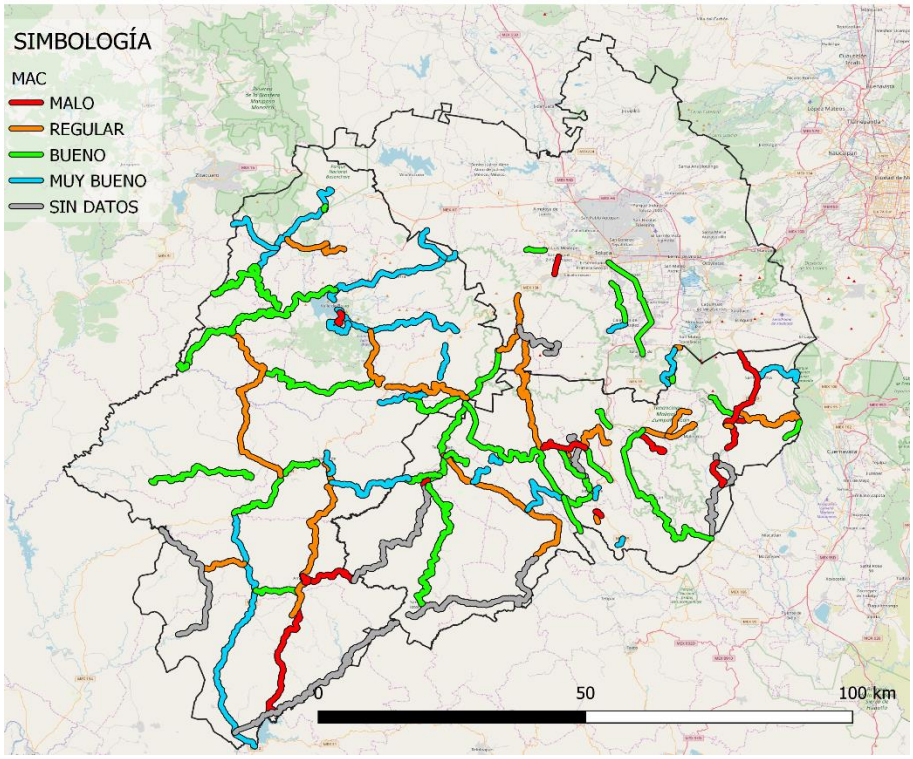
MAC

La Macro textura son las desviaciones de la superficie del pavimento con respecto a una superficie plana verdadera.

Para los caminos A y B se considera que la macrotextura es aceptable cuando es mayor o igual a 0.75mm.

Para los caminos C se considera la macrotextura es aceptable cuando es mayor a 0.65mm.

Figura 31. MAC en zona de estudio.



Fuente: Elaboración Propia

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 1) Análisis de la situación actual.

2.5.5 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

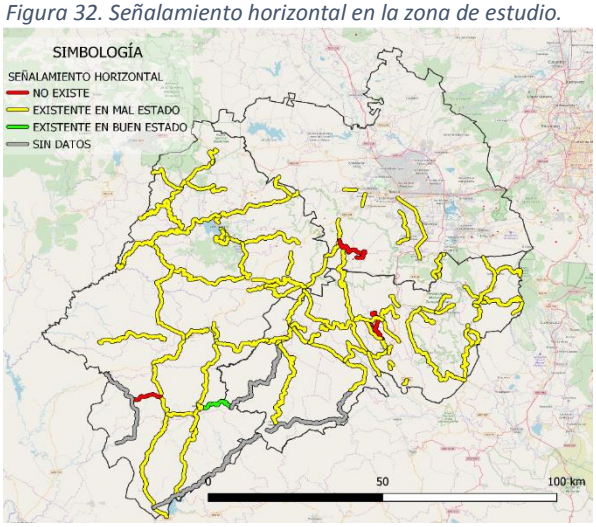
El señalamiento horizontal es el conjunto de las marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial.

El señalamiento vertical es el conjunto de señales en tableros con leyendas y pictogramas fijados postes, marcos y otras estructuras.

Se considera que está en mal estado cuando está deteriorado, incompleto o no cumple las especificaciones normativas de retrorreflexión.

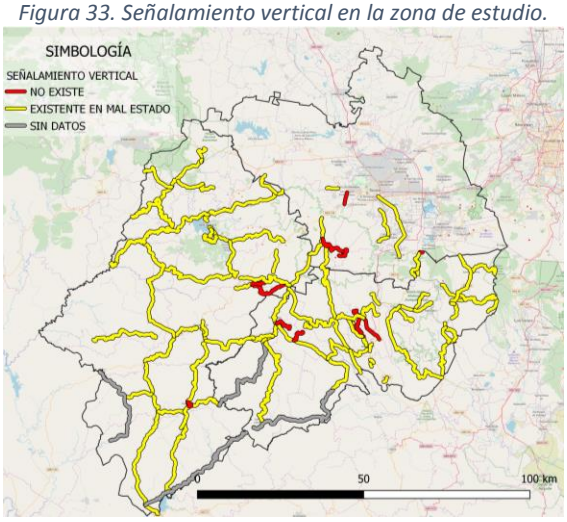
El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 1) Análisis de la situación actual.

Figura 32. Señalamiento horizontal en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Señalamiento vertical en la zona de estudio.



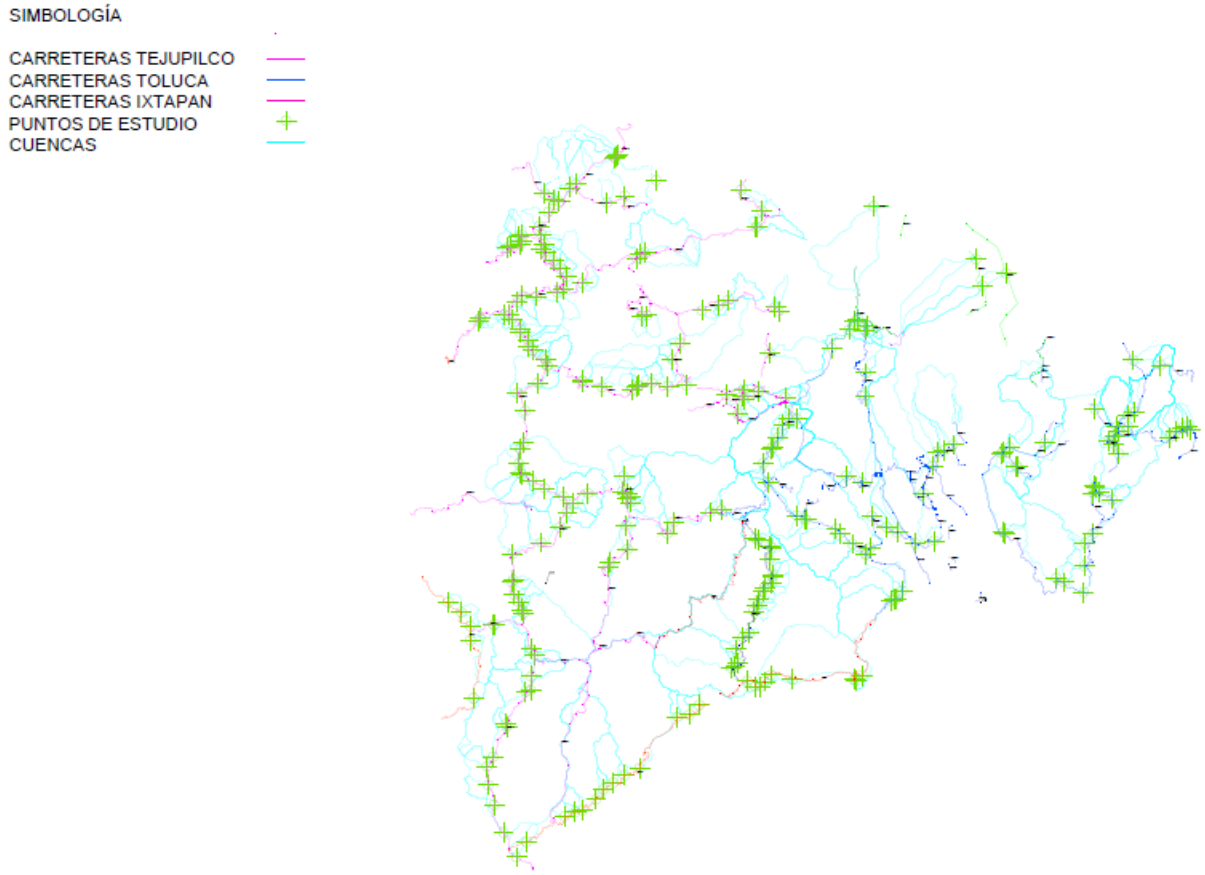
Fuente: Elaboración Propia

2.5.6 CONDICIÓN DEL DRENAJE

Las observaciones incluidas en la base de datos generada en la realización del inventario arrojan una clara imagen de la precaria situación en la que actualmente se encuentra la red de drenaje de los viales objeto de este análisis.

Además, se ha realizado la comprobación de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje transversal que alivian las cuencas de mayor entidad y cuyos cursos de agua son interceptados por los viales de tipo A y B. En el caso de resultar insuficientes para drenar el agua que cruza el camino se ha procedido al cálculo de su nuevo dimensionamiento. De esta evaluación han salido 35 obras que necesitan mejora de su capacidad hidráulica para lograr un drenaje eficiente.

Figura 34. Estudio de Cuencas.



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a las obras de drenaje transversal se observa que una gran parte presenta azolvado parcial, obstrucciones de entradas y salidas con basura y/o exceso de vegetación o material de escombro.

Respecto a su condición estructural en algún caso presentan un estado de conservación deficiente, con necesidad de reparación.

Los bordillos y cunetas se encuentran en muchos casos invadidos por la vegetación y en algún caso con deterioro estructural.

En general la mayor parte estos elementos requieren de limpieza y desazolve y en algunos casos de reparación estructural o sustitución.

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 1) Análisis de la situación actual.

Figura 35. TL0306 Estado Actual del Drenaje Transversal.

Figura 36. TL0337 Estado Actual del Drenaje Transversal.

Figura 37. IX0092 Estado Actual de Cunetas

2.5.7 CONDICIÓN DE LOS TALUDES

Durante la inspección de los datos proporcionados se observaron taludes en corte y terraplén con condiciones físicas regulares. Existen algunos tramos donde se observa alto deterioro de los taludes requiriendo una urgente rehabilitación.

Por la naturaleza de los cortes, la mayoría presentan deterioro, se observaron taludes con ligero desprendimiento de graneo, derrumbes, así como exceso de vegetación. Se tiene una altura mínima de 2.10 metros y una altura máxima de 50.00 metros (esta altura está ubicada en el tramo IX0154 Tenería-San Nicolás).

Los taludes en terraplén presentaron en su mayoría exceso de vegetación, se observa también escombros acumulados a pie de terraplén y existencia de deslaves, causados por lluvias que provocan la erosión del suelo del cuerpo del terraplén, debido al mal funcionamiento o ausencia de obras complementarias de drenaje.

El estado actual de los taludes en cortes y terraplén de acuerdo con la información proporcionada indica que se tiene un estado físico que va de regular a malo.

El estado detallado de cada tramo se encuentra en el Anexo B de Estudios Técnicos, apartado 1) Análisis de la situación actual.

Figura 38. IX0142 Estado Actual de Taludes

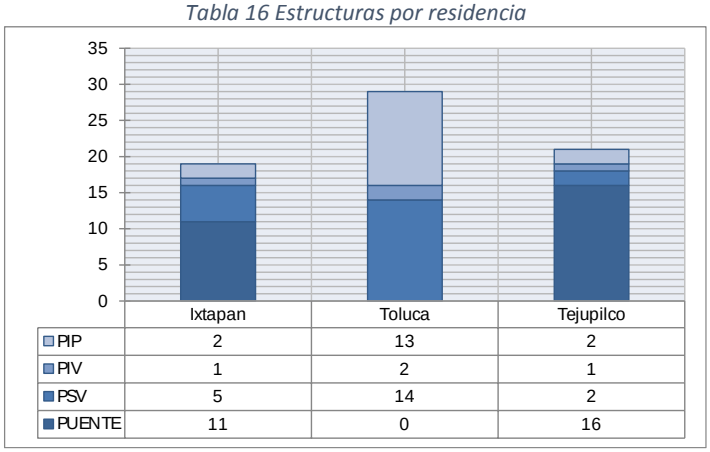
Figura 39. IX3049 Estado Actual de Taludes

Figura 40. TE3049Estado Actual de Taludes

2.5.8 CONDICIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Analizado el inventario de estructuras, se obtiene la siguiente clasificación:

Tabla 16 Estructuras por residencia



	Ixtapan	Toluca	Tejupilco
PIP	2	13	2
PIV	1	2	1
PSV	5	14	2
PUENTE	11	0	16

Fuente: Elaboración propia

Nota: clasificación de estructuras asignada según la norma N-PRY-CAR-6-01-001/01 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno México.

El ratio de estructuras por km de red viaria en cada residencia es el siguiente:

Tabla 17. Ratio de Estructuras por km.

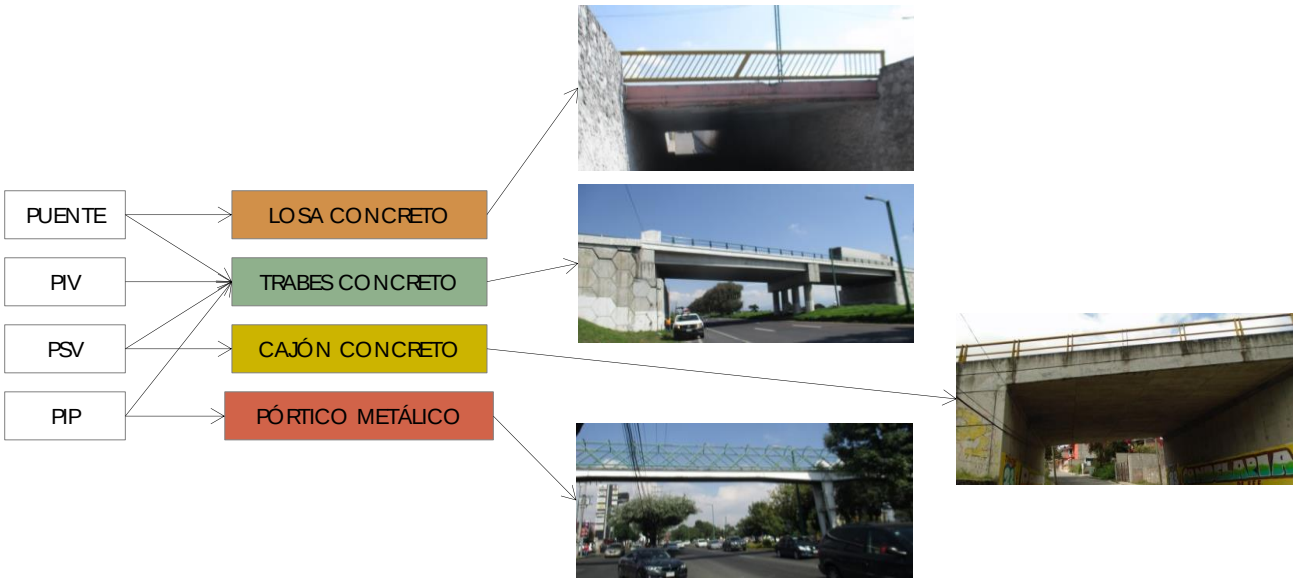
RESIDENCIA	RED VIARIA (km)	ESTRUCTURAS	RATIO
Ixtapan	705.55	19	0.027
Toluca	92.10	29	0.315
Tejupilco	840.10	21	0.025

Fuente: Elaboración propia

Figura 41. IX0097 Estado Actual de Estructura

Las tipologías asignadas a cada clase de estructura son las siguientes:

Figura 42 Tipología de Estructuras



Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a la calificación que asigna el Sistema de Puentes de México (SIPUMEX), y de acuerdo a la información de inventario disponible, se puede establecer la siguiente calificación global de las estructuras:

Tabla 18. Calificación de Estructuras

CÓDIGO ESTRUCTURA	TIPO	TIPO II	CALIFICACIÓN
1-IX6204-1	Trabes	PIV	2
1-IX6204-2	Marco in situ	PSV	1
1-IX6204-3	Marco in situ	PSV	1
1-IX6204-4	Celosía metálica	PIP	0
1-IX6204-5	Celosía metálica	PIP	0
7-IX0141-1	Trabes	PSV	0
9-IX0108-1	concreto	PUENTE	3
13-IX0142-1	Trabes	PSV	2
13-IX0142-2	concreto	PUENTE	0
14-IX3206-1	Trabes	PSV	3
16-IX0099-1	concreto	PUENTE	3
18-IX0092-1	concreto	PUENTE	2
20-IX0097-1	concreto	PUENTE	4
24-IX0159-1	concreto	PUENTE	4
25-IX0166-1	concreto	PUENTE	4

CÓDIGO ESTRUCTURA	TIPO	TIPO II	CALIFICACIÓN
29-IX0185-1	concreto	PUENTE	2
33-IX0193-1	concreto	PUENTE	3
33-IX0193-2	Losa	PUENTE	3
36-IX6208-1	Trabes	PUENTE	2
43-TE0002-1	concreto	PUENTE	2
43-TE0002-2	concreto	PUENTE	2
43-TE0002-3	concreto	PUENTE	2
43-TE0002-4	concreto	PUENTE	2
43-TE0002-5	concreto	PUENTE	2
44-TE0045-1	concreto	PUENTE	3
44-TE0045-2	concreto	PUENTE	3
44-TE0045-3	concreto	PUENTE	3
44-TE0045-4	concreto	PUENTE	3
46-TE0050-1	concreto	PUENTE	3
46-TE0050-2	concreto	PUENTE	3
47-TE3049-1	concreto	PIV	4
47-TE3049-2	concreto	PUENTE	4
47-TE3049-3	concreto	PUENTE	4
47-TE3049-4	concreto	PUENTE	4
48-TE0250-1	Pórtico metálico	PIP	0
48-TE0250-2	Trabes	PSV	2
53-TE00374-1	concreto	PIP	2
53-TE00374-2	concreto	PSV	2
62-TE0032-1	concreto	PUENTE	4
69-TE6023-1	concreto	PUENTE	4
78-TL0250-1	Pórtico metálico	PIP	0
81-TL0337-1	Pórtico metálico	PIP	2
81-TL0337-2	Pórtico metálico	PIP	2
81-TL0337-3	Pórtico metálico	PIP	2
81-TL0337-4	Pórtico metálico	PIP	2
81-TL0337-5	Marco in situ bicelular	PSV	3
81-TL0337-6	Trabe Concreto	PIP	1
81-TL0337-7	Pórtico metálico	PIP	2
81-TL0337-8	Trabes	PSV	1

CÓDIGO ESTRUCTURA	TIPO	TIPO II	CALIFICACIÓN
81-TL0337-9	Trabe Concreto	PIP	0
81-TL0337-10	Losa	PSV	2
81-TL0337-11	Trabes	PSV	1
81-TL0337-12	Celosía metálica	PIP	1
81-TL0337-13	Trabe Concreto	PIP	0
81-TL0337-14	Trabes	PSV	1
81-TL0337-15	Trabes	PSV	1
81-TL0337-16	Trabes	PIV	1
81-TL0337-17	Pórtico metálico	PIP	0
81-TL0337-18	Losa armada y trabes	PSV	2
81-TL0337-19	Trabes	PSV	1
81-TL0337-20	Trabes	PSV	0
81-TL0337-21	Trabes	PIV	2
81-TL0337-22	Trabe Concreto	PIP	0
81-TL0337-23	Pórtico metálico	PIP	2
81-TL0337-24	Trabes	PSV	1
81-TL0337-25	Losa armada y trabes	PSV	2
81-TL0337-26	Trabes	PSV	1
81-TL0337-27	Trabes	PSV	1
81-TL0337-28	Marco in situ bicelular	PSV	3

Fuente: Elaboración propia

Donde:

CALIFICACIÓN

0	Estructuras recientemente construidas o reparadas, sin problemas
1	Puentes en buen estado. No requieren atención
2	Estructuras con problemas menores, plazo de atención indefinido
3	Daño significativo, reparación necesaria en un plazo de 3 a 5 años
4	Daño grave, reparación necesaria en un plazo de 1 a 3 años
5	Daño extremo o riesgo de falla total. Se requiere reparación inmediata o al año siguiente

2.6 ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL

Dentro de los trabajos de campo contratados por la Junta de Caminos del Estado de México se incluye un estudio de tránsito que permite conocer los flujos vehiculares en la región sur del Estado.

El análisis de la demanda se realiza a partir de los trabajos realizados por Avanti Engineering Group para la Junta de Caminos del Estado de México en el mes de diciembre de 2018.

Los estudios de tránsito incluyen:

a) Pronostico del tránsito

b) Distribución horaria del tránsito

c) Día medio semanal

d) Intensidad del tránsito

e) Velocidad media

f) Composición del tránsito

g) Gráficos de variación horaria diaria

h) Estimación Veh/km

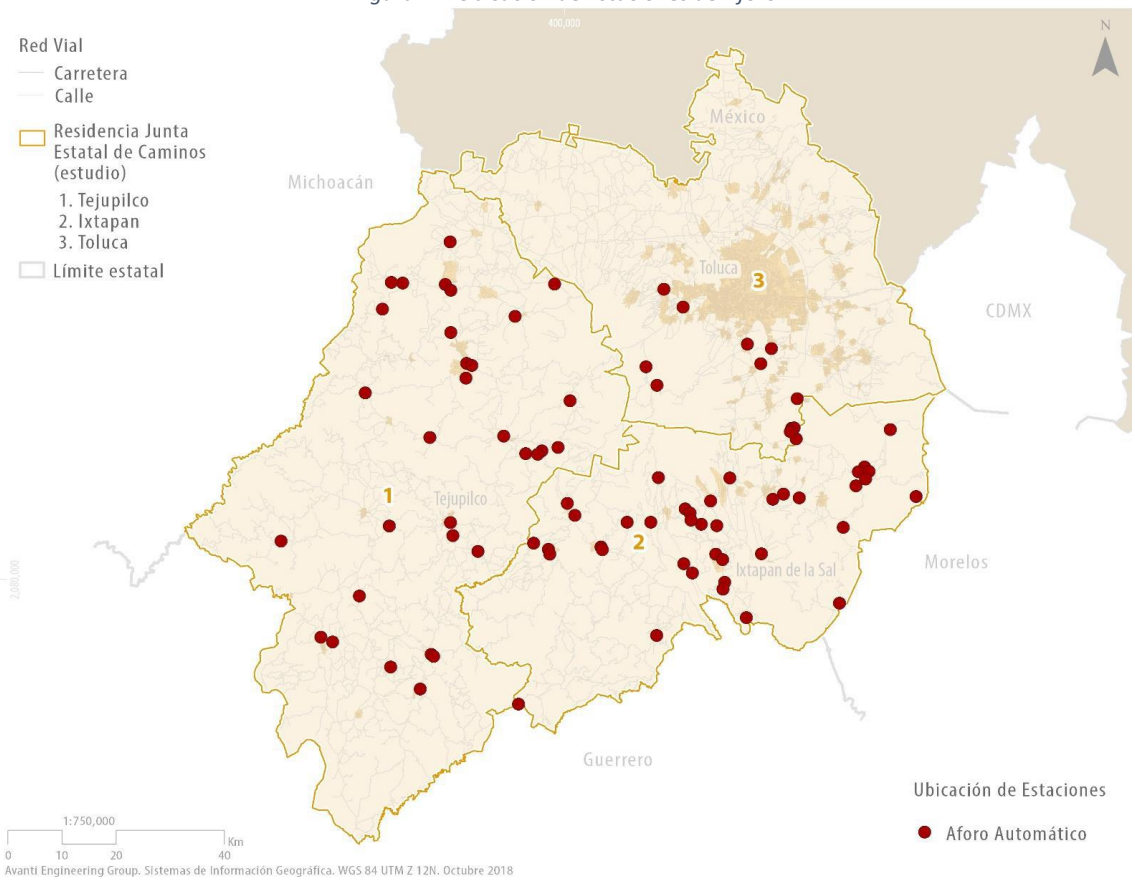
Cabe destacar que los datos referidos a la geometría de los tramos IX0001, IX0033, TE0001 y TE0017 se han obtenido de este estudio, a diferencia del resto de tramos cuya información se extrae del estudio de auscultación. Esto es debido a que en los citados tramos no ha sido posible realizar la campaña de toma de datos por motivos de seguridad.

Para el desarrollo del estudio de tránsito, se instalaron un total de 83 estaciones de Aforo Automático (AA) y se contó con la toma de información de 45 estaciones de Aforo Manual (AM).

Figura 43. Brigadas instalando aforos automáticos

Los contadores automáticos que se emplearon en las estaciones maestras de aforo corresponden a equipos PicoCount 2500, fabricados por la empresa Vehicle Counts en Estados Unidos. El equipo PicoCount 2500 es un contador de tránsito automático utilizado para recopilar datos de aforo vehicular en vialidades y carreteras. Este dispositivo recolecta datos de manera neumática mediante el uso de manguera de goma la cual se coloca de forma transversal a los carriles que se requiere aforar. A partir de este equipo se puede obtener información como el volumen del tránsito, clasificaciones vehiculares y velocidades del vehículo.

Figura 44. Ubicación de Estaciones de Aforo



Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

En el estudio de tránsito se registran los valores de volúmenes de Tránsito Promedio Diario Anual, o TPDA, clasificados como se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 19. . Valores de TDPA medios por tramo clasificados por tipo de vehículo.

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	TPDA	TDPA A	TDPA B	TDPA C1	TDPA C2	TDPA C3
1	IX6204	Libramiento Ixtapan de la Sal	5409	5093	46	256	14	0
2	IX6209	Libramiento de Tonatico	3392	3110	78	193	11	0
3	IX0123	Tonatico-El Salto	803	790	0	13	0	0
4	IX0114	Km. 95.0 (Tonatico-Taxco)-Grutas de la Estrella	86	84	0	2	0	0
5	IX0130	Ixtapan-Plan de San Miguel	127	124	0	2	0	0
6	IX0175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
7	IX0141	Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac	1548	1493	0	54	1	0
8	IX0113	San Alejo-Limites Edo. de México/Guerrero (Pilcaya)	2394	2220	0	169	4	0
9	IX0108	San Alejo-Puente de Los Sabinos	3290	3035	18	229	9	0
10	IX1141	Coatepec Harinas-Totolmajac	1953	1892	0	60	1	0

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	TPDA	TDPA A	TDPA B	TDPA C1	TDPA C2	TDPA C3
11	IX0136	Porfirio Díaz-El Carmen	97	93	0	3	0	0
12	IX1130	Plan de San Miguel-Porfirio Díaz	650	641	0	9	0	0
13	IX0142	Km. 60.5 (Tenancingo-Villa Guerrero)-Zacango-Totolmajac	2697	2564	0	133	0	0
14	IX3206	Km. 58.0 (Tenancingo-Villa Guerrero)-San Miguel	5713	5335	59	295	24	0
15	IX0390	Coatepec Harinas-Nevado de Toluca	996	966	0	31	0	0
16	IX0099	Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal	2045	1927	0	119	0	0
17	IX0098	Chiltepec-Las Vueltas	449	419	0	30	0	0
18	IX0092	Km 47.0 (Zinacantepec - Sultepec)- Almoloya de Alquisiras- Zacualpan.	3341	3198	0	143	0	0
19	IX0001	San Antonio del Rosario-Zacualpan	430	422	0	8	0	0
20	IX0097	Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca	488	476	0	13	0	0
21	IX1098	Almoloya de Alquisiras-Las Mesas	495	473	0	22	0	0
22	IX0152	Tenancingo-Teneria-Tecomatlán-San Simón El Alto	11204	10970	26	204	5	0
23	IX0154	Tenería-San Nicolás	2587	2504	0	83	0	0
24	IX0159	Tenancingo-EL Carmen	3449	3395	0	54	0	0
25	IX0166	Tenancingo-Zumpahuacán-San Gaspar- Limites Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	4100	3825	7	178	91	0
26	IX1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco	2386	2241	0	142	2	0
27	IX1463	Km. 5.7 (Jajalpa-San Francisco Tepexoxuca)-Joquicingo	4548	4376	9	157	6	0
28	IX6207	Libramiento de Techuchulco	10685	9952	52	653	29	0
29	IX0185	Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	1227	1201	0	26	0	0
30	IX0189	Puente Caporal-Tepehuajes-E. C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolas Bravo)	724	703	0	22	0	0
31	IX0200	Santiago Tianguistenco-Chalma	3134	2726	192	215	1	0
32	IX0198	Km. 19.8 (México-Chalma)-Laguas de Zempoala (Limites Edo. de México/Morelos)	184	160	6	17	1	0
33	IX0193	Km. 29.2 (México-Chalma)-Limites Edo. de México/Morelos (Cuernavaca)	1619	1581	0	38	1	0

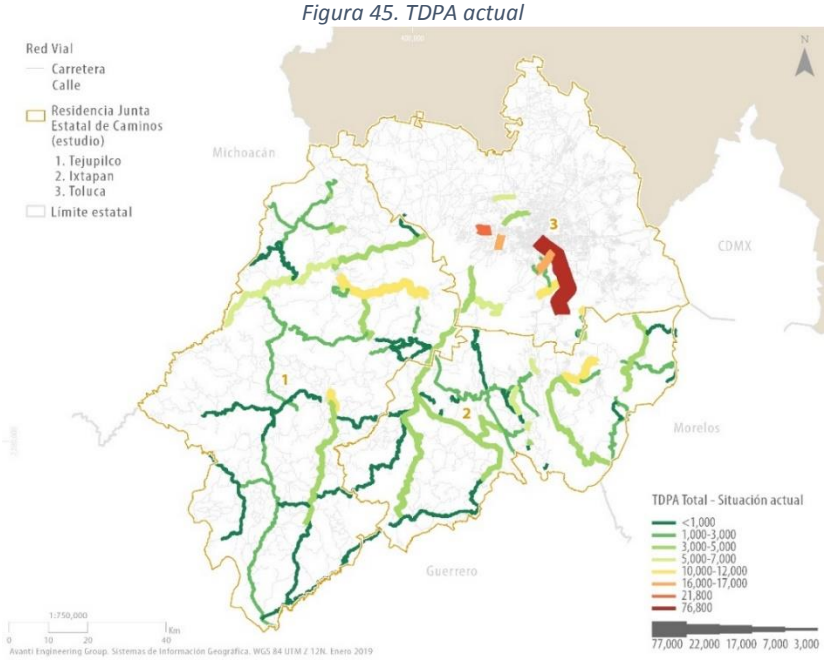
NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	TPDA	TDPA A	TDPA B	TDPA C1	TDPA C2	TDPA C3
34	IX0194	Km. 24.6 (Ocuilan-Cuernavaca)-Tlatempan-Ahuatenco	691	683	0	9	0	0
35	IX0192	Km. 31.3 (México-Chalma)-Ocuilan-E. C. (Cuernavaca)	2501	2432	2	64	3	0
36	IX6208	Libramiento del Ahuehuete	1304	1203	32	69	0	0
37	IX0196	Santa Mónica-Santa Cruz Tezontepec	2203	2082	2	115	5	0
38	IX0036	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya	4843	4606	27	183	28	0
39	IX1033	Libramiento de Sultepec	1633	1557	16	58	1	0
40	IX0033	Amatepec-La Goleta-Sultepec	649	639	0	9	1	0
41	IX0057	Km. 53.4 (Zinacantepec-Sultepec)-E.C. (Tejupilco-Amatepec)	425	404	0	21	0	0
42	TE0001	San Antonio del Rosario-Zacualpan	246	245	0	1	0	0
43	TE0002	Km.133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo - San Pedro Limón-Lím. Méx. /Gro.	1247	1175	6	62	4	0
44	TE0045	Km. 103.5 (Toluca-Cd. Altamirano) El Estanco-El Corupo	507	484	0	22	0	0
45	TE0046	El Salitre-Nanchititla	146	146	0	0	0	0
46	TE0050	Zuluapan-Zacazonapan-Luvianos-Cuadrilla de López.	1031	994	0	37	0	0
47	TE3049	Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx./Mich.	5453	5214	26	213	0	0
48	TE0250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo	4662	4529	22	111	0	0
49	TE0338	Km. 36.4 (Toluca-Valle de Bravo)-Turcio	510	491	0	19	0	0
50	TE3048	San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Mex/Mich	393	370	0	23	0	0
51	TE1016	Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) Chirimoyo-San Juan Xoconusco-El Capulín-Llano, Redondo-Lím. Méx. /Mich.	1874	1667	0	195	12	0
52	TE1374	Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) Donato Guerra	2395	2234	0	161	0	0
53	TE00374	El Salitre-Nanchititla Km.17.0 (Monumento-Valle de Bravo) Donato Guerra	3074	2926	2	145	1	0
54	TE0376	Km. 63.5 (Toluca-Morelia) - Ixtapan del Oro.	1335	1059	33	202	41	0
55	TE1376	Libramiento San José Villa de Allende	3191	3062	24	93	12	0
56	TE0004	Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyacan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan)	763	745	0	18	0	0

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	TPDA	TDPA A	TDPA B	TDPA C1	TDPA C2	TDPA C3
57	TE0024	Puerto Frio-Cerro del Campo	669	646	0	23	0	0
58	TE0031	Km. 12.1 (El Grupo Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico.	1685	1639	2	44	1	0
59	TE0017	Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande.	236	233	0	3	0	0
60	TE3032	Libramiento de Amatepec	1238	1150	0	88	0	0
61	TE0033	Amatepec-La Goleta-Sultepec.	481	460	0	20	0	0
62	TE0032	Tejupilco-Amatepec-Tlatlaya	4646	4467	7	167	5	0
63	TE0057	km. 53.4 / (La Puerta-Sultepec)-E. Km.5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)	805	781	0	24	0	0
64	TE1063	Libramiento de Tejupilco	11483	11253	123	107	0	0
65	TE0076	Km.76.3 (Toluca-Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero	1549	1522	0	27	0	0
66	TE1076	San Simón de Guerrero-Las Juntas	73	73	0	0	0	0
67	TE6019	San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama.	309	278	0	31	0	0
68	TE0081	Km. 45.7 (Toluca-Cd. Altamirano) Tequesquipan.	1088	1006	0	83	0	0
69	TE6023	Temascaltepec-Las Juntas	749	687	0	62	0	0
70	TE0071	Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec) San Pedro Tenayac -Zacazonapan	1280	1166	2	95	17	0
71	TE0086	El Fresno-Temascaltepec	3578	3386	7	161	24	0
72	TE0087	Km.30.8 (Valle de Bravo-San Francisco de los Ranchos) Circuito Avándaro	1185	1142	0	43	0	0
73	TE3054	Acceso Avándaro	5247	5108	0	138	0	0
74	TE0083	Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano) Valle de Bravo	11345	10749	26	553	16	0
75	TL0036	La Puerta Sultepec-San Miguel Totolmaloya	2982	2800	26	151	5	0
76	TL0306	Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
77	TL0245	Km. 10.1 (Toluca-Temascaltepec) Zinacantepec	16074	14923	508	617	26	0
78	TL0250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo	21794	20891	314	568	21	0
79	TL8002	Calimaya-San Felipe Tlalmimilolpan	2493	2086	7	348	52	0
80	TL0211	Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza	10339	9367	188	512	262	9
81	TL0337	Toluca-Metepec-Tenango del Valle	76771	71410	1310	3052	963	35
82	TL1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento	2178	2104	0	70	4	0

Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

2.6.1 TDPA SITUACIÓN ACTUAL

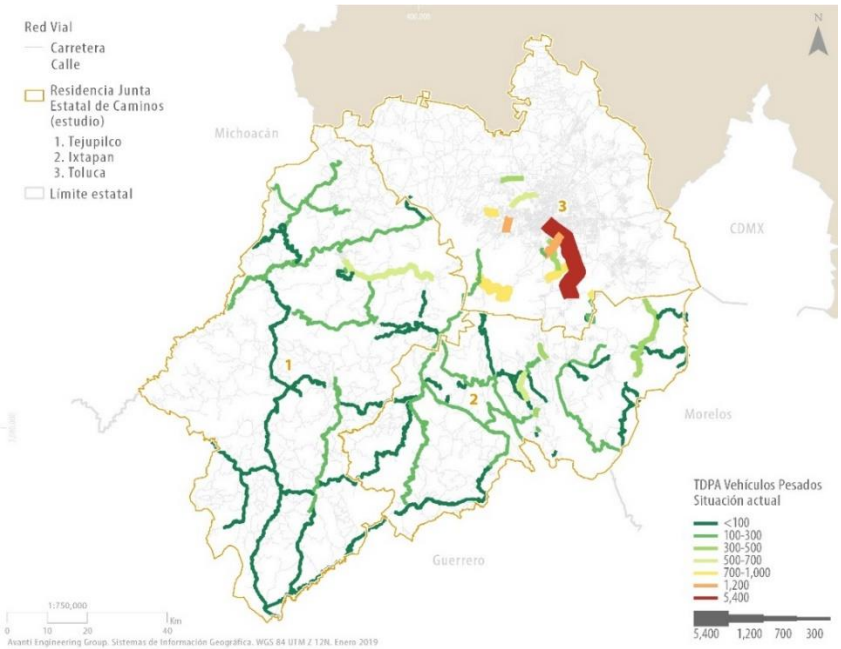
Figura 45. TDPA actual



Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

2.6.2 TDPA VEHÍCULOS PESADOS

Figura 46. TDPA pesados actual



Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

2.7 INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA

2.7.1 NIVELES DE SERVICIO

A partir de los datos proporcionados por la Junta de Caminos del Estado de México se realizó el siguiente análisis para cada uno de los tramos que conforman la Red Caminos del Sur del estado de México, proyectando un TPDA de acuerdo a la tasa de crecimiento y así obtener un nivel de servicio.

Para conocer la capacidad y los niveles de servicio que prevalecen en cada tramo de la red carretera, se consideraron:

1. Las condiciones establecidas por las características físicas del camino.
2. Las condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito vehicular en cuanto a su magnitud y tipo de vehículos.

Por capacidad se entiende como el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso de una hora; de esta forma, los niveles de servicio son una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones al movimiento continuo del tránsito, la libertad de manejo, la comodidad y los costos de operación. En la práctica se manejan seis niveles de servicio para identificar las condiciones de operación de un camino, siendo estos los siguientes:

NIVEL DE SERVICIO “A”

Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos; la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera.

NIVEL DE SERVICIO “B”

Se considera como flujo estable, los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación.

NIVEL DE SERVICIO “C”

El flujo es estable, los conductores perciben restricciones tanto para elegir su velocidad, como para efectuar maniobras de cambio de carril de rebase; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria. Es deseable que este nivel de servicio sea el más desfavorable al que operen las vialidades.

NIVEL DE SERVICIO “D”

Esta condición se aproxima al flujo inestable; la velocidad de operación aún es satisfactoria, pero resulta afectada por los cambios en las condiciones de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.

NIVEL DE SERVICIO “E”

En este nivel, los volúmenes de tránsito corresponden a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

NIVEL DE SERVICIO “F”

Corresponde a los flujos forzados, en donde los volúmenes son inferiores a los de la capacidad y las velocidades se reducen pudiendo producir paradas debido al congestionamiento.

Tabla 20. . Niveles de Servicio actuales.

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (Km)	TDPA	NIVEL DE SERVICIO
				2018	2018
1 (S1)	IX6204	Libramiento Ixtapa de la Sal	2.52	2,512	A
1 (S2)	IX6204	Libramiento Ixtapa de la Sal	2.52	2,897	A
2 (S1)	IX6209	Libramiento de Tonatico	1.90	1,667	A
2 (S2)	IX6209	Libramiento de Tonatico	1.90	1,725	A
3	IX0123	Tonatico - El Salto	1.20	803	A
4	IX0114	Km. 95.0 (Tonatico - Taxco) - Grutas de la Estrella	2.00	86	A
5	IX0130	Ixtapan - Plan de San Miguel	3.40	127	A
6	IX0175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas) - Tequimilpa	17.00	S/D	B
7	IX0141	Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac	8.10	1,548	A
8	IX0113	San Alejo - Limites de México / Guerrero (Pilcaya)	8.00	2,394	B
9	IX0108	San Alejo - Puente de Los Sabinos	16.10	3,290	B
10	IX1141	Coatepec Harinas - Totolmajac	12.80	1,953	A
11 (S1)	IX0136	Porfirio Díaz - El Carmen	5.30	51	A
11 (S2)	IX0136	Porfirio Díaz - El Carmen	5.30	46	A
12	IX1130	Plan de San Miguel - Porfirio Díaz	7.90	650	A
13	IX0142	Km. 60.5 (Tenancingo - Villa Guerrero) - Zacango - Totolmajac	18.60	2,697	A
14	IX3206	Km. 58.0 (Tenancingo - Villa Guerrero) - San Miguel	4.50	5,713	C
15	IX0390	Coatepec Harinas - Nevado de Toluca	38.00	996	A
16	IX0099	Km 32.0 (Zinacatepec - Sultepec) - Chiltepec - Coatepec Harinas - Ixtapan de la Sal	57.70	2,045	A
17	IX0098	Chiltepec - Las Vueltas	5.00	449	A

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (Km)	TDPA	NIVEL DE SERVICIO
				2018	2018
18	IX0092	Km. 47.0 (Zinacantepec - Sultepec) - Almoloya de Alquisiras Zacualpan	43.00	3,341	B
19	IX0001	San Antonio del Rosario - Zacualpan	51.40	430	A
20	IX0097	Km. 0.4 (Vuelta del Agua - Almoloya) - Arroyo Seco - Chiquiontepec - Capulmanca	7.20	488	A
21	IX1098	Almoloya de Alquisiras - Las Mesas	6.50	495	A
22	IX0152	Tenancingo - Tenería - Tecomatlán - San Simón El Alto	12.10	5,977	A
22	IX0152	Tenancingo - Tenería - Tecomatlán - San Simón El Alto	12.10	5,227	A
23	IX0154	Tenería - San Nicolás	7.60	2,587	B
24	IX0159	Tenancingo - El Carmen	8.60	3,449	B
25	IX0166	Tenancingo - Zumpahuacán - San Gaspar - Lim. Edo. de México San Nicolás Bravo	44.30	4,100	B
26	IX1031	San Francisco Tepexoxuca - San Pedro Techuchulco	18.50	2,386	A
27	IX1463	Km. 5.7 (Jajalpa - San Francisco Tepexoxuca) - Joquicingo	3.00	2,267	A
27	IX1463	Km. 5.7 (Jajalpa - San Francisco Tepexoxuca) - Joquicingo	3.00	2,281	A
28	IX6207	Libramiento de Techuchulco	1.23	10,685	D
29	IX0185	Km. 33.9 (Malinalco - Chalma) - Limite con Edo. De México / Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	29.50	1,227	A
30	IX0189	Puente Caporal - Tepehuajes - E.C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolás Bravo)	6.60	724	A
31	IX0200	Santiago Tianguistenco - Chalma	30.20	3,134	C
32	IX0198	Km. 19.8 (México - Chalma) - Lagunas de Zempoala (Limites Edo. De México / Morelos)	15.00	184	A
33	IX0193	Km. 29.2 (México-Chalma)- Limites Edo. de	25.70	1,619	A

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (Km)	TDPA	NIVEL DE SERVICIO
				2018	2018
		México/Morelos (Cuernavaca)			
34	IX0194	Km. 24.6 (Ocuilan - Cuernavaca) - Tlatempan - Ahuátenco	10.10	691	A
35	IX0192	Km. 31.3 (México - Chalma) - Ocuilan - E.C. (Cuernavaca)	4.20	2,501	B
36	IX6208	Libramiento del Ahuehuete	1.20	1,304	A
37	IX0196	Santa Mónica - Santa Cruz Tezontepec	7.10	2,203	A
38	IX0036	Zinacantepec - Sultepec - San Miguel Totolmaloya	106.00	4,843	C
39	IX1033	Libramiento de Sultepec	3.60	1,633	A
40	IX0033	Amatepec - La Goleta - Sultepec	43.10	649	A
41	IX0057	Km. 53.4 (Zinacantepec - Sultepec) - E.C. (Tejupilco - Amatepec)	9.80	425	A
42	TE0001	San Antonio del Rosario - Zacualpan	65.20	246	A
43	TE0002	Km. 133.4 (Toluca - Cd. Altamirano) - Cerro del Campo - San Pedro Limón - Lím. Méx./Gro.	65.00	1,247	A
44	TE0045	Km. 103.5 (Toluca - Cd. Altamirano) - El Estanco - El Corupo	37.40	507	A
45	TE0046	El Salitre - Nanchititla	31.10	146	A
46	TE0050	Zuluapan - Zacazonapan - Luvianos - Cuadrilla de López	50.20	1,031	A
47	TE3049	Valle de Bravo - Santo Tomás de los Plátanos - Uruapan - Lim. Méx./Mich.	70.00	5,453	C
48	TE0250	Km. 7.5 (Toluca - Morelia) - San Francisco Tlalcilalcalpan - Valle de Bravo	36.50	4,662	C
49	TE0338	Km. 36.4/Toluca - Valle de Bravo) - Turcio	8.80	510	A
50	TE3048	San Nicolás Tolentino - Ixtapan del Oro - Lím. Méx. / Mich.	46.00	393	A
51	TE1016	Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) - Chirimoyo - San Juan Xoconusco - El	14.50	1,874	A

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (Km)	TDPA	NIVEL DE SERVICIO
				2018	2018
		Capulín - Llano Redondo - Lim. Méx. / Mich.			
52	TE1374	Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) - Donato Guerra	8.80	2,395	B
53	TE00374	Km. 17.0 (Monumento - Valle de Bravo) - Donato Guerra	6.80	3,074	B
54	TE0376	Km. 63.5 (Toluca - Morelia) - Ixtapan del Oro	31.50	1,335	A
55	TE1376	Libramiento San José Villa de Allende	1.10	3,191	C
56	TE0004	Los Acotes - Santa Ana Zicatecoyan - E. Km.10.2 (San Antonio del Rosario - Zacualpan)	33.30	411	A
56	TE0004	Los Acotes - Santa Ana Zicatecoyan - E. Km.10.2 (San Antonio del Rosario - Zacualpan)	33.30	352	A
57	TE0024	Puerto Frío - Cerro del Campo	12.30	669	A
58	TE0031	Km. 12.1 (El Corupo - Nuevo Copaltepec) - Palmar Chico	10.40	1,685	A
59	TE0017	Km. 146.0 (Toluca - Cd. Altamirano) - Palmar Chico - Palmar Grande	36.90	236	A
60	TE3032	Libramiento de Amatepec	2.90	1,238	A
61	TE0033	Amatepec - La Goleta - Sultepec	18.00	481	A
62	TE0032	Tejupilco - Amatepec - Tlatlaya	49.20	4,646	B
63	TE0057	Km. 53.3 (La Puerta - Sultepec) - E. Km. 5.0 (Tejupilco - Tlatlaya)	26.00	805	A
64	TE1063	Libramiento de Tejupilco	5.90	11,483	D
65	TE0076	Km. 76.3 (Toluca - Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero	6.10	1,549	B
66	TE1076	San Simón de Guerrero - Las Juntas	21.00	73	A
67	TE6019	San Simón de Guerrero - San Andrés de Los Gama	7.00	309	A
68	TE0081	Km. 45.7 (Toluca - Cd. Altamirano) - Tequisquiapan	7.90	1,088	A
69	TE6023	Temascaltepec - Las Juntas	27.50	749	A

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (Km)	TDPA	NIVEL DE SERVICIO
				2018	2018
70	TE0071	Km. 13.5 (El Fresno - Temascaltepec) - San Pedro Tenayac - Zacazonapan	33.60	1,280	A
71	TE0086	El Fresno - Temascaltepec	17.80	3,578	B
72	TE0087	Km. 30.8 (Valle de Bravo - San Francisco de Los Ranchos) - Circuito Avándaro	10.60	1,185	A
73	TE3054	Acceso Avándaro	4.50	5,247	C
74	TE0083	Km. 40.5 (Toluca Cd. Altamirano) - Valle de Bravo	36.30	11,345	D
75	TL0036	La Puerta Sultepec - San Miguel Totolmaloya	17.50	2,982	A
76	TL0306	Km. 7.5 (La Puerta - Sultepec) Nevado de Toluca	20.00	S/D	C
77	TL0245	Km 10.1 (Toluca - Temascaltepec) Zinacantepec	3.80	7,753	A
77	TL0245	Km 10.1 (Toluca - Temascaltepec) Zinacantepec	3.80	8,322	A
78	TL0250	Km. 7.5 (Toluca - Morelia) Valle de Bravo	3.50	21,794	E
79	TL8002	Calimaya - San Felipe Tlalmimilolpan	9.00	2,493	A
80 (S1)	TL0211	Km 12.5 (Toluca - Metepec - Tenango) Calimaya - Zaragoza	3.80	4,790	A
80 (S2)	TL0211	Km 12.5 (Toluca - Metepec - Tenango) Calimaya - Zaragoza	3.80	4,922	A
81 (S1)	TL0337	Toluca - Metepec - Tenango del Valle	23.50	35,702	D
81 (S2)	TL0337	Toluca - Metepec - Tenango del Valle	23.50	41,069	E
82	TL1031	San Francisco Tepexoxuca - San Pedro Techochulco y Libramiento	11.00	2,178	B

Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

2.7.2 COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR.

En el caso de conservación de carreteras, la oferta está limitada por las carreteras existentes y su estado.

Considerando que para el usuario de una vía es importante el estado superficial del pavimento, más allá de su estado estructural, se considera como variable principal para la oferta la irregularidad del pavimento, la cual tiene como principal indicador el Índice de Regularidad Internacional o IRI, que es la variable principal para la determinación del costo de operación vehicular (COV) y su sensibilidad.

Para los proyectos y programas de mantenimiento se considera que los Costos de Operación Vehicular (COV) son la mejor variable que interrelaciona la oferta y la demanda, dado que en éstos se ve el efecto positivo o negativo que tiene en el usuario una variación del estado superficial del camino, siendo el COV el coste que asume el usuario por circular en una carretera dadas las condiciones físicas de la misma.

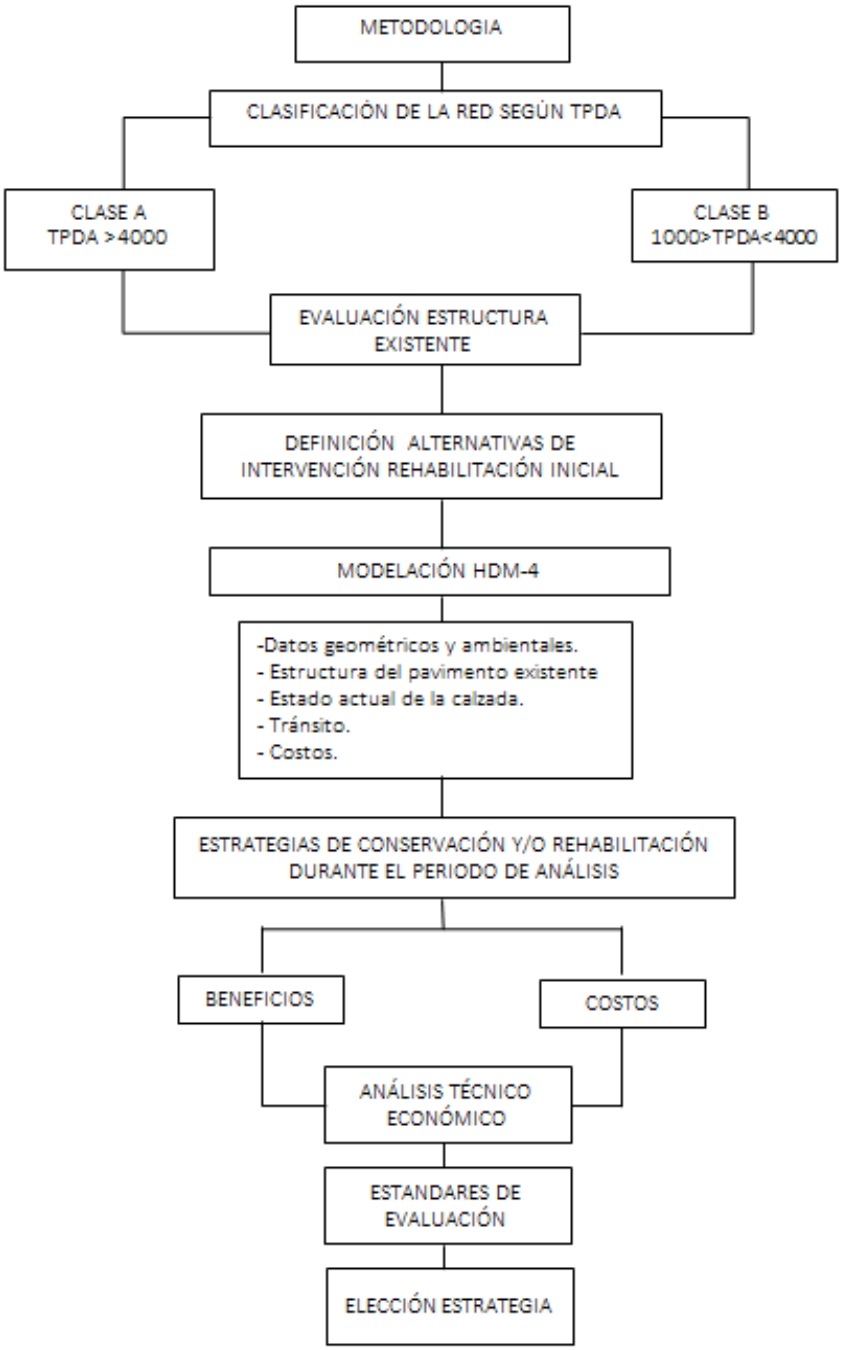
Para valorar estos costes vehiculares y su incremento en el tiempo se ha cargado en el programa HDM4 la red vehicular con su estado y conservación actuales y se han calculado los costos de operación vehicular y el valor del tiempo de los ocupantes. El HDM-4 es un programa empleado internacionalmente para la evaluación técnico-económica de proyectos viales.

Para dar inicio a dicho análisis se realiza una amplia recopilación de información de la red de carreteras que consiste principalmente en datos geométricos y ambientales, estructura del pavimento existente, estado actual de la calzada, tránsito y costos (flota vehicular, intervenciones).

Para realizar esta evaluación se dividen los tramos de carreteras en segmentos homogéneos de características similares a los que se les asocian los parámetros que el HDM-4 emplea.

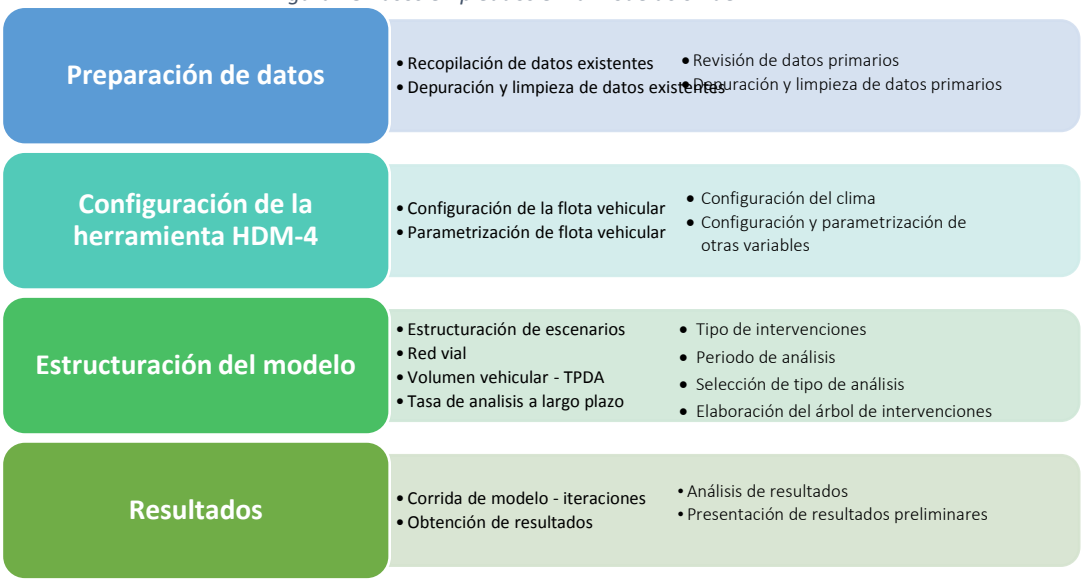
Dentro de las categorías de vehículos identificada dentro del estudio de tráfico y teniendo en cuenta la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2014 se establecieron las siguientes configuraciones para efectos del análisis dentro del software HDM-4.

Figura 47 Metodología aplicada



Fuente: Elaboración Propia

Figura 48 Pasos empleados en la modelación de HDM-4



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Configuración de vehículos empleada para el módulo de transito del HDM-4.

CLASE DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	PESO VEHICULAR (t)	
				ET Y A	B
Automóvil	A	2	4	2.7	2.7
Autobús	B3	3	10	27,5	23,0
Camión unitario	C2	2	6	19,0	16,5
	C3	3	10	27,5	23,0
Tracto camión articulado	T3-S2	5	18	46,5	38,0
	T3-S3	6	22	54,0	45,5
Tracto camión semirremolque-remolque (t-s-r)	T2-S1-R2	5	18	47,5	NA
	T2-S2-R2	6	22	54,5	NA

Fuente: NOM-012-SCT-2-2014 y Elaboración propia.

Es importante señalar que los tramos para los que no se cuenta con datos de auscultación y los tramos en terracerías no se han podido cargar en el HDM-4, por lo que no se cuenta con sus datos de COV ni valor del tiempo.

Tabla 22. Costos de Operación Vehicular en MDP. Situación actual

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX6204	820.9	66.3	64.7	65.5	66.2	67.2	67.7	68.5	69.3	70.3	70.9	71.7	72.6
IX6209	362.6	29.2	28.6	28.9	29.3	29.7	29.9	30.3	30.6	31.1	31.3	31.7	32.1
IX0123	22.9	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1
IX0114	4.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
IX0130	10.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
IX0141	309.3	23.2	23.5	23.9	24.3	24.8	25.1	25.6	26.1	26.8	27.5	28.6	29.8
IX0113	450.5	33.2	33.6	34.1	34.7	35.3	35.9	36.6	37.5	39.0	41.0	43.6	46.0
IX0108	1,706.2	124.7	126.6	129.4	132.5	136.3	139.7	144.0	148.4	152.4	154.6	157.4	160.2
IX1141	828.4	58.0	59.5	61.2	62.9	64.9	66.7	68.7	70.9	73.5	76.3	80.2	85.5
IX0136	13.3	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3
IX1130	132.4	9.2	9.4	9.7	10.0	10.4	10.7	11.1	11.5	11.9	12.3	12.8	13.4
IX0142	1,508.4	113.0	114.3	115.9	117.6	119.8	121.4	123.6	126.3	130.3	134.9	141.7	149.6
IX3206	655.9	49.0	49.4	49.9	50.6	51.4	52.0	52.9	54.6	57.7	60.7	63.2	64.6
IX0390	1,062.1	73.5	75.5	77.8	80.2	83.0	85.4	88.3	91.5	95.2	99.0	103.6	109.1
IX0099	3,950.5	268.7	276.5	285.5	294.9	305.7	315.4	326.8	339.8	355.7	371.8	392.8	416.9
IX0098	70.6	4.9	5.0	5.2	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.4	6.6	6.9	7.2
IX0092	4,066.4	290.1	294.8	300.8	307.4	315.9	324.2	335.4	347.7	361.9	377.6	397.5	413.3
IX1098	84.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.8	6.9	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7	7.9
IX0152	3,085.0	228.9	230.1	232.1	234.2	237.1	238.9	244.4	263.6	287.3	295.0	296.1	297.3
IX0154	520.7	41.2	41.3	41.6	41.9	42.4	42.6	43.0	43.4	44.2	45.0	46.3	47.7
IX0159	683.4	53.2	53.4	53.8	54.3	54.9	55.3	55.8	56.5	57.8	59.7	62.8	65.8
IX0166	6,011.4	457.4	460.0	464.3	469.1	476.2	484.0	498.7	514.0	530.2	544.5	554.9	558.3
IX1031	712.8	55.4	55.7	56.1	56.6	57.4	57.8	58.5	59.5	61.1	62.9	65.0	66.9
IX1463	353.9	26.8	27.0	27.3	27.7	28.1	28.4	28.9	29.6	30.8	32.4	33.4	33.5
IX6207	319.4	22.4	22.8	23.2	23.8	24.8	27.2	28.9	29.0	29.2	29.2	29.4	29.5
IX0185	1,167.6	78.1	80.7	83.6	86.7	90.2	93.3	96.9	100.9	105.9	111.0	117.0	123.3
IX0189	145.0	9.7	10.0	10.4	10.8	11.2	11.6	12.1	12.6	13.2	13.8	14.5	15.2
IX0200	3,397.1	241.1	244.5	248.9	254.1	261.2	269.3	282.3	297.7	310.8	320.4	330.1	337.0
IX0198	111.3	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.8	10.0	10.2	10.5
IX0193	1,043.0	81.2	81.9	82.9	83.9	85.2	86.0	87.1	88.3	89.8	90.8	92.2	93.7
IX0194	202.5	15.5	15.6	15.9	16.1	16.4	16.6	16.9	17.2	17.6	17.9	18.2	18.6
IX0192	297.3	22.4	22.6	22.9	23.3	23.7	24.0	24.4	24.9	25.7	26.5	27.9	29.1
IX6208	49.0	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3	4.5	4.6
IX0196	404.2	30.2	30.5	31.0	31.5	32.1	32.6	33.2	34.1	35.3	36.4	37.8	39.5
IX0036	14,690.6	1,106.2	1,121.5	1,141.0	1,161.4	1,186.0	1,204.7	1,227.8	1,252.0	1,281.3	1,305.5	1,335.4	1,367.8
IX1033	231.2	14.6	15.3	15.9	16.7	17.5	18.2	19.1	20.1	21.3	22.5	24.1	26.0
IX0057	151.5	9.8	10.2	10.7	11.2	11.7	12.2	12.7	13.3	14.0	14.6	15.2	16.0
TE0002	2,606.8	180.3	185.5	191.5	197.8	204.8	211.1	218.4	226.1	235.1	243.4	252.2	260.6
TE0045	628.6	44.5	45.7	47.0	48.4	49.9	51.3	52.8	54.4	56.2	57.7	59.5	61.3
TE0046	131.5	9.3	9.5	9.8	10.1	10.4	10.7	11.0	11.4	11.8	12.1	12.5	12.9
TE0050	1,458.7	112.2	113.4	115.0	116.7	118.7	120.1	122.0	123.9	126.3	128.0	130.2	132.3
TE3049	11,555.7	824.9	838.8	855.7	873.3	894.0	910.7	932.6	962.8	1,014.2	1,090.4	1,162.3	1,195.9

TE0250	4,350.0	306.6	312.0	318.7	325.7	334.1	341.3	351.5	366.4	387.4	412.2	438.7	455.6
TE0338	113.9	8.4	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.7	10.0	10.3	10.6	10.9
TE3048	354.2	35.7	34.3	33.1	31.9	30.9	29.7	28.7	27.7	26.9	25.9	25.0	24.2
TE1016	672.3	65.6	63.3	61.2	59.3	57.7	55.9	54.4	53.1	52.3	51.1	49.8	48.4
TE1374	482.1	37.8	38.0	38.3	38.7	39.2	39.5	40.0	40.5	41.2	41.8	42.9	44.4
E00374	548.4	42.7	42.9	43.3	43.7	44.3	44.7	45.3	45.9	46.8	47.8	49.3	51.7
TE0376	1,412.1	138.5	133.5	129.1	125.0	121.4	117.5	114.2	111.4	109.1	106.6	104.2	101.6
TE1376	58.1	5.7	5.5	5.3	5.1	5.0	4.8	4.7	4.5	4.4	4.3	4.3	4.4
TE0004	698.1	53.1	53.7	54.5	55.4	56.4	57.2	58.2	59.3	60.7	61.8	63.1	64.6
TE0024	272.7	18.8	19.4	20.0	20.7	21.4	22.0	22.8	23.6	24.5	25.4	26.4	27.6
TE0031	558.6	37.5	38.6	39.9	41.2	42.8	44.3	46.2	48.6	51.4	53.9	56.1	58.3
TE3032	117.2	8.5	8.6	8.8	9.0	9.2	9.4	9.7	10.1	10.5	10.9	11.1	11.2
TE0033	249.1	19.3	19.4	19.7	20.0	20.3	20.5	20.8	21.1	21.5	21.8	22.2	22.6
TE0032	7,083.8	496.2	505.7	522.7	547.8	579.1	602.9	619.6	629.9	638.0	641.7	647.3	652.9
TE0057	591.8	44.3	44.9	45.8	46.7	47.8	48.6	49.7	50.7	51.9	52.9	53.8	54.7
TE1063	1,729.1	121.6	123.1	125.1	127.2	131.4	142.3	154.1	158.0	159.8	160.8	162.2	163.6
TE0076	218.2	17.1	17.1	17.3	17.5	17.7	17.9	18.1	18.5	18.9	19.2	19.4	19.6
TE1076	37.7	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3
TE6019	58.3	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.9	4.9	5.0	5.0	5.0	5.1
TE0081	249.4	19.6	19.7	19.8	20.0	20.3	20.5	20.9	21.2	21.6	21.7	21.9	22.2
TE6023	575.8	45.9	46.0	46.3	46.7	47.2	47.5	47.9	48.4	49.1	49.5	50.2	51.0
TE0071	1,479.0	111.1	112.4	114.2	116.0	118.4	120.4	122.9	125.9	129.6	132.7	136.1	139.4
TE0086	1,715.3	135.7	136.1	137.0	137.9	139.2	140.0	141.2	142.9	145.5	148.4	153.3	158.1
TE0087	291.8	24.7	24.5	24.4	24.4	24.3	24.2	24.2	24.1	24.2	24.2	24.2	24.3
TE3054	621.7	50.5	50.2	50.0	50.0	50.2	50.6	51.8	53.0	53.7	54.0	54.1	53.7
TE0083	11,137.9	883.7	878.9	877.6	876.9	882.1	894.6	937.8	981.9	994.2	984.1	976.7	969.4
TL0036	1,975.5	117.4	122.7	128.6	135.0	142.3	149.5	158.4	169.9	184.5	202.4	224.2	240.5
TL0245	1,364.1	88.5	90.0	92.0	93.9	96.9	103.0	114.1	125.2	135.6	139.8	141.6	143.5
TL0250	1,726.0	118.6	120.2	122.4	124.6	127.3	129.4	134.2	150.2	168.5	174.5	176.9	179.2
TL8002	1,101.9	65.6	68.9	72.7	77.2	83.0	89.2	95.6	101.1	105.7	109.8	114.3	119.0
TL0211	1,264.7	83.1	85.3	88.1	92.5	102.4	110.5	112.3	114.2	116.4	118.0	119.9	121.9
L0337a	16,668.6	1,058.4	1,075.7	1,100.4	1,122.0	1,218.9	1,405.8	1,528.2	1,575.5	1,630.9	1,640.4	1,650.9	1,661.6
L0337b	19,820.7	1,219.9	1,236.5	1,260.6	1,289.8	1,407.1	1,710.3	1,919.5	1,931.0	1,947.8	1,954.1	1,965.8	1,978.1
TL1031	674.2	49.5	50.1	50.8	51.6	52.9	54.1	55.9	58.1	60.4	62.2	63.9	64.8
Total	146,289.8	10,367.7	10,493.3	10,675.6	10,878.4	11,295.5	11,975.8	12,570.1	12,930.6	13,328.0	13,622.9	13,944.5	14,207.3

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia.

Tabla 23. Valor del Tiempo de los ocupantes en MDP. Situación actual

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX6204	100.1	8.1	8.1	8.2	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
IX6209	87.9	7.0	7.1	7.2	7.1	7.2	7.2	7.3	7.4	7.5	7.5	7.6	7.7
IX0123	13.7	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
IX0114	2.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
IX0130	17.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6
IX0141	106.8	8.3	8.4	8.5	8.3	8.5	8.5	8.7	8.8	9.0	9.3	9.9	10.6
IX0113	200.4	15.4	15.5	15.7	15.4	15.7	15.8	16.0	16.3	16.8	17.7	19.1	20.8
IX0108	413.2	33.1	33.5	33.9	33.2	33.7	34.0	34.3	34.7	35.2	35.5	35.9	36.3
IX1141	278.9	20.5	21.0	21.6	21.5	22.1	22.7	23.3	23.9	24.6	25.2	25.9	26.6
IX0136	9.9	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0
IX1130	47.7	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6
IX0142	840.9	67.2	67.7	68.5	67.2	68.1	68.6	69.4	70.1	71.1	71.8	73.7	77.6
IX3206	429.1	32.9	32.9	33.1	32.3	32.6	32.8	33.2	34.2	36.8	39.5	43.4	45.5
IX0390	426.4	31.0	31.8	32.7	32.6	33.6	34.4	35.4	36.4	37.6	38.7	40.1	42.0
IX0099	1,244.6	88.7	91.0	93.6	93.4	96.4	99.0	102.1	105.6	109.9	114.0	120.5	130.5
IX0098	28.7	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9
IX0092	1,390.8	103.9	105.1	106.6	105.0	107.0	109.0	112.6	116.3	120.0	124.9	135.5	144.8
IX1098	47.1	3.7	3.7	3.8	3.7	3.8	3.9	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2	4.2
IX0152	1,641.2	135.5	135.6	136.2	132.6	133.5	133.7	134.3	135.4	139.1	141.2	141.8	142.3
IX0154	231.4	19.3	19.3	19.4	18.9	19.0	19.0	19.1	19.2	19.3	19.4	19.6	20.0
IX0159	276.1	23.1	23.1	23.2	22.6	22.7	22.8	22.9	22.9	23.1	23.1	23.2	23.4
IX0166	1,435.9	116.1	116.2	116.7	113.6	114.4	114.7	116.1	118.7	122.0	126.0	130.1	131.2
IX1031	295.6	24.2	24.3	24.4	23.8	23.9	24.0	24.1	24.3	24.6	25.2	26.0	26.9
IX1463	136.8	11.0	11.0	11.0	10.7	10.8	10.9	10.9	11.0	11.4	12.2	12.9	12.9
IX6207	290.3	22.0	22.1	22.2	21.6	21.9	23.3	25.9	26.0	26.2	26.2	26.3	26.5
IX0185	607.8	42.9	44.2	45.7	45.9	47.5	49.0	50.7	52.4	54.3	56.2	58.4	60.6
IX0189	46.7	3.3	3.4	3.5	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.5	4.7
IX0200	1,903.9	147.4	148.5	150.0	146.9	148.8	150.3	154.1	160.9	167.2	171.4	177.0	181.5
IX0198	43.1	3.4	3.4	3.5	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9
IX0193	682.1	55.2	55.6	56.1	55.0	55.7	56.1	56.6	57.2	57.9	58.3	58.9	59.5
IX0194	85.4	6.9	6.9	7.0	6.9	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.3	7.4	7.5
IX0192	132.1	10.6	10.6	10.7	10.5	10.7	10.7	10.8	11.0	11.1	11.3	11.7	12.3
IX6208	20.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8
IX0196	268.9	21.1	21.3	21.5	21.1	21.5	21.7	22.0	22.4	23.1	23.6	24.2	25.3
IX0036	5,748.4	451.5	458.1	464.6	457.0	464.7	470.0	476.6	483.3	491.5	500.2	511.9	519.1
IX1033	105.6	7.2	7.4	7.7	7.8	8.1	8.5	8.8	9.2	9.6	9.9	10.4	11.0
IX0057	65.0	4.4	4.6	4.8	4.8	5.0	5.2	5.4	5.7	5.9	6.1	6.4	6.6
TE0002	978.9	70.9	72.7	74.7	74.5	76.9	78.9	81.2	83.7	86.7	89.7	93.0	96.0
TE0045	356.4	26.1	26.8	27.5	27.4	28.3	29.0	29.8	30.6	31.5	32.3	33.2	34.1
TE0046	50.2	3.7	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8
TE0050	733.7	59.0	59.5	60.1	58.9	59.7	60.2	60.9	61.5	62.4	63.0	63.8	64.6
TE3049	6,190.5	470.5	477.2	485.4	478.8	488.3	495.3	503.8	512.5	524.5	548.2	592.2	613.9

TE0250	1,996.2	144.7	146.8	149.3	147.4	150.4	152.7	155.9	161.4	169.4	183.5	208.4	226.3
TE0338	46.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3
TE3048	178.8	18.8	18.0	17.3	16.1	15.5	14.9	14.3	13.8	13.3	12.7	12.2	11.8
TE1016	218.4	22.4	21.5	20.7	19.3	18.6	17.9	17.3	16.8	16.6	16.2	15.8	15.4
TE1374	168.0	13.9	13.9	14.0	13.6	13.7	13.8	13.8	13.9	14.0	14.1	14.3	14.8
E00374	246.4	20.3	20.4	20.5	19.9	20.1	20.1	20.2	20.3	20.5	20.6	21.1	22.5
TE0376	1,147.0	120.2	115.2	110.7	103.2	99.5	95.4	91.7	88.2	85.1	81.9	79.2	76.6
TE1376	37.5	3.9	3.7	3.6	3.4	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.6
TE0004	245.8	20.0	20.1	20.3	19.9	20.1	20.2	20.4	20.5	20.8	20.9	21.2	21.5
TE0024	92.6	6.8	6.9	7.1	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.2	8.4	8.7	9.0
TE0031	205.6	14.5	14.9	15.3	15.3	15.8	16.2	16.7	17.5	18.5	19.5	20.3	21.1
TE3032	51.0	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5
TE0033	105.3	8.6	8.6	8.7	8.5	8.6	8.7	8.7	8.8	8.9	9.0	9.0	9.1
TE0032	2,466.4	185.1	186.0	187.7	186.0	194.8	204.5	212.4	217.5	220.7	222.0	223.9	225.8
TE0057	210.8	16.5	16.7	16.9	16.7	16.9	17.1	17.5	17.8	18.2	18.5	18.9	19.2
TE1063	1,772.4	123.7	124.5	125.5	123.0	124.9	133.1	158.9	168.7	170.7	171.7	173.1	174.6
TE0076	111.6	9.2	9.2	9.2	9.0	9.0	9.1	9.1	9.2	9.5	9.6	9.7	9.7
TE1076	40.8	3.4	3.4	3.4	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
TE6019	20.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8
TE0081	106.0	8.6	8.6	8.6	8.4	8.5	8.5	8.7	9.0	9.2	9.2	9.3	9.5
TE6023	217.8	18.2	18.2	18.3	17.8	17.9	17.9	18.0	18.1	18.2	18.3	18.4	18.6
TE0071	512.2	40.5	40.8	41.3	40.5	41.0	41.4	42.0	42.7	43.8	44.9	46.1	47.2
TE0086	626.5	52.0	52.0	52.1	50.7	51.0	51.0	51.1	51.3	51.7	52.3	54.5	57.0
TE0087	98.4	8.7	8.6	8.6	8.3	8.2	8.1	8.1	8.0	8.0	7.9	7.9	7.9
TE3054	231.2	20.0	19.8	19.7	18.9	18.9	18.7	18.8	19.1	19.3	19.3	19.4	19.3
TE0083	5,751.8	472.6	467.7	464.0	446.6	444.3	440.7	453.2	498.7	522.9	517.6	513.7	509.8
TL0036	676.1	42.4	44.2	46.2	46.9	49.1	51.2	53.5	56.6	60.4	65.2	75.8	84.4
TL0245	2,060.4	110.9	112.3	114.3	113.1	117.5	133.5	159.5	196.1	239.2	251.4	254.6	257.9
TL0250	1,105.9	87.2	88.1	89.1	87.5	88.8	89.6	90.7	92.0	95.5	97.9	99.1	100.3
TL8002	278.1	18.4	19.2	19.9	20.2	21.1	22.2	23.4	24.6	25.7	26.7	27.8	28.9
TL0211	356.3	24.9	25.3	25.7	25.5	27.5	30.9	31.4	31.9	32.5	33.0	33.5	34.0
L0337a	6,072.9	455.5	459.4	465.6	458.6	469.0	478.8	492.4	509.1	531.1	554.7	583.8	614.9
L0337b	7,006.1	528.5	532.1	538.0	528.4	538.7	548.4	562.9	582.0	609.0	639.6	678.0	720.6
TL1031	247.8	19.0	19.1	19.2	18.8	19.0	19.2	19.6	20.6	21.7	22.9	24.1	24.8
Total	62,722.0	4,814.6	4,847.3	4,894.7	4,799.9	4,879.4	4,964.3	5,113.0	5,303.5	5,503.1	5,658.9	5,876.9	6,066.5

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados del cálculo descrito, los costes de operación vehicular y valor del tiempo en la situación actual serían:

Tabla 24. Resumen de COV y Valor Tiempo. Situación actual.

Actual			
Año	**VOC**	**Valor tiempo**	**Suma**
2020	$ 10,367,667,558.17	$ 4,814,598,184.06	$ 15,182,265,742.23
2021	$ 10,493,291,312.62	$ 4,847,263,451.19	$ 15,340,554,763.81
2022	$ 10,675,647,912.84	$ 4,894,740,930.34	$ 15,570,388,843.19
2023	$ 10,878,373,453.51	$ 4,799,865,511.34	$ 15,678,238,964.85
2024	$ 11,295,481,455.38	$ 4,879,363,561.10	$ 16,174,845,016.48
2025	$ 11,975,830,703.32	$ 4,964,330,110.24	$ 16,940,160,813.57
2026	$ 12,570,089,456.59	$ 5,112,990,586.05	$ 17,683,080,042.63
2027	$ 12,930,649,323.80	$ 5,303,473,978.53	$ 18,234,123,302.33
2028	$ 13,328,035,782.36	$ 5,503,094,110.77	$ 18,831,129,893.13
2029	$ 13,622,929,708.53	$ 5,658,891,544.52	$ 19,281,821,253.05
2030	$ 13,944,538,575.38	$ 5,876,926,020.77	$ 19,821,464,596.16
2031	$ 14,207,259,436.45	$ 6,066,462,371.10	$ 20,273,721,807.55
Total	**$ 146,289,794,678.95**	**$ 62,722,000,360.02**	**$ 209,011,795,038.97**

Fuente: Elaboración propia

3 SITUACIÓN SIN EL PROYECTO

En la situación actual, la red de caminos de la zona sur del Estado de México está atendida a través de los correspondientes programas de rehabilitación y conservación, mediante esquemas tradicionales de contratación y gestión correctiva.

En los últimos años, del presupuesto de los programas de rehabilitación y conservación, mediante esquemas tradicionales, al mantenimiento esta red de caminos del sur le han venido correspondiendo los siguientes montos:

Tabla 25 Monto de histórico de conservación de los CdS

	Pesos corrientes	INPC (dic)	INPC indexado 1=2018	Pesos 2019
2013	112,765,314.51	83.77	0.79	143,531,959
2014	98,697,643.15	87.19	0.82	120,699,942
2015	61,246,038.94	89.05	0.84	73,336,723
2016	80,939,478.25	92.04	0.86	93,767,047
2017	48,533,288.08	98.27	0.92	52,658,431
2018	611,924,385.92	103.02	0.97	633,341,739
2019*		106.63	1.00	
Promedio (2013-2018)	169,017,691			186,222,640

*Se asume una inflación de 3.5% en 2019

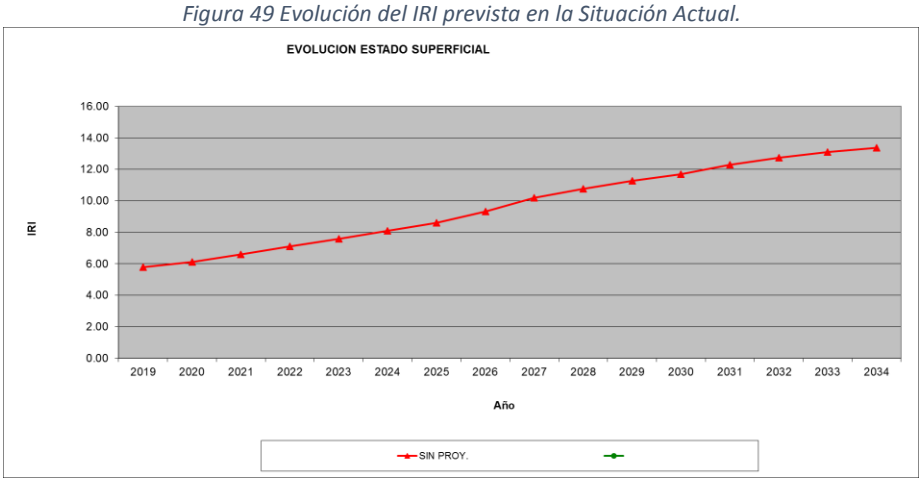
Fuente: Junta de Caminos y Elaboración propia.

Esto supone una media de 186.2 millones de pesos al año de 2019, o lo que es lo mismo, menos de 0.114 MDP/km·año.

La escasez de recursos y su variabilidad de unos años a otros se traduce en que mayoritariamente se destinen a mantenimiento rutinario, (bacheo, pintura, señalamiento y limpieza) y en mucha menor medida a mantenimiento periódico (reencarpetados con vida útil 3/6 años), y sin posibilidad de realizar trabajos de reconstrucción que restituyan la vida útil y aseguren la preservación del patrimonio vial.

Esto produce un deterioro paulatino de las condiciones de la red, que con el paso del tiempo va empeorando sus condiciones estructurales y superficiales, lo que se traduce en un incremento del costo para el usuario.

Figura 49 Evolución del IRI prevista en la Situación Actual.

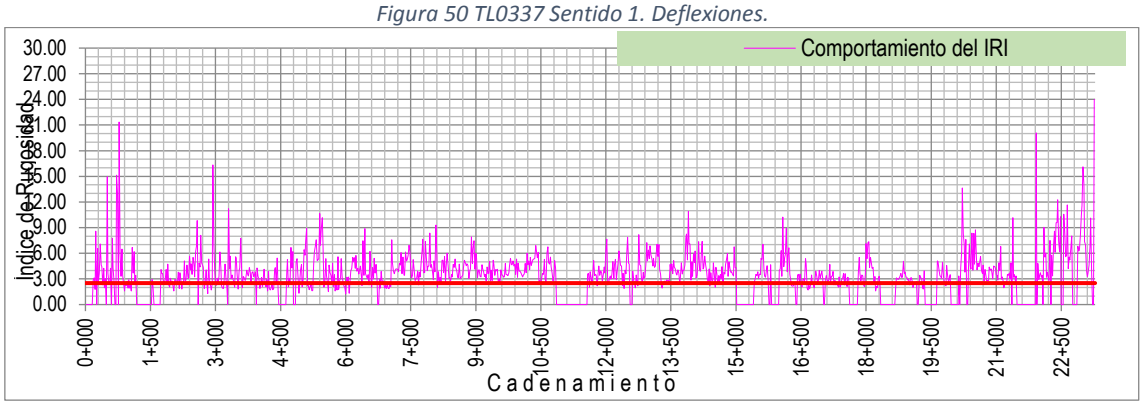


Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de que los resultados de estos programas de conservación no son satisfactorios, es el tramo Toluca-Metepec TL0337, que se ha llevado la mayor parte de su presupuesto, con un total de inversión de 230.5 MDP en los últimos 7 años.

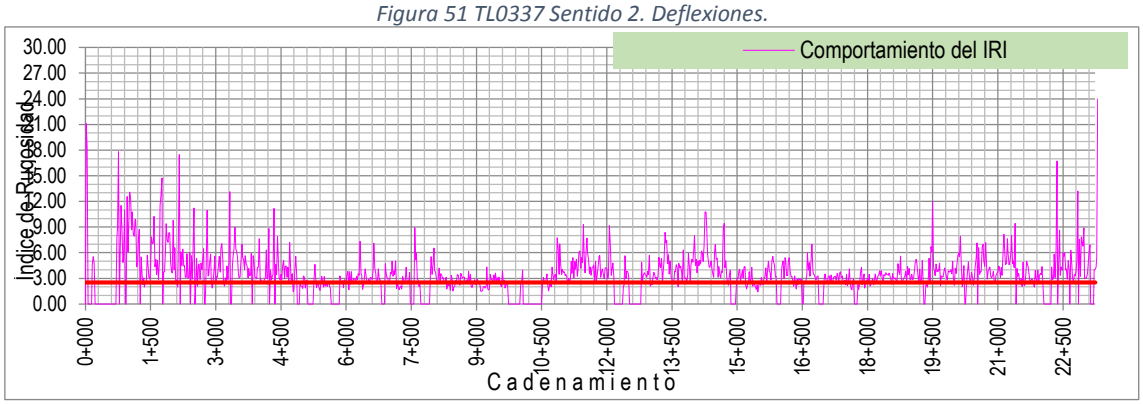
La última intervención fuerte en este tramo TL0337 fue en 2013, por 153.7 millones. El promedio del resto de años es de 25.57 MDP.

Figura 50 TL0337 Sentido 1. Deflexiones.



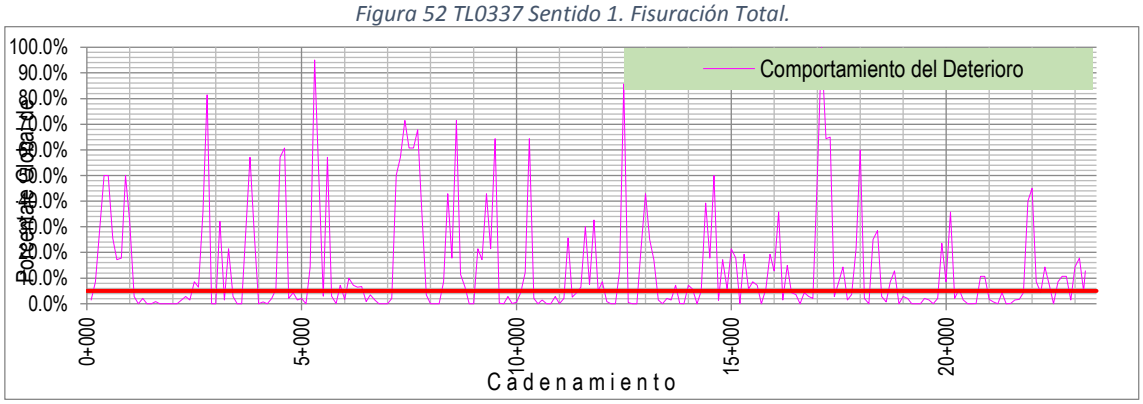
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Figura 51 TL0337 Sentido 2. Deflexiones.



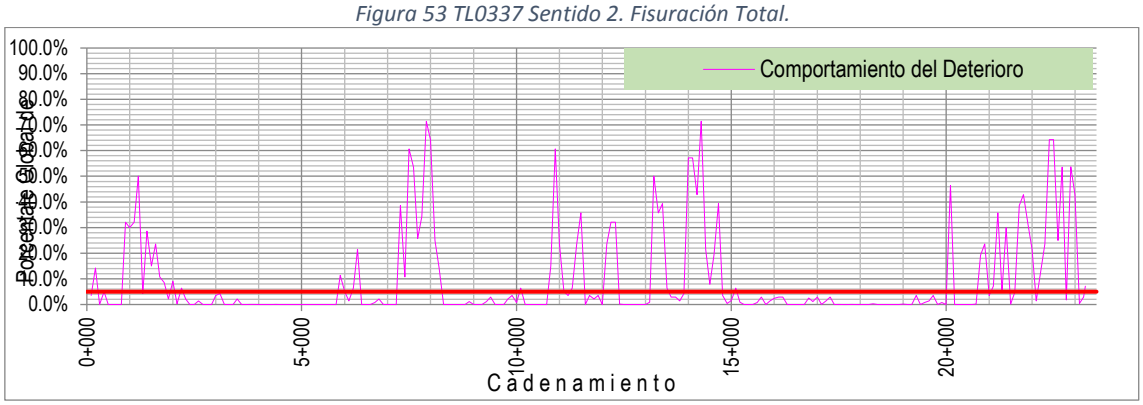
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Figura 52 TL0337 Sentido 1. Fisuración Total.



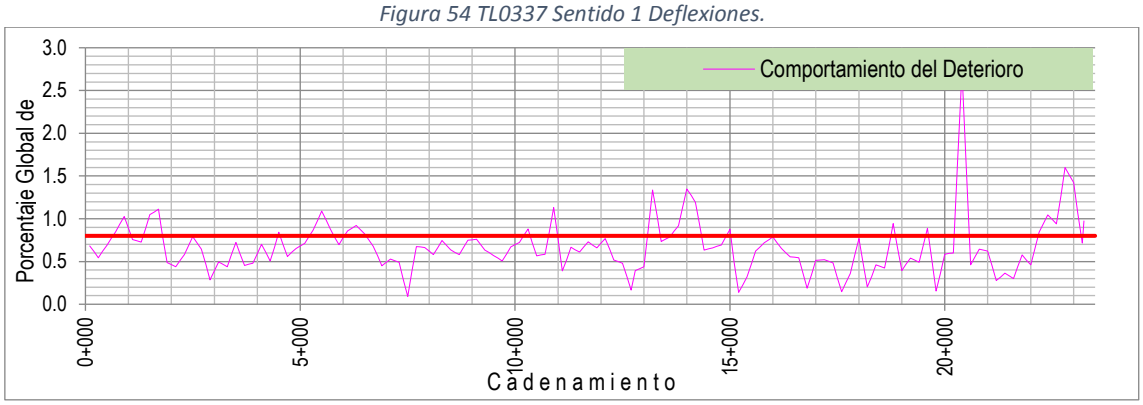
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Figura 53 TL0337 Sentido 2. Fisuración Total.



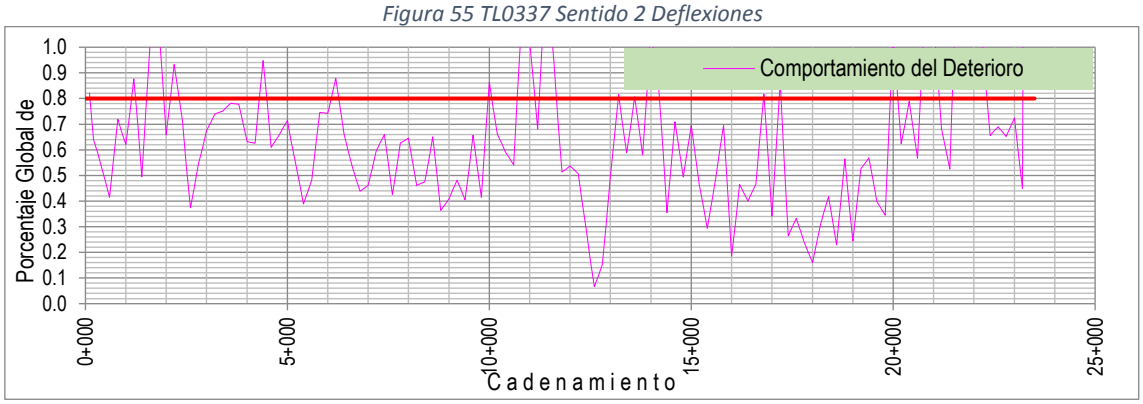
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Figura 54 TL0337 Sentido 1 Deflexiones.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

Figura 55 TL0337 Sentido 2 Deflexiones



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SEMIC: "Mejorar La Infraestructura Carretera De La Región Sur Del Estado De México (Auscultación E Inventario). (Obra Nueva).

3.1 OPTIMIZACIONES

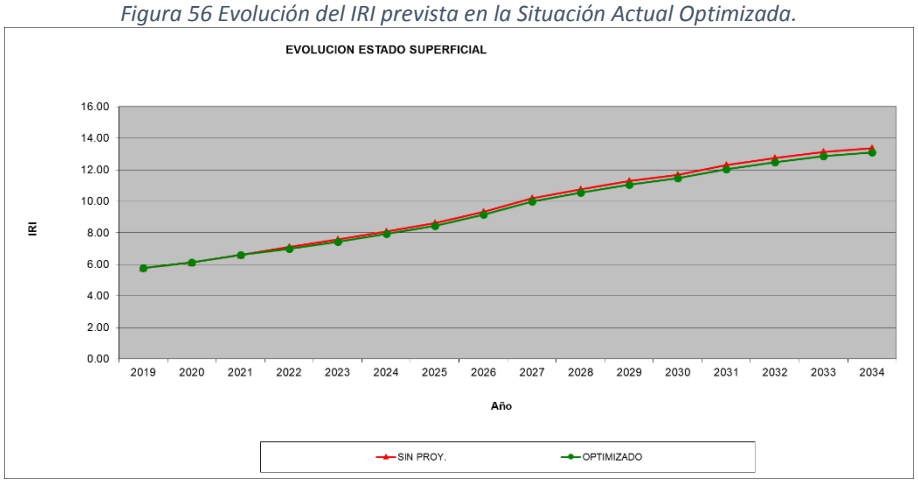
Partiendo del esquema de conservación tradicional mediante programas de rehabilitación y conservación y considerando un incremento del costo del 10%, se llegaría a un presupuesto de 204.84 millones de pesos al año de 2019, o lo que es lo mismo, 0.125 MDP/km· año.

El incremento de recursos se dedicaría a aumentar el mantenimiento periódico (reencarpetados con vida útil 3/6 años) respecto a la situación sin proyecto, lo que resultaría al cabo de unos tres años en una pequeña mejora de la condición superficial del pavimento, si bien las actuaciones mayoritarias continuarían siendo las de mantenimiento rutinario, (bacheo, pintura, señalamiento y limpieza).

3.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA OPTIMIZADA

La oferta que se pone a disposición de los usuarios se corresponderá entonces con la del inventario actual con una mejora de la condición superficial del pavimento por incremento del mantenimiento periódico que se refleja en una mejora del IRI.

Figura 56 Evolución del IRI prevista en la Situación Actual Optimizada.



Fuente: Elaboración propia.

También se percibirá una pequeña mejora en el resto de los elementos a los que se dedica el mantenimiento periódico y rutinario, como se refleja en las siguientes tablas:

Categoría A

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 1. (IX6204). Libramiento Ixtapan de la Sal		
Longitud (km)	2.52	2.52
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	3	3
Ancho de sección (m)	11	11
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	35	40
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.57	4.48
TDPA (veh/día)	5409	5409
Obras de Drenaje	Regular	Bueno
Señalización	Regular	Regular

Tabla 26. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 1 (IX6204)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 14. (IX3206). Km. 58.0 (Tenancingo-Villa Guerrero)-San Miguel		
Longitud (km)	4.50	4.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	35	50
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.22	5.11
TDPA (veh/día)	5713	5713
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 27. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 14 (IX3206)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 22 (IX0152) Tenancingo-Teneria-Tecomatlán-San Simón El Alto		
Longitud (km)	12.10	12.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	40	30
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	5.31	5.20
TDPA (veh/día)	11204	11204
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 28. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 22 (IX0152)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 27. (IX1463) Km. 5.7 (Jajalpa-San Francisco Tepexoxuca)-Joquicingo		
Longitud (km)	3	3
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	50	40
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	6.05	5.93
TDPA (veh/día)	4548	4548
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 29. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 27 (IX1463)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 28 (IX6207). Libramiento de Techuchulco		
Longitud (km)	1.23	1.23
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	9	9
Tipo de terreno	Llano	Llano
Velocidad de proyecto (km/hr)	25	40
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.26	5.15
TDPA (veh/día)	10685	10685
Obras de Drenaje	Regular	Bueno
Señalización	Regular	Regular

Tabla 30. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 28 (IX6207)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 31 (IX0200) Santiago Tianguistenco-Chalma		
Longitud (km)	30.20	30.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	50	40
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.4	4.3
TDPA (veh/día)	3134	3134
Obras de Drenaje	Mal	Mal
Señalización	Regular	Bien

Tabla 31. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 31 (IX0200)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 38 (IX0036) Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya		
Longitud (km)	106	106
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	50	40
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	3.56	3.49
TDPA (veh/día)	4843	4843
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 32. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 38 (IX0036)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 47 (TE3049) Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx./Mich.		
Longitud (km)	70	70
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	35	40
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.66	4.56
TDPA (veh/día)	5453	5453
Obras de Drenaje	Mal	Mal
Señalización	Regular	Regular

Tabla 33. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 47 (TE3049)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 48 (TE0250) Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo		
Longitud (km)	36.50	36.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	50	40
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.2	4.12
TDPA (veh/día)	4662	4662
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 34. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 48 (TE0250)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 62 (TE0032) Tejupilco-Amatepec-Tlatlaya		
Longitud (km)	49.20	49.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	50	60
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.74	4.65
TDPA (veh/día)	4646	4646
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 35. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 62 (TE0032)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 64 (TE1063) Libramiento de Tejupilco		
Longitud (km)	5.90	5.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7.5	7.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Velocidad de proyecto (km/hr)	25	40
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	8.73	8.58
TDPA (veh/día)	11483	11483
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 36. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 64 (TE1063)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 73 (TE3054) Acceso Avándaro		
Longitud (km)	4.50	4.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Velocidad de proyecto (km/hr)	45	40
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.37	6.25
TDPA (veh/día)	5247	5247
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 37. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 73 (TE3054)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 74 (TE0083) Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano) Valle de Bravo		
Longitud (km)	36.30	36.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	8.4	8.4
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.49	4.40
TDPA (veh/día)	11345	11345
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 38. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 74 (TE0083)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 77 (TL0245) Km. 10.1 (Toluca-Temascaltepec) Zinacantepec		
Longitud (km)	3.80	3.80
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	2	2
Ancho de sección (m)	16.12	16.12
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.81	4.72
TDPA (veh/día)	16074	16074
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Mal	Mal

Tabla 39. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 77 (TL0245)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 78 (TL0250) Km. 7.5 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo		
Longitud (km)	3.50	3.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	3.72	3.65
TDPA (veh/día)	21794	21794
Obras de Drenaje	Regular	Bien
Señalización	Regular	Regular

Tabla 40. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 78 (TL0250)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 80 (TL0211) Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza		
Longitud (km)	3.80	3.80
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	2	2
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.88	6.75
TDPA (veh/día)	10339	10339
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 41. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 80 (TL0211)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 81 (TL0337) Toluca-Metepec-Tenango del Valle		
Longitud (km)	23.50	23.50
Tipo de carretera	A	A
Número de carriles	3	3
Ancho de sección (m)	25.23	25.23
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.29	4.20
TDPA (veh/día)	76771	76771
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 42. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 81 (TL0337)

Categoría B

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 2 (IX6209) Libramiento de Tonatico		
Longitud (km)	1.90	1.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7.50	7.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.54	4.45
TDPA (veh/día)	3392	3392
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 43. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 2 (IX6209)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 7 (IX0141) Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac		
Longitud (km)	8.10	8.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.81	6.69
TDPA (veh/día)	1548	1548
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 44. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 7 (IX0141)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 8 (IX0113) San Alejo-Limites Edo. de México/Guerrero (Pilcaya)		
Longitud (km)	8	8
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.20	5.1
TDPA (veh/día)	2394	2394
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 45. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 8 (IX0113)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 9 (IX0108) San Alejo-Puente de Los Sabinos		
Longitud (km)	16.10	16.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.53	6.42
TDPA (veh/día)	3290	3290
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 46. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 9 (IX0108)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 10 (IX1141) Coatepec Harinas-Totolmajac		
Longitud (km)	12.80	12.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Bueno	Bueno
IRI (m/km)	2.71	2.66
TDPA (veh/día)	1953	1953
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 47. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 10 (IX1141)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 13 (IX0142) Km. 60.5 (Tenancingo-Villa Guerrero)-Zacango-Totolmajac		
Longitud (km)	18.60	18.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.37	4.28
TDPA (veh/día)	2697	2697
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 48. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 13 (IX0142)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 16 (IX0099) Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal		
Longitud (km)	57.70	57.70
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.10	5
TDPA (veh/día)	2045	2045
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 49. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 16 (IX099)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 18 (IX0092) Km 47.0 (Zinacantepec - Sultepec)- Almoloya de Alquisiras- Zacualpan.		
Longitud (km)	43	43
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.15	4.06
TDPA (veh/día)	3341	3341
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 50. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 18 (IX0092)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 23 (IX0154) Tenería-San Nicolás		
Longitud (km)	7.60	7.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.69	5.67
TDPA (veh/día)	2587	2587
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 51. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 23 (IX0154)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 24 (IX0159) Tenancingo-EL Carmen		
Longitud (km)	8.60	8.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.41	4.32
TDPA (veh/día)	3449	3449
Obras de Drenaje	Mal	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 52. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 24 (IX0159)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 25 (IX0166) Tenancingo-Zumpahuacán-San Gaspar- Limites Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)		
Longitud (km)	44.30	44.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.87	5.65
TDPA (veh/día)	4100	4100
Obras de Drenaje	Mal	Mal
Señalización	Regular	Regular

Tabla 53. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 25 (IX0166)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 26 (IX1031) San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco		
Longitud (km)	18.50	18.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.45	5.34
TDPA (veh/día)	2386	2386
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 54. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 26 (IX1031)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 29 (IX0185) Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)		
Longitud (km)	29.50	29.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.66	4.57
TDPA (veh/día)	1227	1227
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 55. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 29 (IX0185)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 33 (IX0193) Km. 29.2 (México-Chalma)- Limites Edo. de México/Morelos (Cuernavaca)		
Longitud (km)	25.70	25.70
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
IRI (m/km)	4	3.92
TDPA (veh/día)	1619	1619
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 56. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 33 (IX0193)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 35 (IX0192) Km. 31.3 (México-Chalma)-Ocuilan-E. C. (Cuernavaca)		
Longitud (km)	4.20	4.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.48	5.36
TDPA (veh/día)	2501	2501
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 57. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 35 (IX0192)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 36 (IX6208) Libramiento del Ahuehuete		
Longitud (km)	1.20	1.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	2	2
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.01	4
TDPA (veh/día)	1304	1304
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 58. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 36 (IX6208)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 37 (IX0196) Santa Mónica-Santa Cruz Tezontepec		
Longitud (km)	7.10	7.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.47	5.36
TDPA (veh/día)	2203	2203
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 59. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 37 (IX0196)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 39 (IX1033) Libramiento de Sultepec		
Longitud (km)	3.60	3.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.32	5.21
TDPA (veh/día)	1633	1633
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 60. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 39 (IX1033)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 43 (TE0002) Km.133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo -San Pedro Limón-Lím. Méx./Gro.		
Longitud (km)	65	65
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.17	6.05
TDPA (veh/día)	1247	1247
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 61. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 43 (TE0002)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 51 (TE1016) Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) Chirimoyo-San Juan Xoconusco-El Capulín-Llano, Redondo-Lím. Méx./Mich.		
Longitud (km)	14.50	14.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6	5.88
TDPA (veh/día)	1874	1874
Obras de Drenaje	Mal	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 62. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 51 (TE1016)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 52 (TE1374) Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) Donato Guerra		
Longitud (km)	8.80	8.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.06	3.98
TDPA (veh/día)	2395	2395
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 63. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 52 (TE1374)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 53 (TE00374) El Salitre-Nanchititla Km.17.0 (Monumento-Valle de Bravo) Donato Guerra		
Longitud (km)	6.80	6.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.08	4
TDPA (veh/día)	3074	3074
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 64. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 53 (TE00374)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 54 (TE0376) Km. 63.5 (Toluca-Morelia) - Ixtapan del Oro.		
Longitud (km)	31.50	31.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.48	5.36
TDPA (veh/día)	1335	1335
Obras de Drenaje	Regular	Bien
Señalización	Regular	Regular

Tabla 65. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 54 (TE0376)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 55 (TE1376) Libramiento San José Villa de Allende		
Longitud (km)	1.10	1.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.27	5.16
TDPA (veh/día)	3191	3191
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 66. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 55 (TE1376)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 58 (TE0031) Km. 12.1 (El Grupo Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico.		
Longitud (km)	10.40	10.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.76	6.63
TDPA (veh/día)	1685	1685
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Mal	Regular

Tabla 67. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 58 (TE0031)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 60 (TE3032) Libramiento de Amatepec		
Longitud (km)	2.90	2.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4	3.92
TDPA (veh/día)	1238	1238
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 68. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 60 (TE3032)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 65 (TE0076) Km.76.3 (Toluca-Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero		
Longitud (km)	6.10	6.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.67	6.54
TDPA (veh/día)	1549	1549
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 69. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 65 (TE0076)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 68 (TE0081) Km. 45.7 (Toluca-Cd. Altamirano) Tequesquipan		
Longitud (km)	7.90	7.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.72	5.61
TDPA (veh/día)	1088	1088
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 70. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 68 (TE0081)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 70 (TE0071) Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec) San Pedro Tenayac -Zacazonapan		
Longitud (km)	33.60	33.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.26	5.15
TDPA (veh/día)	1280	1280
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 71. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 70 (TE0071)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 71 (TE0086) El Fresno-Temascaltepec		
Longitud (km)	17.80	17.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.57	4.48
TDPA (veh/día)	3578	3578
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 72. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 71 (TE0086)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 72 (TE0087) Km.30.8 (Valle de Bravo-San Francisco de los Ranchos) Circuito Avándaro		
Longitud (km)	10.60	10.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.28	5.17
TDPA (veh/día)	1185	1185
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 73. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 72 (TE0087)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 75 (TL0036) La Puerta Sultepec-San Miguel Totolmaloya		
Longitud (km)	17.50	17.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.72	6.72
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4	3.92
TDPA (veh/día)	2982	2982
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 74. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 75 (TL0036)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 79 (TL8002) Calimaya-San Felipe Tlalmimilolpan		
Longitud (km)	9	9
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	7.19	7.05
TDPA (veh/día)	2493	2493
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 75. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 79 (TL8002)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 82 (TL1031) San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento		
Longitud (km)	11	11
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.45	5.34
TDPA (veh/día)	2178	2178
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 76. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 82 (TL1031)

Categoría C

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 3 (IX0123) Tonatico-El Salto		
Longitud (km)	1.20	1.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	803	803
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 77. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 3 (IX0123)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 4 (IX0114) Km. 95.0 (Tonatico-Taxco)-Grutas de la Estrella		
Longitud (km)	2.00	2.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	86	86
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 78. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 4 (IX0114)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 5 (IX0130) Ixtapan-Plan de San Miguel		
Longitud (km)	3.40	3.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	5	5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	127	127
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 79. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 5 (IX0130)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 6 (IX0175) Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa		
Longitud (km)	17.00	17.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	4	4
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Terracería	Bueno
TDPA (veh/día)	S/D	S/D
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Mal	Mal

Tabla 80. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 6 (IX0175)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 11 (IX0136) Porfirio Díaz-El Carmen		
Longitud (km)	5.30	5.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	97	97
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 81. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 11 (IX0136)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 12 (IX1130) Plan de San Miguel-Porfirio Díaz		
Longitud (km)	7.90	7.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	650	650
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 82. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 12 (IX1130)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 15 (IX0390) Coatepec Harinas-Nevado de Toluca		
Longitud (km)	38.00	38.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	996	996
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 83. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 15 (IX0390)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 17 (IX0098) Chiltepec-Las Vueltas		
Longitud (km)	5.00	5.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	449	449
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Mal	Regular

Tabla 84. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 17 (IX0098)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 19 (IX0001) San Antonio del Rosario-Zacualpan		
Longitud (km)	51.40	51.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	430	430
Obras de Drenaje	Sin datos	Sin datos
Señalización	Sin datos	Sin datos

Tabla 85. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 19 (IX0001)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 20 (IX0097) Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca		
Longitud (km)	7.20	7.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	488	488
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Mal	Mal

Tabla 86. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 20 (IX0097)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 21 (IX1098) Almoloya de Alquisiras-Las Mesas		
Longitud (km)	6.50	6.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	495	495
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 87. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 21 (IX1098)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 30 (IX0189) Puente Caporal-Tepehuajes-E. C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolas Bravo)		
Longitud (km)	6.60	6.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	724	724
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Bien

Tabla 88. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 30 (IX0189)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 32 (IX0198) Km. 19.8 (México-Chalma)-Laguas de Zempoala (Limites Edo. de México/Morelos)		
Longitud (km)	15.00	15.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	184	184
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 89. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 32 (IX0198)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 34 (IX0194) Km. 24.6 (Ocuilan-Cuernavaca)-Tlatempan-Ahuatenco		
Longitud (km)	10.10	10.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	691	691
Obras de Drenaje	Mal	Mal
Señalización	Regular	Regular

Tabla 90. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 34 (IX0194)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 40 (IX0033) Amatepec-La Goleta-Sultepec		
Longitud (km)	43.10	43.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	649	649
Obras de Drenaje	Sin datos	Sin datos
Señalización	Sin datos	Sin datos

Tabla 91. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 40 (IX0033)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 41 (IX0057) Km. 53.4 (Zinacantepec-Sultepec)-E.C. (Tejupilco-Amatepec)		
Longitud (km)	9.80	9.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	425	425
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 92. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 41 (IX0057)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 42 (TE0001) San Antonio del Rosario-Zacualpan		
Longitud (km)	65.20	65.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7.5	7.5
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	246	246
Obras de Drenaje	Sin datos	Sin datos
Señalización	Sin datos	Sin datos

Tabla 93. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 42 (TE001)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 44 (TE0045) Km. 103.5 (Toluca-Cd. Altamirano) El Estanco-El Corupo		
Longitud (km)	37.40	37.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	507	507
Obras de Drenaje	Mal	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 94. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 44 (TE0045)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 45 (TE0046) El Salitre-Nanchititla		
Longitud (km)	31.10	31.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	146	146
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 95. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 45 (TE0046)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 46 (TE0050) Zuluapan-Zacazonapan-Luvianos-Cuadrilla de López		
Longitud (km)	50.20	50.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
TDPA (veh/día)	1031	1031
Obras de Drenaje	Mal	Mal
Señalización	Regular	Regular

Tabla 96. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 46 (TE0050)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 49 (TE0338) Km. 36.4 (Toluca-Valle de Bravo)-Turcio		
Longitud (km)	8.80	8.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	5.5	5.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	510	510
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 97. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 49 (TE0338)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 50 (TE3048) San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Mex/Mich		
Longitud (km)	46.00	46.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	5	5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	393	393
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 98. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 50 (TE3048)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 56 (TE0004) Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyacan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan)		
Longitud (km)	33.30	33.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	763	763
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 99. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 56 (TE0004)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 57 (TE0024) Puerto Frio-Cerro del Campo		
Longitud (km)	12.30	12.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	669	669
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Bien	Bien

Tabla 100. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 57 (TE0024)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 59 (TE0017) Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande.		
Longitud (km)	36.90	36.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	236	236
Obras de Drenaje	Sin datos	Sin datos
Señalización	Sin datos	Sin datos

Tabla 101. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 59 (TE0017)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 61 (TE0033) Amatepec-La Goleta-Sultepec.		
Longitud (km)	18.00	18.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	4.81	4.81
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 102. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 61 (TE0033)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 63 (TE0057) km. 53.4 / (La Puerta-Sultepec)-E. Km.5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)		
Longitud (km)	26.00	26.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	805	805
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 103, Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 63 (TE0057)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 66 (TE1076) San Simón de Guerrero-Las Juntas		
Longitud (km)	21.00	21.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	5	5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	73	73
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Mal	Mal

Tabla 104. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 66 (TE1076)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 67 (TE6019) San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama.		
Longitud (km)	7.00	7.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	309	309
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 105. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 67 (TE6019)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 69 (TE6023) Temascaltepec-Las Juntas		
Longitud (km)	27.50	27.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
TDPA (veh/día)	749	749
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Regular	Regular

Tabla 106. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 69 (TE6023)

CONCEPTO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN OPTIMIZADA
Tramo 76 (TL0306) Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca		
Longitud (km)	20.00	20.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.17	6.17
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Terracería	Bueno
TDPA (veh/día)	S/D	S/D
Obras de Drenaje	Regular	Regular
Señalización	Mal	Regular

Tabla 107. Comparativo de la oferta en la situación ACTUAL y OPTIMIZADA del tramo 76 (TL0306)

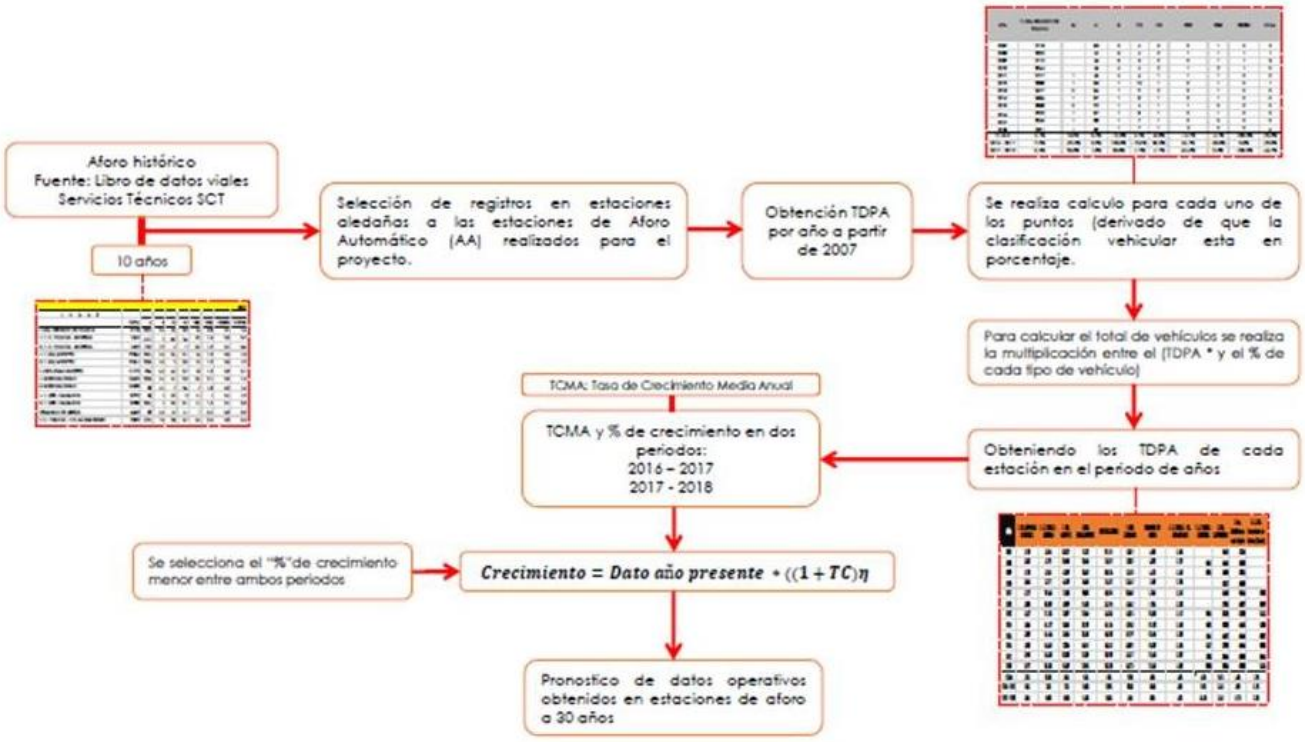
3.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA OPTIMIZADA.

Dentro de los trabajos de campo contratados por la Junta de Caminos del Estado de México se incluye un estudio de tránsito que permite conocer los flujos vehiculares en la región sur del Estado.

El análisis de la demanda se realiza a partir de los trabajos realizados por Avanti Engineering Group para la Junta de Caminos del Estado de México en el mes de diciembre de 2018.

Avanti determina la proyección del tránsito en los años futuros a partir de unas tasas de crecimiento determinadas para cada camino en función del crecimiento que se ha venido registrando en las diferentes zonas según se detalla en el Anexo A.

Figura 57 Metodología de la obtención de proyecciones de crecimiento.



Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

Tabla 108 Demanda Actual y crecimiento previsto.

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA		
				2018	2029	2049
1 (S1)	IX6204	2.52	1.12%	2,512	2,808	3,510
1 (S2)	IX6204	2.52	1.12%	2,897	3,240	4,049
2 (S1)	IX6209	1.90	1.12%	1,667	1,863	2,329
2 (S2)	IX6209	1.90	1.12%	1,725	1,929	2,411
3	IX0123	1.20	1.12%	803	898	1,123
4	IX0114	2.00	2.72%	86	112	192
5	IX0130	3.40	1.12%	127	141	177
6	IX0175	17.00	2.76%	S/D	S/D	S/D
7	IX0141	8.10	1.12%	1,548	1,730	2,163
8	IX0113	8.00	1.12%	2,394	2,677	3,346
9	IX0108	16.10	1.12%	3,290	3,678	4,598
10	IX1141	12.80	2.76%	1,953	2,565	4,423
11 (S1)	IX0136	5.30	2.76%	51	66	114
11 (S2)	IX0136	5.30	2.76%	46	61	105
12	IX1130	7.90	2.76%	650	854	1,472
13	IX0142	18.60	1.12%	2,697	3,015	3,769
14	IX3206	4.50	0.39%	5,713	5,941	6,426
15	IX0390	38.00	2.76%	996	1,308	2,256
16	IX0099	57.70	2.76%	2,045	2,686	4,631
17	IX0098	5.00	2.76%	449	589	1,016
18	IX0092	43.00	1.44%	3,341	3,855	5,130
19	IX0001	51.40	2.72%	430	563	963
20	IX0097	7.20	1.44%	488	563	750
21	IX1098	6.50	1.44%	495	571	761
22	IX0152	12.10	0.39%	5,977	6,217	6,724
22	IX0152	12.10	0.39%	5,227	5,436	5,880
23	IX0154	7.60	0.39%	2,587	2,691	2,911
24	IX0159	8.60	0.39%	3,449	3,587	3,880
25	IX0166	44.30	0.39%	4,100	4,264	4,613
26	IX1031	18.50	0.39%	2,386	2,481	2,684
27	IX1463	3.00	0.39%	2,267	2,358	2,550
27	IX1463	3.00	0.39%	2,281	2,372	2,566
28	IX6207	1.23	0.39%	10,685	11,113	12,020
29	IX0185	29.50	3.39%	1,227	1,711	3,330
30	IX0189	6.60	3.39%	724	1,011	1,967
31	IX0200	30.20	1.00%	3,134	3,462	4,224
32	IX0198	15.00	1.66%	184	217	301
33	IX0193	25.70	1.00%	1,619	1,789	2,183
34	IX0194	10.10	1.00%	691	764	932
35	IX0192	4.20	1.00%	2,501	2,763	3,371
36	IX6208	1.20	1.00%	1,304	1,440	1,757
37	IX0196	7.10	1.00%	2,203	2,434	2,970
38	IX0036	106.00	1.44%	4,843	5,587	7,435
39	IX1033	3.60	4.10%	1,633	2,440	5,451
40	IX0033	43.10	4.10%	649	971	2,169
41	IX0057	9.80	4.10%	425	635	1,419
42	TE0001	65.20	0.86%	246	268	318
43	TE0002	65.00	2.76%	1,247	1,638	2,826
44	TE0045	37.40	2.76%	507	665	1,148
45	TE0046	31.10	2.76%	146	191	330
46	TE0050	50.20	1.09%	1,031	1,149	1,427
47	TE3049	70.00	1.71%	5,453	6,460	9,068
48	TE0250	36.50	1.71%	4,662	5,523	7,753

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA		
				2018	2029	2049
49	TE0338	8.80	1.71%	510	604	849
50	TE3048	46.00	-3.91%	393	264	119
51	TE1016	14.50	-3.91%	1,874	1,257	566
52	TE1374	8.80	0.45%	2,395	2,505	2,741
53	TE00374	6.80	0.45%	3,074	3,215	3,518
54	TE0376	31.50	-3.91%	1,335	896	403
55	TE1376	1.10	-3.91%	3,191	2,141	964
56	TE0004	33.30	0.86%	411	448	532
56	TE0004	33.30	0.86%	352	384	456
57	TE0024	12.30	2.76%	669	879	1,516
58	TE0031	10.40	2.76%	1,685	2,214	3,819
59	TE0017	36.90	2.76%	236	310	535
60	TE3032	2.90	0.86%	1,238	1,349	1,602
61	TE0033	18.00	0.86%	481	524	622
62	TE0032	49.20	0.86%	4,646	5,063	6,013
63	TE0057	26.00	0.86%	805	877	1,042
64	TE1063	5.90	0.86%	11,483	12,514	14,863
65	TE0076	6.10	0.28%	1,549	1,594	1,687
66	TE1076	21.00	0.28%	73	75	79
67	TE6019	7.00	0.28%	309	318	337
68	TE0081	7.90	0.28%	1,088	1,120	1,185
69	TE6023	27.50	0.28%	749	771	816
70	TE0071	33.60	1.09%	1,280	1,427	1,772
71	TE0086	17.80	0.28%	3,578	3,681	3,896
72	TE0087	10.60	-0.75%	1,185	1,098	944
73	TE3054	4.50	-0.75%	5,247	4,865	4,182
74	TE0083	36.30	-0.75%	11,345	10,519	9,042
75	TL0036	17.50	4.54%	2,982	4,649	11,296
76	TL0306	20.00	0.37%	S/D	S/D	S/D
77	TL0245	3.80	1.29%	7,753	8,811	11,382
77	TL0245	3.80	1.29%	8,322	9,459	12,218
78	TL0250	3.50	1.21%	21,794	24,577	31,257
79	TL8002	9.00	4.10%	2,493	3,726	8,323
80 (S1)	TL0211	3.80	1.60%	4,790	5,615	7,712
80 (S2)	TL0211	3.80	1.60%	4,922	5,768	7,923
81 (S1)	TL0337	23.50	0.57%	35,702	37,793	42,349
81 (S2)	TL0337	23.50	0.57%	41,069	43,475	48,716
82	TL1031	11.00	0.81%	2,178	2,362	2,777

Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

3.4 INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA

3.4.1 NIVELES DE SERVICIO

Se evalúan los Niveles de Servicio para una proyección de 12 años de la Red de Caminos del Sur del Estado de México, esto con base en los datos actuales de Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y sus tasas de crecimiento previsto determinadas en el estudio de tránsito del Anexo A:

Tabla 109 Niveles de Servicio Actuales.

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	NIVEL DE SERVICIO	
					2019	2019
1 (S1)	IX6204	Libramiento Ixtapa de la Sal	2.52	1.12%	2,512	A
1 (S2)	IX6204	Libramiento Ixtapa de la Sal	2.52	1.12%	2,897	A
2 (S1)	IX6209	Libramiento de Tonatico	1.90	1.12%	1,667	A
2 (S2)	IX6209	Libramiento de Tonatico	1.90	1.12%	1,725	A
3	IX0123	Tonatico – El Salto	1.20	1.12%	803	A
4	IX0114	Km. 95.0 (Tonatico – Taxco) – Grutas de la Estrella	2.00	2.72%	86	A
5	IX0130	Ixtapan – Plan de San Miguel	3.40	1.12%	127	A
6	IX0175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas) – Tequimilpa	17.00	2.76%	S/D	B
7	IX0141	Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac	8.10	1.12%	1,548	A
8	IX0113	San Alejo – Limites de México / Guerrero (Pilcaya)	8.00	1.12%	2,394	B
9	IX0108	San Alejo – Puente de Los Sabinos	16.10	1.12%	3,290	B
10	IX1141	Coatepec Harinas – Totolmajac	12.80	2.76%	1,953	A
11 (S1)	IX0136	Porfirio Díaz – El Carmen	5.30	2.76%	51	A
11 (S2)	IX0136	Porfirio Díaz – El Carmen	5.30	2.76%	46	A
12	IX1130	Plan de San Miguel – Porfirio Díaz	7.90	2.76%	650	A
13	IX0142	Km. 60.5 (Tenancingo – Villa Guerrero) – Zacango – Totolmajac	18.60	1.12%	2,697	A
14	IX3206	Km. 58.0 (Tenancingo – Villa Guerrero) – San Miguel	4.50	0.39%	5,713	C
15	IX0390	Coatepec Harinas – Nevado de Toluca	38.00	2.76%	996	A
16	IX0099	Km 32.0 (Zinacatepec – Sultepec) – Chiltepec – Coatepec Harinas – Ixtapan de la Sal	57.70	2.76%	2,045	A

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	NIVEL DE SERVICIO	
					2019	2019
17	IX0098	Chiltepec – Las Vueltas	5.00	2.76%	449	A
18	IX0092	Km. 47.0 (Zinacantepec – Sultepec) – Almoloya de Alquisiras Zacualpan	43.00	1.44%	3,341	B
19	IX0001	San Antonio del Rosario – Zacualpan	51.40	2.72%	430	A
20	IX0097	Km. 0.4 (Vuelta del Agua – Almoloya) – Arroyo Seco – Chiquiontepec – Capulmanca	7.20	1.44%	488	A
21	IX1098	Almoloya de Alquisiras – Las Mesas	6.50	1.44%	495	A
22	IX0152	Tenancingo – Tenería – Tecomatlán – San Simón El Alto	12.10	0.39%	5,977	A
22	IX0152	Tenancingo – Tenería – Tecomatlán – San Simón El Alto	12.10	0.39%	5,227	A
23	IX0154	Tenería – San Nicolás	7.60	0.39%	2,587	B
24	IX0159	Tenancingo – El Carmen	8.60	0.39%	3,449	B
25	IX0166	Tenancingo – Zumpahuacán – San Gaspar – Lim. Edo. De México San Nicolás Bravo	44.30	0.39%	4,100	B
26	IX1031	San Francisco Tepexoxuca – San Pedro Techuchulco	18.50	0.39%	2,386	A
27	IX1463	Km. 5.7 (Jajalpa – San Francisco Tepexoxuca) – Joquicingo	3.00	0.39%	2,267	A
27	IX1463	Km. 5.7 (Jajalpa – San Francisco Tepexoxuca) – Joquicingo	3.00	0.39%	2,281	A
28	IX6207	Libramiento de Techuchulco	1.23	0.39%	10,685	D
29	IX0185	Km. 33.9 (Malinalco – Chalma) – Limite con Edo. De México / Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	29.50	3.39%	1,227	A
30	IX0189	Puente Caporal – Tepehuajes – E.C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolás Bravo)	6.60	3.39%	724	A
31	IX0200	Santiago Tianguistenco – Chalma	30.20	1.00%	3,134	C
32	IX0198	Km. 19.8 (México – Chalma) – Lagunas de Zempoala (Limites Edo. De México / Morelos)	15.00	1.66%	184	A
33	IX0193	Km. 29.2 (México-Chalma)- Limites Edo. De México/Morelos (Cuernavaca)	25.70	1.00%	1,619	A
34	IX0194	Km. 24.6 (Ocuilan – Cuernavaca) – Tlatempan – Ahuátenco	10.10	1.00%	691	A
35	IX0192	Km. 31.3 (México – Chalma) – Ocuilan – E.C. (Cuernavaca)	4.20	1.00%	2,501	B
36	IX6208	Libramiento del Ahuehuete	1.20	1.00%	1,304	A

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	NIVEL DE SERVICIO	
					2019	2019
37	IX0196	Santa Mónica – Santa Cruz Tezontepec	7.10	1.00%	2,203	A
38	IX0036	Zinacantepec – Sultepec – San Miguel Totolmaloya	106.00	1.44%	4,843	C
39	IX1033	Libramiento de Sultepec	3.60	4.10%	1,633	A
40	IX0033	Amatepec – La Goleta – Sultepec	43.10	4.10%	649	A
41	IX0057	Km. 53.4 (Zinacantepec – Sultepec) – E.C. (Tejupilco – Amatepec)	9.80	4.10%	425	A
42	TE0001	San Antonio del Rosario – Zacualpan	65.20	0.86%	246	A
43	TE0002	Km. 133.4 (Toluca – Cd. Altamirano) – Cerro del Campo – San Pedro Limón – Lím. Méx./Gro.	65.00	2.76%	1,247	A
44	TE0045	Km. 103.5 (Toluca – Cd. Altamirano) – El Estanco – El Corupo	37.40	2.76%	507	A
45	TE0046	El Salitre – Nanchititla	31.10	2.76%	146	A
46	TE0050	Zuluapan – Zacazonapan – Luvianos – Cuadrilla de López	50.20	1.09%	1,031	A
47	TE3049	Valle de Bravo – Santo Tomás de los Plátanos – Uruapan – Lim. Méx./Mich.	70.00	1.71%	5,453	C
48	TE0250	Km. 7.5 (Toluca – Morelia) – San Francisco Tlalcilalcalpan – Valle de Bravo	36.50	1.71%	4,662	C
49	TE0338	Km. 36.4/Toluca – Valle de Bravo) – Turcio	8.80	1.71%	510	A
50	TE3048	San Nicolás Tolentino – Ixtapan del Oro – Lím. Méx. / Mich.	46.00	-3.91%	393	A
51	TE1016	Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) – Chirimoyo – San Juan Xoconusco – El Capulín – Llano Redondo – Lim. Méx. / Mich.	14.50	-3.91%	1,874	A
52	TE1374	Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) – Donato Guerra	8.80	0.45%	2,395	B
53	TE00374	Km. 17.0 (Monumento – Valle de Bravo) – Donato Guerra	6.80	0.45%	3,074	B
54	TE0376	Km. 63.5 (Toluca – Morelia) – Ixtapan del Oro	31.50	-3.91%	1,335	A
55	TE1376	Libramiento San José Villa de Allende	1.10	-3.91%	3,191	C
56	TE0004	Los Acotes – Santa Ana Zicatecoyan – E. Km.10.2 (San Antonio del Rosario – Zacualpan)	33.30	0.86%	411	A
56	TE0004	Los Acotes – Santa Ana Zicatecoyan – E. Km.10.2 (San Antonio del Rosario – Zacualpan)	33.30	0.86%	352	A

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	NIVEL DE SERVICIO	
					2019	2019
57	TE0024	Puerto Frío – Cerro del Campo	12.30	2.76%	669	A
58	TE0031	Km. 12.1 (El Corupo – Nuevo Copaltepec) – Palmar Chico	10.40	2.76%	1,685	A
59	TE0017	Km. 146.0 (Toluca – Cd. Altamirano) – Palmar Chico – Palmar Grande	36.90	2.76%	236	A
60	TE3032	Libramiento de Amatepec	2.90	0.86%	1,238	A
61	TE0033	Amatepec – La Goleta – Sultepec	18.00	0.86%	481	A
62	TE0032	Tejupilco – Amatepec – Tlatlaya	49.20	0.86%	4,646	B
63	TE0057	Km. 53.3 (La Puerta – Sultepec) – E. Km. 5.0 (Tejupilco – Tlatlaya)	26.00	0.86%	805	A
64	TE1063	Libramiento de Tejupilco	5.90	0.86%	11,483	D
65	TE0076	Km. 76.3 (Toluca – Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero	6.10	0.28%	1,549	B
66	TE1076	San Simón de Guerrero – Las Juntas	21.00	0.28%	73	A
67	TE6019	San Simón de Guerrero – San Andrés de Los Gama	7.00	0.28%	309	A
68	TE0081	Km. 45.7 (Toluca – Cd. Altamirano) – Tequisquiapan	7.90	0.28%	1,088	A
69	TE6023	Temascaltepec – Las Juntas	27.50	0.28%	749	A
70	TE0071	Km. 13.5 (El Fresno – Temascaltepec) – San Pedro Tenayac – Zacazonapan	33.60	1.09%	1,280	A
71	TE0086	El Fresno – Temascaltepec	17.80	0.28%	3,578	B
72	TE0087	Km. 30.8 (Valle de Bravo – San Francisco de Los Ranchos) – Circuito Avándaro	10.60	-0.75%	1,185	A
73	TE3054	Acceso Avándaro	4.50	-0.75%	5,247	C
74	TE0083	Km. 40.5 (Toluca Cd. Altamirano) – Valle de Bravo	36.30	-0.75%	11,345	D
75	TL0036	La Puerta Sultepec – San Miguel Totolmaloya	17.50	4.54%	2,982	A
76	TL0306	Km. 7.5 (La Puerta – Sultepec) Nevado de Toluca	20.00	0.37%	S/D	C
77	TL0245	Km 10.1 (Toluca – Temascaltepec) Zinacantepec	3.80	1.29%	7,753	A
77	TL0245	Km 10.1 (Toluca – Temascaltepec) Zinacantepec	3.80	1.29%	8,322	A
78	TL0250	Km. 7.5 (Toluca – Morelia) Valle de Bravo	3.50	1.21%	21,794	E

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	NOMBRE DEL CAMINO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	NIVEL DE SERVICIO	
					2019	2019
79	TL8002	Calimaya – San Felipe Tlalmimilolpan	9.00	4.10%	2,493	A
80 (S1)	TL0211	Km 12.5 (Toluca – Metepec – Tenango) Calimaya – Zaragoza	3.80	1.60%	4,790	A
80 (S2)	TL0211	Km 12.5 (Toluca – Metepec – Tenango) Calimaya – Zaragoza	3.80	1.60%	4,922	A
81 (S1)	TL0337	Toluca – Metepec – Tenango del Valle	23.50	0.57%	35,702	D
81 (S2)	TL0337	Toluca – Metepec – Tenango del Valle	23.50	0.57%	41,069	E
82	TL1031	San Francisco Tepexoxuca – San Pedro Techochulco y Libramiento	11.00	0.81%	2,178	B

Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

3.4.2 COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR.

En el caso de conservación de carreteras, la oferta está limitada por las carreteras existentes y su estado. Considerando que para el usuario de una vía es importante el estado superficial del pavimento, más allá de su estado estructural, se considera como variable principal para la oferta la irregularidad del pavimento, la cual tiene como principal indicador el Índice de Regularidad Internacional o IRI, el cual es la variable principal para la determinación del costo de operación vehicular (COV) y su sensibilidad.

Para los proyectos y programas de mantenimiento se considera que el Costo de Operación Vehicular es la mejor variable que interrelaciona la oferta y la demanda, dado que en éste se ve el efecto positivo o negativo que tiene en el usuario una variación del estado superficial del camino, siendo el COV el coste que asume el usuario por circular en una carretera dadas las condiciones físicas de la misma.

La determinación del COV para la situación optimizada, se realiza a partir de la situación actual sin proyecto implementando un porcentaje de reducción de costos adecuado a la mejora producida por las actuaciones realizadas con el incremento presupuestario.

Tabla 110. Costos de Operación Vehicular MDP. Situación Sin Proyecto

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX6204	808.5	66.3	64.7	65.5	64.9	65.8	66.4	67.1	67.9	68.9	69.5	70.3	71.1
IX6209	357.1	29.2	28.6	28.9	28.7	29.1	29.3	29.7	30.0	30.4	30.7	31.1	31.4
IX0123	22.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1
IX0114	4.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
IX0130	9.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
IX0141	304.5	23.2	23.5	23.9	23.8	24.3	24.6	25.1	25.6	26.3	27.0	28.0	29.2
IX0113	443.5	33.2	33.6	34.1	34.0	34.6	35.1	35.8	36.7	38.2	40.2	42.8	45.1
IX0108	1,679.7	124.7	126.6	129.4	129.9	133.5	136.9	141.1	145.4	149.4	151.5	154.2	157.0
IX1141	815.4	58.0	59.5	61.2	61.7	63.6	65.4	67.3	69.5	72.1	74.8	78.6	83.8
IX0136	13.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
IX1130	130.3	9.2	9.4	9.7	9.8	10.2	10.5	10.8	11.2	11.7	12.1	12.6	13.1
IX0142	1,485.1	113.0	114.3	115.9	115.3	117.4	119.0	121.1	123.8	127.7	132.2	138.9	146.6
IX3206	645.7	49.0	49.4	49.9	49.6	50.3	50.9	51.9	53.5	56.6	59.5	61.9	63.3
IX0390	1,045.4	73.5	75.5	77.8	78.6	81.3	83.7	86.5	89.6	93.3	97.0	101.6	106.9
IX0099	3,888.2	268.7	276.5	285.5	289.0	299.6	309.1	320.3	333.0	348.6	364.3	384.9	408.6
IX0098	69.5	4.9	5.0	5.2	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.5	6.7	7.0
IX0092	4,002.8	290.1	294.8	300.8	301.2	309.6	317.7	328.7	340.7	354.6	370.0	389.6	405.0
IX1098	82.9	6.3	6.4	6.5	6.5	6.6	6.8	6.9	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7
IX0152	3,037.1	228.9	230.1	232.1	229.5	232.3	234.1	239.5	258.4	281.5	289.1	290.2	291.4
IX0154	512.8	41.2	41.3	41.6	41.1	41.5	41.7	42.1	42.6	43.3	44.1	45.4	46.8
IX0159	673.0	53.2	53.4	53.8	53.2	53.8	54.2	54.7	55.4	56.7	58.5	61.6	64.5
IX0166	5,918.8	457.4	460.0	464.3	459.7	466.7	474.3	488.7	503.7	519.6	533.6	543.8	547.1
IX1031	701.9	55.4	55.7	56.1	55.5	56.2	56.6	57.4	58.3	59.9	61.6	63.7	65.5
IX1463	348.5	26.8	27.0	27.3	27.1	27.5	27.8	28.3	29.0	30.2	31.7	32.7	32.8
IX6207	314.4	22.4	22.8	23.2	23.3	24.3	26.6	28.3	28.4	28.6	28.7	28.8	28.9
IX0185	1,149.1	78.1	80.7	83.6	85.0	88.4	91.4	95.0	98.9	103.7	108.8	114.7	120.9
IX0189	142.7	9.7	10.0	10.4	10.5	11.0	11.4	11.8	12.3	12.9	13.5	14.2	14.9
IX0200	3,343.8	241.1	244.5	248.9	249.0	256.0	263.9	276.6	291.7	304.6	314.0	323.5	330.3
IX0198	109.6	8.3	8.4	8.6	8.6	8.8	8.9	9.1	9.3	9.6	9.8	10.0	10.3
IX0193	1,027.1	81.2	81.9	82.9	82.2	83.5	84.3	85.4	86.6	88.0	89.0	90.3	91.8
IX0194	199.4	15.5	15.6	15.9	15.8	16.1	16.3	16.5	16.8	17.2	17.5	17.9	18.3
IX0192	292.7	22.4	22.6	22.9	22.8	23.2	23.5	23.9	24.4	25.1	26.0	27.3	28.5
IX6208	48.2	3.7	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
IX0196	397.9	30.2	30.5	31.0	30.9	31.5	31.9	32.6	33.4	34.6	35.7	37.0	38.7
IX0036	14,464.2	1,106.2	1,121.5	1,141.0	1,138.2	1,162.2	1,180.6	1,203.2	1,227.0	1,255.7	1,279.4	1,308.7	1,340.4
IX1033	227.5	14.6	15.3	15.9	16.3	17.1	17.9	18.7	19.7	20.8	22.0	23.6	25.5
IX0057	149.1	9.8	10.2	10.7	10.9	11.4	11.9	12.5	13.0	13.7	14.3	14.9	15.7
TE0002	2,565.8	180.3	185.5	191.5	193.8	200.7	206.9	214.0	221.6	230.4	238.5	247.2	255.4
TE0045	618.8	44.5	45.7	47.0	47.4	48.9	50.2	51.7	53.3	55.0	56.6	58.3	60.1
TE0046	129.4	9.3	9.5	9.8	9.9	10.2	10.5	10.8	11.2	11.5	11.9	12.2	12.6
TE0050	1,436.4	112.2	113.4	115.0	114.3	116.3	117.7	119.5	121.4	123.8	125.5	127.6	129.6
TE3049	11,375.0	824.9	838.8	855.7	855.8	876.1	892.5	913.9	943.6	993.9	1,068.6	1,139.1	1,172.0

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
TE0250	4,281.7	306.6	312.0	318.7	319.2	327.4	334.5	344.5	359.1	379.6	403.9	429.9	446.5
TE0338	112.1	8.4	8.5	8.7	8.7	8.9	9.1	9.3	9.6	9.8	10.1	10.4	10.7
TE3048	349.2	35.7	34.3	33.1	31.3	30.3	29.1	28.1	27.2	26.3	25.4	24.5	23.7
TE1016	662.6	65.6	63.3	61.2	58.1	56.5	54.8	53.3	52.1	51.3	50.1	48.8	47.5
TE1374	474.8	37.8	38.0	38.3	37.9	38.4	38.7	39.2	39.7	40.3	41.0	42.0	43.5
E00374	540.0	42.7	42.9	43.3	42.8	43.4	43.8	44.4	45.0	45.9	46.8	48.4	50.6
TE0376	1,391.9	138.5	133.5	129.1	122.5	119.0	115.1	111.9	109.1	106.9	104.4	102.2	99.6
TE1376	57.3	5.7	5.5	5.3	5.0	4.9	4.7	4.6	4.4	4.3	4.2	4.2	4.3
TE0004	687.4	53.1	53.7	54.5	54.2	55.3	56.1	57.1	58.2	59.5	60.5	61.9	63.3
TE0024	268.4	18.8	19.4	20.0	20.3	21.0	21.6	22.3	23.1	24.0	24.9	25.9	27.0
TE0031	549.7	37.5	38.6	39.9	40.4	41.9	43.4	45.3	47.6	50.4	52.8	55.0	57.1
TE3032	115.4	8.5	8.6	8.8	8.8	9.0	9.3	9.5	9.9	10.3	10.7	10.9	11.0
TE0033	245.3	19.3	19.4	19.7	19.6	19.9	20.1	20.4	20.7	21.1	21.4	21.7	22.1
TE0032	6,972.7	496.2	505.7	522.7	536.8	567.6	590.8	607.2	617.3	625.2	628.9	634.4	639.9
TE0057	582.7	44.3	44.9	45.8	45.8	46.8	47.6	48.7	49.7	50.9	51.8	52.7	53.6
TE1063	1,702.0	121.6	123.1	125.1	124.6	128.8	139.4	151.0	154.9	156.6	157.6	158.9	160.3
TE0076	214.9	17.1	17.1	17.3	17.1	17.3	17.5	17.8	18.1	18.6	18.8	19.0	19.2
TE1076	37.2	3.0	3.0	3.1	3.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2
TE6019	57.4	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	5.0
TE0081	245.6	19.6	19.7	19.8	19.6	19.9	20.1	20.4	20.8	21.2	21.3	21.5	21.7
TE6023	567.0	45.9	46.0	46.3	45.8	46.3	46.5	47.0	47.5	48.1	48.5	49.2	49.9
TE0071	1,456.2	111.1	112.4	114.2	113.7	116.0	118.0	120.5	123.4	127.0	130.1	133.3	136.6
TE0086	1,689.1	135.7	136.1	137.0	135.1	136.5	137.2	138.4	140.0	142.6	145.5	150.3	154.9
TE0087	287.4	24.7	24.5	24.4	23.9	23.9	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.8
TE3054	612.3	50.5	50.2	50.0	49.0	49.2	49.6	50.7	51.9	52.6	52.9	53.0	52.6
TE0083	10,967.9	883.7	878.9	877.6	859.4	864.5	876.8	919.0	962.3	974.3	964.4	957.1	950.0
TL0036	1,943.4	117.4	122.7	128.6	132.3	139.4	146.5	155.3	166.5	180.8	198.3	219.7	235.7
TL0245	1,342.2	88.5	90.0	92.0	92.1	95.0	100.9	111.8	122.7	132.9	137.0	138.8	140.6
TL0250	1,698.7	118.6	120.2	122.4	122.1	124.8	126.8	131.5	147.2	165.1	171.0	173.3	175.6
TL8002	1,084.0	65.6	68.9	72.7	75.6	81.4	87.4	93.7	99.0	103.6	107.6	112.0	116.6
TL0211	1,244.6	83.1	85.3	88.1	90.6	100.4	108.3	110.1	111.9	114.1	115.7	117.5	119.5
L0337a	14,631.3	1,058.4	1,075.2	1,097.4	1,121.9	1,151.9	1,178.7	1,212.1	1,250.2	1,297.5	1,344.2	1,397.1	1,446.6
L0337b	16,665.5	1,219.9	1,236.3	1,258.5	1,283.0	1,315.0	1,343.4	1,379.3	1,420.5	1,471.6	1,521.5	1,579.5	1,637.1
TL1031	663.7	49.5	50.1	50.8	50.6	51.8	53.0	54.7	56.9	59.2	60.9	62.6	63.5
Total	139,393.0	10,367.7	10,492.6	10,670.5	10,702.2	10,963.0	11,204.6	11,531.3	11,906.4	12,323.4	12,693.5	13,097.8	13,439.8

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia.

Tabla 111. Valor del Tiempo de los ocupantes en MDP. Situación Sin Proyecto

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX6204	99.1	8.0	8.0	8.1	8.0	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7
IX6209	87.0	7.0	7.0	7.1	7.0	7.1	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.6
IX0123	13.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
IX0114	2.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
IX0130	17.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
IX0141	105.8	8.2	8.3	8.4	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	9.0	9.2	9.8	10.5
IX0113	198.4	15.3	15.4	15.6	15.3	15.5	15.7	15.9	16.1	16.6	17.6	19.0	20.6
IX0108	409.1	32.8	33.2	33.5	32.9	33.3	33.6	34.0	34.4	34.8	35.1	35.5	35.9
IX1141	276.1	20.3	20.8	21.3	21.3	21.9	22.5	23.1	23.7	24.4	25.0	25.6	26.3
IX0136	9.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
IX1130	47.2	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6
IX0142	832.5	66.5	67.1	67.8	66.5	67.4	67.9	68.7	69.4	70.4	71.1	72.9	76.8
IX3206	424.8	32.5	32.6	32.8	31.9	32.2	32.4	32.9	33.9	36.4	39.1	42.9	45.1
IX0390	422.1	30.7	31.5	32.4	32.3	33.3	34.1	35.0	36.1	37.2	38.3	39.7	41.5
IX0099	1,232.1	87.8	90.1	92.6	92.5	95.4	98.0	101.1	104.5	108.8	112.9	119.3	129.2
IX0098	28.4	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9
IX0092	1,376.9	102.9	104.1	105.6	103.9	105.9	108.0	111.5	115.2	118.8	123.7	134.1	143.3
IX1098	46.6	3.7	3.7	3.8	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.1	4.2
IX0152	1,624.8	134.1	134.3	134.8	131.3	132.2	132.4	132.9	134.1	137.7	139.8	140.3	140.9
IX0154	229.1	19.1	19.1	19.2	18.7	18.8	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.5	19.8
IX0159	273.4	22.9	22.9	23.0	22.4	22.5	22.5	22.6	22.7	22.9	22.9	23.0	23.1
IX0166	1,421.6	114.9	115.1	115.5	112.5	113.3	113.6	115.0	117.5	120.8	124.7	128.8	129.9
IX1031	292.6	24.0	24.0	24.1	23.5	23.7	23.7	23.9	24.0	24.4	24.9	25.7	26.6
IX1463	135.4	10.9	10.9	10.9	10.6	10.7	10.7	10.8	10.9	11.3	12.1	12.7	12.8
IX6207	287.4	21.8	21.9	21.9	21.4	21.6	23.0	25.7	25.8	26.0	26.0	26.1	26.2
IX0185	601.7	42.5	43.8	45.3	45.4	47.1	48.5	50.2	51.9	53.8	55.6	57.8	60.0
IX0189	46.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.6
IX0200	1,884.9	146.0	147.0	148.5	145.4	147.3	148.8	152.6	159.3	165.5	169.7	175.2	179.7
IX0198	42.7	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9
IX0193	675.3	54.6	55.0	55.6	54.4	55.1	55.5	56.1	56.6	57.3	57.8	58.3	58.9
IX0194	84.6	6.8	6.9	6.9	6.8	6.9	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
IX0192	130.7	10.5	10.5	10.6	10.4	10.6	10.6	10.7	10.8	11.0	11.1	11.6	12.2
IX6208	20.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8
IX0196	266.2	20.9	21.1	21.3	20.9	21.3	21.5	21.8	22.2	22.8	23.3	23.9	25.1
IX0036	5,690.9	447.0	453.5	459.9	452.4	460.0	465.3	471.9	478.5	486.6	495.2	506.7	513.9
IX1033	104.5	7.1	7.4	7.7	7.7	8.1	8.4	8.7	9.1	9.5	9.8	10.3	10.9
IX0057	64.3	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.1	6.3	6.6
TE0002	969.1	70.2	72.0	74.0	73.8	76.1	78.1	80.4	82.8	85.8	88.8	92.1	95.1
TE0045	352.8	25.9	26.5	27.2	27.2	28.0	28.7	29.5	30.3	31.2	31.9	32.8	33.7
TE0046	49.7	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.8
TE0050	726.3	58.4	58.9	59.5	58.3	59.1	59.6	60.3	60.9	61.8	62.4	63.2	63.9
TE3049	6,128.6	465.8	472.5	480.5	474.0	483.4	490.3	498.7	507.4	519.3	542.7	586.3	607.8

TE0250	1,976.2	143.2	145.3	147.8	145.9	148.9	151.2	154.4	159.8	167.7	181.7	206.3	224.0
TE0338	46.1	3.6	3.6	3.7	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2
TE3048	177.0	18.6	17.8	17.1	16.0	15.4	14.7	14.2	13.6	13.1	12.6	12.1	11.7
TE1016	216.2	22.2	21.3	20.5	19.1	18.4	17.7	17.1	16.7	16.4	16.1	15.6	15.2
TE1374	166.3	13.8	13.8	13.8	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.2	14.7
E00374	243.9	20.1	20.2	20.3	19.7	19.9	19.9	20.0	20.1	20.3	20.4	20.9	22.2
TE0376	1,135.6	119.0	114.1	109.6	102.2	98.5	94.4	90.8	87.3	84.3	81.1	78.4	75.8
TE1376	37.1	3.9	3.7	3.6	3.3	3.2	3.1	3.0	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6
TE0004	243.3	19.8	19.9	20.1	19.7	19.9	20.0	20.1	20.3	20.6	20.7	21.0	21.2
TE0024	91.7	6.7	6.9	7.0	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.1	8.3	8.6	8.9
TE0031	203.5	14.4	14.8	15.2	15.1	15.6	16.0	16.5	17.3	18.3	19.3	20.1	20.9
TE3032	50.5	4.1	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1	4.2	4.2	4.3	4.4	4.4	4.5
TE0033	104.2	8.5	8.6	8.6	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0
TE0032	2,441.7	183.3	184.2	185.8	184.2	192.9	202.4	210.2	215.3	218.5	219.8	221.6	223.6
TE0057	208.7	16.4	16.5	16.7	16.5	16.8	17.0	17.3	17.6	18.0	18.3	18.7	19.0
TE1063	1,754.7	122.5	123.2	124.2	121.7	123.7	131.8	157.4	167.0	169.0	169.9	171.4	172.9
TE0076	110.5	9.1	9.1	9.1	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.4	9.5	9.6	9.6
TE1076	40.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
TE6019	20.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
TE0081	104.9	8.5	8.5	8.5	8.3	8.4	8.5	8.6	8.9	9.1	9.1	9.2	9.4
TE6023	215.7	18.0	18.0	18.1	17.6	17.7	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2	18.4
TE0071	507.0	40.1	40.4	40.8	40.1	40.6	41.0	41.6	42.3	43.4	44.5	45.6	46.8
TE0086	620.3	51.4	51.4	51.6	50.2	50.4	50.4	50.6	50.8	51.2	51.8	53.9	56.4
TE0087	97.4	8.6	8.6	8.5	8.2	8.1	8.1	8.0	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8
TE3054	228.9	19.8	19.6	19.5	18.8	18.7	18.5	18.6	18.9	19.1	19.1	19.2	19.1
TE0083	5,694.3	467.8	463.0	459.4	442.1	439.9	436.3	448.6	493.7	517.7	512.4	508.6	504.7
TL0036	669.3	42.0	43.8	45.8	46.4	48.6	50.7	53.0	56.1	59.8	64.6	75.1	83.6
TL0245	2,039.8	109.7	111.2	113.2	112.0	116.3	132.1	157.9	194.1	236.8	248.9	252.1	255.3
TL0250	1,094.8	86.4	87.2	88.2	86.6	87.9	88.7	89.8	91.1	94.5	96.9	98.1	99.3
TL8002	275.4	18.3	19.0	19.7	20.0	20.9	22.0	23.1	24.3	25.5	26.4	27.5	28.6
TL0211	352.8	24.7	25.0	25.5	25.2	27.3	30.6	31.1	31.6	32.2	32.6	33.2	33.7
L0337a	6,012.2	450.9	454.8	461.0	454.0	464.3	474.0	487.5	504.0	525.8	549.2	578.0	608.8
L0337b	6,936.0	523.2	526.7	532.6	523.1	533.3	542.9	557.3	576.2	602.9	633.2	671.3	713.4
TL1031	245.4	18.8	18.9	19.0	18.6	18.8	19.0	19.4	20.3	21.5	22.6	23.9	24.5
Total	62,094.8	4,766.5	4,798.8	4,845.8	4,751.9	4,830.6	4,914.7	5,061.9	5,250.4	5,448.1	5,602.3	5,818.2	6,005.8

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia.

De acuerdo a los resultados del cálculo descrito, los costes de operación vehicular y valor del tiempo en una situación "sin proyecto" serían:

Tabla 112. Resumen de COV y Valor Tiempo. Situación actual Optimizada

Sin proyecto			
Año	VOC	Valor tiempo	Suma
2020	$ 10,367,667,558.17	$ 4,766,452,202.22	$ 15,134,119,760.39
2021	$ 10,492,645,625.56	$ 4,798,790,816.68	$ 15,291,436,442.24
2022	$ 10,670,505,684.11	$ 4,845,793,521.04	$ 15,516,299,205.15
2023	$ 10,702,194,284.22	$ 4,751,866,856.22	$ 15,454,061,140.44
2024	$ 10,962,984,510.11	$ 4,830,569,925.49	$ 15,793,554,435.60
2025	$ 11,204,642,335.39	$ 4,914,686,809.14	$ 16,119,329,144.53
2026	$ 11,531,345,611.82	$ 5,061,860,680.19	$ 16,593,206,292.00
2027	$ 11,906,426,078.04	$ 5,250,439,238.74	$ 17,156,865,316.78
2028	$ 12,323,372,145.78	$ 5,448,063,169.66	$ 17,771,435,315.44
2029	$ 12,693,549,799.18	$ 5,602,302,629.07	$ 18,295,852,428.25
2030	$ 13,097,846,454.84	$ 5,818,156,760.57	$ 18,916,003,215.41
2031	$ 13,439,797,015.21	$ 6,005,797,747.39	$ 19,445,594,762.60
Total	**$ 139,392,977,102.41**	**$ 62,094,780,356.42**	**$ 201,487,757,458.83**

Fuente: Elaboración propia

3.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La alternativa para atender este tramo carretero es incrementar la inversión en el mismo, a fin de mejorar su estado físico y proporcionar un mejor servicio al usuario.

El programa alternativo consiste en realizar trabajos de rehabilitación inicial que recuperen la capacidad estructural de los pavimentos en todos los caminos de la red, A, B y C, incluyendo la pavimentación de todos los tramos actualmente en terracerías.

Se analizó el escenario de una rehabilitación con pavimento de concreto hidráulico para el camino TL0337, por ser el de mayor tránsito, si bien se descartó al comprobar que el costo de la rehabilitación inicial era mayor que el costo total de rehabilitación y mantenimiento con un pavimento flexible.

También extiende a los caminos tipo C el redimensionamiento de todas las obras de drenaje transversal (alcantarillas) que presentan actualmente sección insuficiente, la construcción o reposición de los elementos de drenaje longitudinal (cunetas, lavaderos y bordillos) actualmente faltantes, y al igual que el proyecto, considera la limpieza de todas las obras azolvadas; reposición del señalamiento (tanto horizontal como vertical) y de las barreras y defensas faltantes y reposición de los elementos en mal estado; reparaciones necesarias para devolver las estructuras a unas condiciones adecuadas de funcionalidad y seguridad etc.

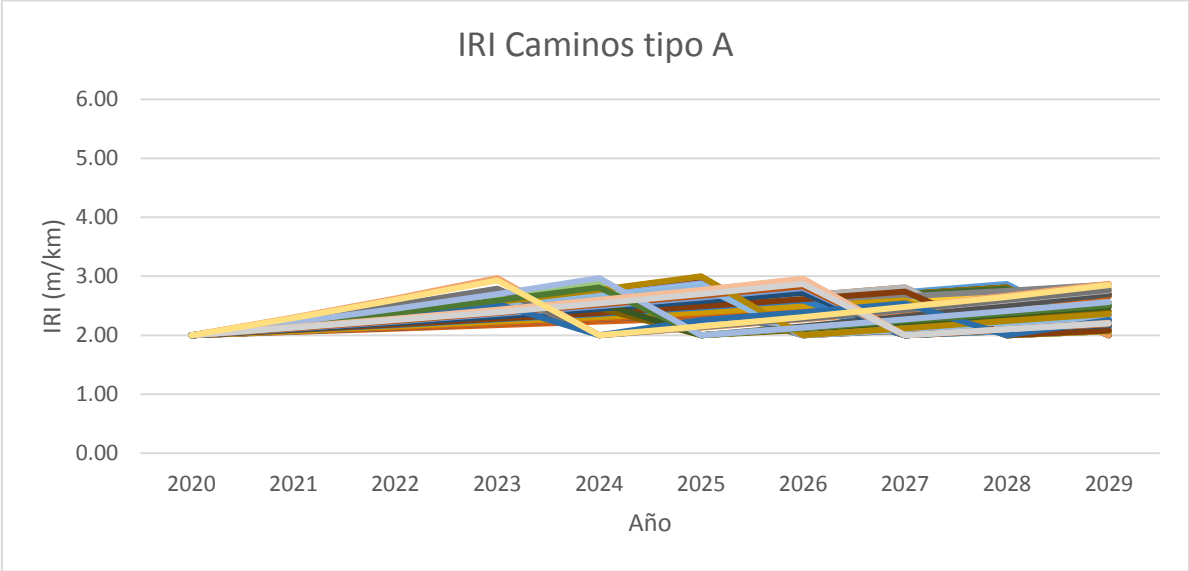
El costo de la rehabilitación considerada es de 9,043.6 MDP., y al igual que para el proyecto se considera a realizar en 2 años.

Terminada la rehabilitación inicial, en el costo de mantenimiento se contemplan los trabajos necesarios para mantener la infraestructura en buenas condiciones durante los años sucesivos del proyecto, asegurándose de que se cumplen los estándares o niveles de calidad establecidos.

El costo del mantenimiento considerado es de 5,002.1 MDP.

Se considera un plazo de ejecución total de 12 años.

Figura 58 Evolución del IRI prevista en la situación Alternativa.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 113. Costos de Operación Vehicular MDP. Alternativa

Tramo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX0036	444.1	465.2	458.8	479.7	501.5	524.4	548.4	573.5	599.9	627.6	657.1	688.5
IX0057	11.2	11.3	11.7	12.1	12.6	13.1	13.6	14.1	14.7	15.2	15.8	16.4
IX0092	302.2	308.0	300.8	305.2	309.7	314.3	319.2	324.3	329.1	333.3	338.6	344.1
IX0098	5.8	5.7	5.8	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.7	6.8	7.0	7.2
IX0099	273.0	281.6	270.9	278.4	286.2	294.1	302.3	310.8	319.6	328.7	338.3	348.3
IX0108	133.1	135.0	125.8	126.6	127.3	128.1	128.8	129.6	130.4	131.2	132.1	133.0
IX0113	34.5	35.0	33.3	33.7	34.1	34.5	34.9	35.3	35.7	36.2	36.6	37.1
IX0114	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
IX0123	2.7	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
IX0130	11.0	11.2	11.4	11.7	12.0	12.4	12.7	13.0	13.3	13.7	14.0	14.4
IX0136	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
IX0141	24.3	22.9	23.2	23.5	23.7	24.0	24.3	24.6	24.9	25.1	25.4	25.8
IX0142	117.9	116.6	117.9	119.3	120.6	122.0	123.4	124.9	126.4	128.0	129.7	131.5
IX0152	236.7	233.5	234.5	235.4	236.4	237.4	238.4	239.4	240.4	241.4	242.4	243.5
IX0154	42.6	41.9	42.0	42.2	42.4	42.6	42.7	42.9	43.1	43.3	43.5	43.7
IX0159	55.4	54.3	54.5	54.8	55.0	55.2	55.4	55.7	55.9	56.1	56.4	56.7
IX0166	481.6	485.6	459.2	461.0	462.9	464.8	466.7	468.7	470.6	472.2	474.2	476.2
IX0185	81.9	84.8	82.2	85.0	87.9	90.9	94.0	97.2	100.5	103.9	107.5	111.1
IX0189	11.6	11.7	12.1	12.5	12.9	13.3	13.7	14.2	14.6	15.1	15.6	16.1
IX0192	23.5	22.7	23.0	23.2	23.4	23.7	23.9	24.2	24.4	24.7	25.0	25.3
IX0193	84.9	84.5	85.3	86.2	87.1	87.9	88.8	89.7	90.7	91.6	92.6	93.6
IX0194	7.1	7.0	7.1	7.2	7.2	7.3	7.4	7.4	7.5	7.6	7.6	7.7
IX0196	31.4	30.1	30.4	30.7	31.0	31.3	31.7	32.0	32.4	32.8	33.2	33.7

Tramo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX0198	11.0	11.1	11.2	11.4	11.6	11.8	12.0	12.2	12.3	12.5	12.7	13.0
IX0200	345.3	340.4	343.9	347.5	351.2	354.9	358.3	361.9	365.1	368.8	372.7	376.6
IX0390	38.0	38.5	39.5	40.6	41.7	42.9	44.0	45.3	46.5	47.8	49.2	50.6
IX1031	102.7	99.1	99.5	99.9	100.3	100.7	101.1	101.6	102.0	102.5	103.1	103.7
IX1033	16.5	17.2	16.6	17.2	17.9	18.7	19.5	20.3	21.1	22.0	22.9	23.9
IX1098	7.0	6.9	7.0	7.1	7.2	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8
IX1130	11.0	11.2	11.4	11.7	12.0	12.4	12.7	13.0	13.3	13.7	14.0	14.4
IX1141	60.4	62.0	63.7	65.5	67.3	69.2	71.1	73.1	75.1	77.2	79.4	81.7
IX1463	28.4	26.9	27.0	27.1	27.3	27.4	27.6	27.5	27.7	27.8	27.9	28.0
IX3206	54.7	52.6	52.8	53.1	53.4	53.4	53.7	53.9	54.0	54.3	54.5	54.7
IX6204	27.6	28.0	27.0	27.3	27.6	28.0	28.3	28.6	28.9	29.3	29.6	29.9
IX6207	23.7	22.3	22.4	22.5	22.6	22.7	22.8	22.9	23.0	23.1	23.2	23.3
IX6208	4.5	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9
IX6209	16.1	16.4	15.9	16.1	16.2	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.6
TE0002	193.0	188.7	193.9	199.3	204.8	210.5	216.4	222.4	228.5	234.9	241.4	248.2
TE0004	43.8	48.3	49.4	50.6	51.8	53.3	55.0	57.0	59.2	61.6	64.1	66.7
TE0024	20.5	19.9	20.5	21.0	21.6	22.1	22.7	23.3	24.0	24.6	25.3	25.9
TE0031	39.6	38.1	39.1	40.2	41.3	42.5	43.6	44.9	46.1	47.4	48.7	50.1
TE0032	522.3	533.7	514.5	519.0	523.6	528.2	532.9	537.6	542.4	546.7	551.6	556.6
TE0033	20.9	20.6	20.8	21.0	21.2	21.3	21.5	21.7	21.9	22.1	22.3	22.5
TE0045	38.7	39.5	40.6	41.7	42.8	44.0	45.2	46.4	47.6	48.9	50.3	51.7
TE0046	10.6	10.7	11.0	11.3	11.6	11.9	12.2	12.5	12.8	13.1	13.5	13.8
TE0057	37.7	39.9	40.9	42.0	43.2	44.6	46.2	48.1	50.3	52.5	54.9	57.3
TE0071	116.7	113.6	114.8	116.1	117.4	118.7	120.0	121.4	122.8	124.2	125.7	127.3
TE0076	17.8	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	17.0	17.0	17.1	17.1	17.2	17.3
TE0081	20.1	19.3	19.3	19.4	19.5	19.5	19.6	19.6	19.7	19.8	19.8	19.9
TE0083	950.1	923.2	923.4	923.8	924.2	924.8	925.0	924.2	923.3	923.6	923.9	924.3
TE0086	143.2	139.9	140.3	140.7	141.1	141.6	142.0	142.5	143.0	143.6	144.3	145.1
TE0087	26.5	25.6	25.6	25.6	25.6	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.8	25.8
TE0250	328.4	334.1	324.9	329.6	334.3	339.1	344.0	349.0	353.8	358.6	363.8	369.1
TE0338	10.6	10.7	10.8	11.0	11.2	11.4	11.5	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5
TE0374	44.7	45.0	43.9	44.1	44.3	44.5	44.7	44.9	45.1	45.4	45.6	45.9
TE0376	172.8	173.8	166.0	166.1	166.2	166.3	166.6	167.0	167.0	166.5	166.7	166.9
TE1016	73.6	73.9	70.0	70.1	70.1	70.1	70.3	70.4	70.4	70.2	70.2	70.3
TE1063	137.2	139.3	133.3	134.5	135.7	136.9	138.1	139.3	140.6	141.8	143.1	144.4
TE1076	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9
TE1374	39.4	39.7	38.7	38.9	39.1	39.3	39.5	39.6	39.8	40.1	40.3	40.6
TE1376	6.7	6.8	6.4	6.4	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
TE3032	8.9	9.0	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3	9.4	9.5	9.6
TE3048	34.6	33.5	33.5	33.5	33.5	33.6	33.6	33.6	33.6	33.7	33.7	33.7
TE3049	801.0	816.7	792.1	805.9	819.9	834.1	848.7	863.5	878.5	893.0	908.5	924.4
TE3054	53.4	50.6	50.6	50.6	50.6	50.6	50.6	50.7	50.7	50.7	50.7	50.8
TE6019	5.5	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6

Tramo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
TE6023	37.9	41.9	42.7	43.6	44.5	45.6	47.0	48.6	50.5	52.5	54.6	56.8
TL0036	130.1	136.3	135.3	141.4	147.9	154.6	161.7	169.1	176.9	185.2	194.1	203.5
TL0211	101.4	104.5	97.3	99.0	100.8	102.7	103.9	105.7	107.5	109.2	111.1	113.0
TL0245	140.7	143.9	135.5	137.4	139.2	141.2	143.3	144.4	146.4	148.3	150.3	152.4
TL0250	171.3	175.0	170.8	174.3	177.7	181.1	184.7	188.0	191.7	195.4	199.2	202.4
TL0337a	1,116.6	1,071.4	1,080.2	1,088.7	1,097.7	1,105.4	1,111.6	1,119.0	1,125.2	1,134.3	1,144.0	1,154.7
TL0337b	1,107.1	1,057.8	1,066.1	1,074.9	1,084.6	1,092.2	1,098.9	1,105.5	1,111.8	1,119.5	1,128.7	1,138.8
TL1031	51.3	49.4	49.6	49.8	50.0	50.2	50.4	50.6	50.9	51.1	51.3	51.6
TL8002	69.1	72.7	67.0	69.8	72.6	75.7	78.9	82.4	85.6	89.0	92.7	96.7
Total	10,011.8	9,961.4	9,839.6	9,965.2	10,095.5	10,226.0	10,357.4	10,492.7	10,629.7	10,774.1	10,930.3	11,093.9

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia.

Tabla 114. Valor del Tiempo de los ocupantes. Alternativa

Tramo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX0036	172.4	180.2	180.8	171.8	179.5	187.7	196.3	205.4	214.9	224.9	235.5	246.7
IX0057	6.3	6.5	6.7	6.3	6.5	6.7	7.0	7.2	7.4	7.7	8.0	8.2
IX0092	129.8	131.7	132.0	121.7	123.4	125.2	127.0	128.8	130.6	132.5	134.4	136.3
IX0098	3.4	3.4	3.5	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7
IX0099	114.3	117.5	117.8	110.1	113.1	116.2	119.4	122.7	126.0	129.5	133.0	136.7
IX0108	49.4	49.7	49.8	45.5	45.8	46.1	46.3	46.6	46.8	47.1	47.4	47.6
IX0113	15.6	15.8	15.7	14.5	14.6	14.8	14.9	15.1	15.3	15.5	15.6	15.8
IX0114	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
IX0123	2.3	2.3	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
IX0130	6.0	6.1	6.3	5.8	6.0	6.1	6.2	6.3	6.5	6.6	6.8	6.9
IX0136	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
IX0141	10.2	10.2	10.3	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.1	10.2	10.3	10.4
IX0142	56.2	57.0	57.6	52.9	53.5	54.1	54.7	55.3	55.9	56.5	57.2	57.8
IX0152	179.4	180.1	180.9	165.1	165.8	166.5	167.2	167.9	168.6	169.3	170.0	170.7
IX0154	21.1	21.2	21.3	19.4	19.5	19.6	19.7	19.7	19.8	19.9	20.0	20.0
IX0159	41.2	41.4	41.5	37.9	38.0	38.2	38.3	38.5	38.6	38.8	38.9	39.1
IX0166	197.3	198.1	198.6	181.3	182.0	182.7	183.4	184.1	184.8	185.6	186.3	187.1
IX0185	14.3	14.7	14.8	13.9	14.4	14.9	15.4	15.9	16.4	17.0	17.6	18.1
IX0189	6.0	6.1	6.3	5.9	6.0	6.2	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3
IX0192	11.4	11.5	11.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.6
IX0193	42.9	43.4	43.8	40.2	40.6	41.0	41.4	41.9	42.3	42.7	43.1	43.5
IX0194	4.8	4.8	4.9	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7
IX0196	15.7	15.8	16.0	14.6	14.8	14.9	15.1	15.2	15.4	15.6	15.7	15.9
IX0198	5.0	5.1	5.1	4.7	4.8	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	5.2
IX0200	95.4	96.6	97.5	89.5	90.4	91.3	92.2	93.2	94.1	95.1	96.0	97.0
IX0390	17.8	18.3	18.8	17.5	17.9	18.4	18.9	19.4	19.9	20.4	20.9	21.4
IX1031	46.7	47.0	47.1	43.0	43.2	43.4	43.5	43.7	43.9	44.0	44.2	44.4
IX1033	7.3	7.6	7.6	7.2	7.5	7.8	8.2	8.5	8.8	9.2	9.6	10.0
IX1098	4.5	4.6	4.6	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6

Tramo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX1130	6.0	6.1	6.3	5.8	6.0	6.1	6.2	6.3	6.5	6.6	6.8	6.9
IX1141	31.6	32.5	33.4	31.2	32.0	32.9	33.8	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7
IX1463	13.5	13.6	13.6	12.4	12.5	12.5	12.6	12.6	12.7	12.7	12.8	12.8
IX3206	21.5	21.6	21.7	19.8	19.9	20.0	20.0	20.1	20.2	20.3	20.4	20.5
IX6204	12.4	12.5	12.5	11.5	11.6	11.7	11.9	12.0	12.1	12.3	12.4	12.6
IX6207	9.5	9.6	9.6	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0
IX6208	1.7	1.7	1.8	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
IX6209	8.4	8.5	8.5	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
TE0002	86.1	88.4	90.9	84.9	87.2	89.6	92.1	94.6	97.2	99.9	102.7	105.5
TE0004	28.2	28.5	28.7	26.3	26.6	26.8	27.0	27.2	27.4	27.6	27.9	28.1
TE0024	10.8	11.1	11.4	10.6	10.8	11.1	11.4	11.6	11.9	12.2	12.5	12.8
TE0031	18.8	19.3	19.8	18.5	19.0	19.6	20.1	20.6	21.2	21.8	22.4	23.0
TE0032	231.9	233.7	234.8	215.3	217.3	219.2	221.1	223.1	225.1	227.2	229.2	231.3
TE0033	11.2	11.4	11.4	10.5	10.6	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.0	11.1
TE0045	20.4	21.0	21.5	20.1	20.6	21.1	21.7	22.2	22.8	23.4	24.0	24.6
TE0046	6.5	6.7	6.8	6.3	6.5	6.6	6.8	6.9	7.1	7.2	7.4	7.6
TE0057	23.5	23.7	23.9	21.9	22.0	22.2	22.4	22.6	22.8	22.9	23.1	23.3
TE0071	43.1	43.7	44.2	40.6	41.1	41.5	42.0	42.4	42.9	43.3	43.8	44.2
TE0076	9.1	9.1	9.1	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5
TE0081	7.6	7.7	7.7	7.0	7.0	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
TE0083	292.5	292.5	292.5	265.9	265.9	265.9	265.9	265.9	265.9	265.9	265.9	265.9
TE0086	58.1	58.4	58.6	53.4	53.6	53.7	53.8	54.0	54.1	54.3	54.4	54.5
TE0087	12.8	12.8	12.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
TE0250	121.6	123.3	123.3	113.7	115.3	116.9	118.6	120.3	122.0	123.7	125.4	127.2
TE0338	5.7	5.7	5.8	5.3	5.4	5.5	5.6	5.6	5.7	5.8	5.9	5.9
TE0374	18.9	19.0	19.1	17.4	17.5	17.6	17.6	17.7	17.8	17.9	18.0	18.0
TE0376	62.1	62.1	62.1	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5
TE1016	29.7	29.7	29.8	27.1	27.1	27.1	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
TE1063	47.4	47.8	47.8	43.8	44.2	44.6	45.0	45.4	45.7	46.1	46.5	46.9
TE1076	2.1	2.1	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
TE1374	17.0	17.1	17.1	15.6	15.7	15.7	15.8	15.9	16.0	16.0	16.1	16.2
TE1376	3.4	3.4	3.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
TE3032	4.9	4.9	4.9	4.5	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8
TE3048	13.9	14.2	14.3	13.5	14.0	14.6	15.3	16.1	17.2	18.4	19.6	20.9
TE3049	373.8	380.6	381.3	352.9	359.3	365.8	372.4	379.2	386.1	393.3	400.5	407.8
TE3054	26.2	26.3	26.3	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
TE6019	3.1	3.1	3.1	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
TE6023	19.6	20.0	20.1	18.9	19.5	20.1	20.8	21.7	22.9	24.1	25.4	26.8
TL0036	49.7	51.9	52.0	49.4	51.7	54.0	56.5	59.1	61.8	64.7	67.7	71.0
TL0211	45.5	46.4	46.4	43.0	43.8	44.7	45.5	46.4	47.3	48.2	49.2	50.1
TL0245	47.0	48.0	47.2	43.6	44.2	44.9	45.6	46.2	46.9	47.6	48.3	49.1
TL0250	125.0	127.2	127.2	117.7	119.8	121.9	124.1	126.3	128.5	130.8	133.1	135.5
TL0337a	567.7	567.6	575.4	529.2	534.8	540.7	546.8	553.1	559.8	566.8	574.2	582.0

Tramo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
TL0337b	548.0	547.8	554.7	510.9	517.9	524.2	529.9	535.6	541.6	547.8	554.4	561.3
TL1031	21.6	21.9	21.9	20.0	20.1	20.2	20.2	20.3	20.4	20.5	20.5	20.6
TL8002	34.5	35.9	35.9	33.9	35.3	36.8	38.3	39.9	41.5	43.2	45.0	46.9
Total	4,433.5	4,480.2	4,509.5	4,155.1	4,211.7	4,269.1	4,327.6	4,387.9	4,450.6	4,515.6	4,582.7	4,652.2

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia.

Tabla 115. Resumen de COV y Valor Tiempo Alternativa

Alternativa			
Año	**VOC**	**Valor tiempo**	**Suma**
2020	$ 10,011,837,742.26	$ 4,433,451,258.29	$ 14,445,289,000.55
2021	$ 9,961,351,096.49	$ 4,480,232,772.00	$ 14,441,583,868.49
2022	$ 9,839,595,473.68	$ 4,509,456,025.14	$ 14,349,051,498.82
2023	$ 9,965,220,643.91	$ 4,155,106,793.53	$ 14,120,327,437.44
2024	$ 10,095,488,997.59	$ 4,211,748,940.97	$ 14,307,237,938.56
2025	$ 10,226,034,239.38	$ 4,269,057,125.78	$ 14,495,091,365.16
2026	$ 10,357,442,440.61	$ 4,327,559,497.51	$ 14,685,001,938.12
2027	$ 10,492,730,186.78	$ 4,387,875,262.77	$ 14,880,605,449.55
2028	$ 10,629,687,464.18	$ 4,450,569,570.14	$ 15,080,257,034.32
2029	$ 10,774,105,914.47	$ 4,515,638,955.49	$ 15,289,744,869.96
2030	$ 10,930,326,978.98	$ 4,582,735,146.50	$ 15,513,062,125.48
2031	$ 11,093,903,283.10	$ 4,652,233,966.38	$ 15,746,137,249.48
Total	**$ 124,377,724,461.43**	**$ 52,975,665,314.50**	**$ 177,353,389,775.93**

Fuente: Elaboración propia

La alternativa genera menores costos de operación vehicular y costos en valor del tiempo que en el proyecto considerado. Sin embargo, la inversión que se tiene que desembolsar en la alternativa no justifica los beneficios frente a la situación con proyecto. Una vez incorporados los costos de inversión (rehabilitación inicial) y de operación (conservación y mantenimiento), el valor presente neto de la alternativa es de 2,808.4 millones de pesos de 2019, mientras que el VPN del proyecto es de 3,436.5 millones de pesos. Además, la TIR de la alternativa es de 15.9%, mientras que la del proyecto es de 22.2%. Por lo cual, se descarta la alternativa como una opción viable frente al proyecto considerado.

Debe decirse que esta comparación (la del VPN y la de la TIR) son las relevantes en este caso para establecer cuál proyecto sería más rentable socialmente. No se consideró el análisis del costo anual equivalente (CAE) porque este comparativo sólo puede utilizarse si los beneficios generados por ambos proyectos son similares. En este caso, los beneficios son distintos entre la alternativa y el proyecto analizado en este estudio.

4 SITUACIÓN CON EL PROYECTO

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El "*Proyecto de rehabilitación y conservación de una red carretera libre de peaje, con longitud de 1,637.8 KM, con residencia en Tejupilco, Ixtapan de la Sal y Toluca. APP Caminos del Sur*", en adelante "*Proyecto APP Caminos del Sur*" se basa en implementar un contrato de conservación y gestión que garantice la preservación del patrimonio a la vez que reduce los costos de operación de los usuarios ofreciendo un mejor nivel de servicio.

Dentro de los costos se incluyen todos los trabajos actividades y servicios a desarrollar durante la vigencia del proyecto para mejorar las condiciones de la infraestructura y dar un buen servicio a los usuarios.

Los trabajos se desarrollarán sobre un total de 1,637.8 km distribuidos en 82 tramos y tres residencias como se muestra a continuación:

Tabla 116. Distribución de caminos por residencia

RESIDENCIA	CAMINOS	KILÓMETROS
Ixtapan	41	705.6
Tejupilco	33	840.1
Toluca	8	92.1
Total	**82**	**1,637.8**

Fuente: Elaboración propia

Debido a la extensión de la red y a la disparidad de sus características, para la estructuración de los trabajos se dividió la red en tres categorías de acuerdo al tránsito canalizado y a su relevancia dentro en la articulación del territorio:

A) Corredores principales. Itinerarios principales o con TDPA total (suma de ambos sentidos) de más de 4,000 vehículos diarios. En estos caminos se concentra un 77% del TDPA de la red, siendo solo el 27% de su longitud.

B) Red Complementaria. En la categoría B se agrupan los caminos que no siendo locales no alcanzan los 4,000 vehículos diarios, suponiendo el 19% del TDPA de la misma y un 32% de su longitud.

C) Caminos secundarios. Caminos locales o con TDPA total en el entorno de los 1,000 o inferior. Estos caminos suponen solo el 4% del TDPA de la red, pero son un 41% de su longitud.

A pesar de la coincidencia con la nomenclatura que utiliza la SCT para la red federal, estas categorías son ajenas a la misma. De hecho, de acuerdo a la clasificación de SCT, solo el camino TL0337 sería de tipo A (carretera primaria libre de peaje), mientras que el 86% de la red sería de tipo C (Carretera secundaria) para la SCT.

Tabla 117. Tipos de Caminos federales

Tipo de Camino.			***Red a la que pertenece.***		
Camino	**Característica**	**Control de Accesos**	**Eje de Transporte**	**Primaria**	**Secundaria**
ET4-A4	Carretera de cuota (Autopista)	**Total**	✓		
ET2-A2		**Total**	✓		
A4	Autopista/carretera libre	**Parcial**		✓	
A2		**Parcial**		✓	✓
B2	Carretera libre	**Sin control de accesos**		✓	✓
C					✓
D	Camino rural				✓

Fuente: SCT Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2016

El proyecto considera la rehabilitación estructural de los caminos tipo A y tipo B y la rehabilitación superficial de los caminos tipo C, así como las operaciones de mantenimiento necesarias para mantenerlos en estándares satisfactorios de acuerdo a su categoría.

El programa APP abarca todos los componentes que constituyen la infraestructura vial, a saber:

- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de pavimentos.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de taludes en cortes y terraplenes.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de puentes y estructuras.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de obras de drenaje.
- Rehabilitación inicial, conservación rutinaria y periódica de señalamiento y dispositivos de seguridad.
- Funcionalidad del derecho de vía.
- Servicios de la vialidad

Las Actividades que deberá llevar a cabo el Desarrollador incluyen todos los trabajos que necesite ejecutar para poder cumplir con los Estándares de Desempeño definidos para el Contrato, o con cualquier otro requerimiento del Contrato. En particular, se incluyen las tareas gerenciales; la elaboración de estudios y proyectos; el laboratorio y los ensayos de control de calidad; la seguridad e higiene y la señalización de los trabajos; así como los trabajos físicos asociados con los siguientes Estándares de Desempeño relacionados con el Paquete de Caminos:

Tabla 118. Estándares de Desempeño

ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO	
E1- DS	Deterioros superficiales
E2- IRI	Índice de Rugosidad Internacional
E3- PR	Profundidad de Roderas
E4- CF	Coeficiente de fricción
E5- LCA	Limpieza de calzada y acotamientos
E6- T	Taludes
E7- E	Estructuras
E8- OD	Obras de drenaje
E9- SH	Señalamiento horizontal
E10- SV	Señalamiento vertical
E11- DBC	Defensas y barreras centrales
E12- FDV	Funcionalidad del derecho de vía
E-13- SV	Servicios de vialidad

Fuente: Elaboración propia

Se definen niveles de cumplimiento de cada estándar adaptados a la categoría asignada a cada camino según se detalla en el anexo B de Estudios Técnicos, apartado 9) Fichas de los estándares de Desempeño.

El Paquete de Caminos se ha dividido en un total de 14 segmentos, siendo cada Segmento objeto de precio unitario mensual por Estándar de Desempeño, debiéndose de cumplir la totalidad de los estándares para su activación y derecho a pago.

Tabla 119. Estándares de Desempeño

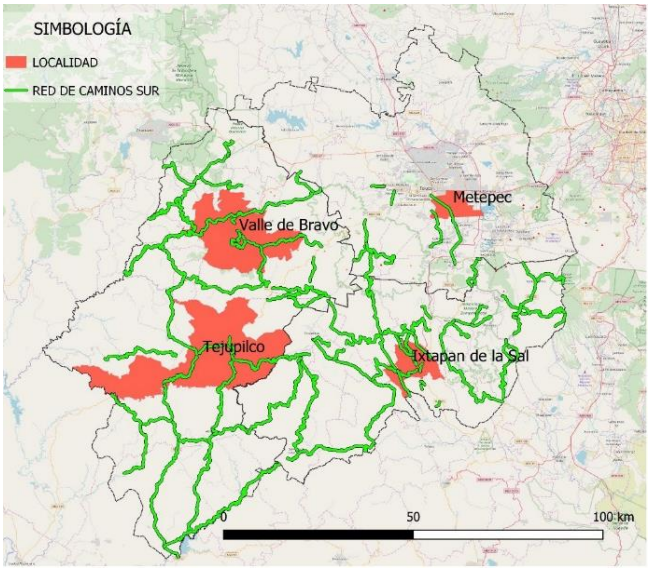
CATEGORÍA DE CAMINOS POR SEGMENTO									
Segmento	**Zona**	**Subzona**	**Clave**	**A**		**B**		**C**	
				Cantidad	**Longitud (km)**	**Cantidad**	**Longitud (km)**	**Cantidad**	**Longitud (km)**
1	Valle de Bravo	Oeste	1-VB-O	1	70.00	1	14.50	0	0.00
2	Valle de Bravo	Norte	2-VB-N	1	36.50	4	48.20	0	0.00
3	Valle de Bravo	Este	3-VB-E	2	40.80	3	36.30	0	0.00
4	Metepec	Oeste	4-ME-O	4	53.95	2	26.50	0	0.00
5	Metepec	Norte	5-ME-N	3	39.48	2	29.50	0	0.00
6	Metepec	Este	6-ME-E	1	30.20	4	38.20	0	0.00
7	Tejupilco	Norte	7-TE-N	1	58.00	2	39.70	0	0.00
8	Tejupilco	Centro	8-TE-C	2	55.10	2	6.50	0	0.00
9	Tejupilco	Sur	9-TE-S	0	0.00	2	75.40	0	0.00
10	Ixtapan	Suroeste	10-IX-SO	1	48.00	1	43.00	0	0.00
11	Ixtapan	Centro	11-IX-C	2	16.60	5	55.70	0	0.00
12	Ixtapan	Oeste	12-IX-O	1	7.56	4	83.70	0	0.00
13	Ixtapan	Este	13-IX-E	1	44.30	1	29.50	0	0.00
14	Caminos "C"	General	14-CC-GE	0	0.00	0	0.00	31	670.20
Total				**20**	**500.49**	**33**	**526.70**	**31**	**670.20**

Fuente: Elaboración propia

Los segmentos 1 a 13 incluyen los tramos con categoría A y B, se han generado de acuerdo a un estudio de tiempos máximos de atención y por criterios de eficiencia en los procesos operativos, y pertenecen a una de las 4 zonas de gestión definidas, mientras que el segmento 14 se ha asignado al conjunto de los caminos de categoría C.

Dentro de la Rehabilitación, que se llevará a cabo en los primeros 24 (veinticuatro) meses del proyecto, se consideraron todos los trabajos que son necesarios para alcanzar los estándares de desempeño estipulados.

Figura 59: Zonas o grupos de gestión



Fuente: Elaboración propia

El detalle de cómo se realizó esta segmentación encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en los apartados 7) Segmentación del Paquete de Caminos.

4.1.1 REHABILITACIÓN INICIAL

Se establecen 13 estándares de desempeño, de los cuales, los cuatro primeros, E1 a E4 están íntimamente ligados al pavimento.

E1- DS Deterioros superficiales
E2- IRI Índice de Rugosidad Internacional
E3- PR Profundidad de Roderas
E4- CF Coeficiente de fricción

Para la definición de la rehabilitación inicial de la estructura de pavimento de cada uno de los caminos, se realizó una evaluación del pavimento existente mediante las mediciones de parámetros funcionales como lo fueron IRI, Profundidad de la Roderas, Coeficiente de fricción, macrotextura y parámetros estructurales con la medición de deflexiones con el deflectómetro de impacto y, a partir de esa evaluación inicial se les asignó una intervención más o menos profunda.

Tabla 120. Intervenciones de Rehabilitación Inicial en Pavimentos

DESCRIPCIÓN	INTERVENCIÓN FUERTE	TRABAJOS
T1	Parcheo + sello de fisuras + (Bacheos Puntuales)	
T2	Micro fresado + microaglomerado (Bacheos Localizados)	Después de microfresado: - Sello de fisuras - Parcheos localizados
T3	Fresado de 3 a 7 cm + Reposición de Mezcla (5 a 10 cm)	Después de fresado: - Sello de fisuras - Parcheos o bacheos localizados
T4	Demolición de carpeta asfáltica + Reposición de Carpeta Asfáltica (7.5 a 15 cm)	Después de demolición de carpeta: - Bacheo granular (solo zonas puntuales)
T5	Reposición de estructura de Pavimento (Sectores Localizados) (Carpeta Asfáltica 9 a 17 cm + Base hidráulica 25 cm+ SBG 25 a 30 cm)	

Fuente: Elaboración propia

Estas intervenciones se plantearon teniendo en cuenta los rangos de cada uno de los parámetros, siendo el IRI el parámetro al que se le asignó una mayor relevancia dentro del análisis.

Teniendo las características físicas, funcionales y estructurales de la vía y por medio de la metodología de secciones homogéneas se asignaron intervenciones por secciones homogéneas y de esta forma fueron incluidas en el software HDM-4.

E5- LCA Limpieza de calzada y acotamientos

Limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos, la cual consiste en una serie 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.

E6- T Taludes

El estándar de taludes considera que se mantenga la geometría y estabilidad inicial de las obras de tierra, así como el buen estado los elementos de estabilización y protección, ya fueran existentes o resultado de las obras del contrato. Las cunetas de protección deberán estar libres de aterramientos u objetos.

Se realizarán las actuaciones necesarias para llevar al talud a cumplir con las medidas consideradas en el estándar, incluyendo la implementación o mejora de un sistema de contención de ser necesario:

- Limpieza de cunetas
- Recubrimiento o revegetación
- Arrope de taludes

- Reperfilado de taludes
- Malla de contención de triple torsión.

E7- E Estructuras

El estándar considera mantener las estructuras con una calificación de acuerdo al Sistema de Puentes de México (SIPUMEX), inferior a 2 (Buen estado o problemas menores) para los caminos tipo A e inferior a 3 (con daños que no requieran reparación en menos de 3 años) para los caminos B y C.

Las operaciones de rehabilitación inicial a aplicar son las siguientes:

- Calafateo de fisuras y reparación de grietas
- Reparación de elementos de concreto o mampostería
- Granallado y pintura sobre parapetos o elementos metálicos
- Sustitución de juntas transversales de dilatación
- Sustitución de aparatos de apoyo
- Instalación de sumideros
- Sustitución o renovación de parapeto
- Acero en barras corrugadas para concreto reforzado
- Revestimiento impermeabilizante de estructuras
- Impermeabilización de tableros
- Acero estructural
- Sustitución de barandillas peatonales

E8- OD Obras de drenaje

La rehabilitación inicial incluye el redimensionamiento de aquellas obras de drenaje transversal de los caminos tipo A y tipo B que, a partir el análisis comparativo entre el gasto de diseño y el gasto permisible para el drenaje transversal existente, resultan ser críticas o insuficientes para el gasto asociado al periodo de retorno T=50.

Para aquellas obras que resultan de sección insuficiente de acuerdo a la comprobación hidráulica:

- Excavación y demolición de la obra existente
- Construcción de nueva obra con la sección adecuada

Para todos los tipos de camino se consideran las actuaciones necesarias para mantener los diversos dispositivos de drenaje limpios, desazolvados y sus canales de entrada y salida o cauces limpios y libres de obstáculos, mediante las siguientes actividades:

- Limpieza y desazolve de obras de drenaje menor
- Limpieza y desazolve de cunetas
- Limpieza y desazolve de lavaderos y otras obras complementarias
- Limpieza y desazolve de cauces dentro del derecho de vía

E9- SH Señalamiento horizontal

Se consideran todas las actuaciones necesarias para llevar los caminos al cumplimiento del estándar, que exige presencia del señalamiento en los tramos donde se encuentre ausente y buen estado y cumplimiento de la retrorreflexión para los caminos tipo A y B:

- Repintado o reposición de marcas, ya sean rayas, símbolos o letras.
- Reposición de vialetas, boyas y botones

E10- SV Señalamiento vertical

Se describen aquí las actuaciones a realizar para que los caminos cumplan con lo especificado en el estándar.

- En los caminos tipo B y C, reposición de señales verticales donde falten, se encuentren destruidas o dañadas.

- En los caminos tipo A reposición de señales verticales donde falten, se encuentren destruidas o dañadas o hayan perdido capacidad de retrorreflexión.
- En los caminos tipo B y C, reposición de indicadores de alineamiento donde falten, se encuentren destruidas o dañadas.
- En los caminos tipo A reposición de indicadores de alineamiento donde falten, se encuentren destruidas o dañadas o hayan perdido capacidad de retrorreflexión.

E11- DBC Defensas y barreras centrales

Se describen aquí las actuaciones a realizar para que el tramo carretero cumpla con lo especificado en el estándar.

Para los caminos tipo A y B ser realizarán las siguientes actividades:

- Reposición de defensa metálica donde esté ausente o presente deterioros o daños provocados por impactos o corrosión.
- Reposición de extremos amortiguados (cola de pato) de la defensa metálica. Se repondrán los extremos iniciales o finales que no se encuentren en su sitio o que tengan deterioros o daños provocados por impactos o corrosión.
- Colocación de amortiguadores de impacto. Se colocarán estos elementos inmediatamente antes de los elementos rígidos ubicados a un lado del arroyo vial contra los que el proyecto prevea esta protección

E12- FDV Funcionalidad del derecho de vía

Se describen aquí las actuaciones a realizar para que el tramo carretero cumpla con lo especificado en el estándar.

Para todos los caminos se habrá de realizar:

- Reposición de Cercado de Derecho de vía donde se encuentre presente y en mal estado.

E-13- SV Servicios de vialidad

Los servicios de vialidad se consideran únicamente dentro de la etapa de mantenimiento.

El detalle de conceptos, cantidades, y unidades de medida considerados para la rehabilitación inicial de cada camino se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en los apartados:

3) Análisis de Intervenciones

4) Programas Calendarizados de Referencia

4.1.2 MANTENIMIENTO

Como parte del mantenimiento, se consideran todos los trabajos que sean necesarios para conservar los estándares de desempeño de los diferentes segmentos considerados en el "*Proyecto APP Caminos del Sur*".

Se establecen 13 estándares de desempeño, de los cuales, los cuatro primeros, E1 a E4 están íntimamente ligados al pavimento.

E1- DS Deterioros superficiales
E2- IRI Índice de Rugosidad Internacional
E3- PR Profundidad de Roderas
E4- CF Coeficiente de fricción

Una vez introducido el estado de la vía y las intervenciones de rehabilitación inicial en el software HDM-4, a partir de sus modelos de deterioro se puede predecir el comportamiento del pavimento utilizando diferentes variables de análisis como el TDPA, el IRI, los deterioros superficiales, etc. y determinar el tipo de intervención y el momento en que es necesaria para mantener el pavimento en las condiciones exigidas en los estándares.

Las intervenciones consideradas en el mantenimiento son:

Tabla 121. Intervenciones de Mantenimiento en Pavimentos

DESCRIPCIÓN	INTERVENCIÓN FUERTE	TRABAJOS
T1	Parcheo + sello de fisuras + (Bacheos Puntuales)	
T2	Micro fresado + microaglomerado (Bacheos Localizados)	Después de microfresado: - Sello de fisuras - Parcheos localizados
T3	Fresado de 3 a 7 cm + Reposición de Mezcla (5 a 10 cm)	Después de fresado: - Sello de fisuras - Parcheos o bacheos localizados

Fuente: Elaboración propia

E5- LCA Limpieza de calzada y acotamientos

Para mantener los caminos dentro del cumplimiento del estándar durante toda la vida del contrato se consideran las mismas actividades descritas para la rehabilitación inicial.

E6- T Taludes

Para mantener los caminos dentro del cumplimiento del estándar durante toda la vida del contrato se consideran las mismas actividades descritas para la rehabilitación inicial.

E7- E Estructuras

Para mantener los caminos dentro del cumplimiento del estándar durante toda la vida del contrato se consideran las mismas actividades descritas para la rehabilitación inicial.

E8- OD Obras de drenaje

Para todos los tipos de camino se consideran las actuaciones necesarias para mantener los diversos dispositivos de drenaje limpios, desazolvados y sus canales de entrada y salida o cauces limpios y libres de obstáculos, mediante las siguientes actividades:

- Limpieza y desazolve de obras de drenaje menor
- Limpieza y desazolve de cunetas
- Limpieza y desazolve de lavaderos y otras obras complementarias
- Limpieza y desazolve de cauces dentro del derecho de vía

E9- SH Señalamiento horizontal

Para mantener los caminos dentro del cumplimiento del estándar durante toda la vida del contrato se consideran las mismas actividades descritas para la rehabilitación inicial, así como la limpieza de los elementos del señalamiento en caso necesario.

E10- SV Señalamiento vertical

Para mantener los caminos dentro del cumplimiento del estándar durante toda la vida del contrato se consideran las mismas actividades descritas para la rehabilitación inicial, así como la limpieza de los elementos del señalamiento en caso necesario.

E11- DBC Defensas y barreras centrales

Para mantener los caminos dentro del cumplimiento del estándar durante toda la vida del contrato se consideran las mismas actividades descritas para la rehabilitación inicial, así como la limpieza de defensas y barreras en caso necesario.

E12- FDV Funcionalidad del derecho de vía

Se describen aquí las actuaciones a realizar para que el tramo carretero cumpla con lo especificado en el estándar.

Para todos los caminos se habrá de realizar:

- Control de vegetación en Derecho de Vía mediante deshierbe y poda de árboles.
- Limpieza y recolección de basura en Derecho de Vía

E-13- SV Servicios de vialidad

Las actividades consideradas para el cumplimiento del estándar son:

- Dar respuesta y manejar situaciones de emergencia con la mayor celeridad posible. Mantener central de aviso 24h.
- Ante cualquier accidente o incidente en la infraestructura, desplazar una patrulla con señalización y balizamiento.
- Trabajos necesarios para la restitución de la transitabilidad de la vía.
- Apoyo a autoridades y a servicios de emergencia.

El detalle de conceptos, cantidades, y unidades de medida considerados para la rehabilitación inicial de cada camino se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en los apartados:

3) Análisis de Intervenciones

4) Programas Calendarizados de Referencia

4.2 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA

El Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 establece como objetivo hacer del Estado de México una potencia del siglo XXI que, con base en la innovación y el conocimiento, transforme sus actividades sociales, productivas e institucionales para convertirse en un modelo de desarrollo justo, plural, incluyente, equitativo, solidario y con sentido social. Además, el Plan representa la hoja de ruta del Gobierno del Estado de México y fue elaborado a partir del trabajo conjunto del Gobierno estatal, los ayuntamientos y los principales segmentos de la sociedad mediante distintos mecanismos e instrumentos de participación social.

Para responder a las principales demandas y objetivos de la sociedad mexiquense, el Plan establece tres compromisos de Gobierno: Estado de México Seguro, Estado de México Justo y Estado de México Moderno. Asimismo, se presentan cuatro pilares de desarrollo (Social, Económico, Territorial y Seguridad) en conjunto con tres ejes transversales (igualdad de género, gobierno capaz y responsable, y conectividad y tecnología para el buen Gobierno).

Dentro del Pilar Económico, el Plan destaca como una de las prioridades del Gobierno del Estado de México acelerar la transformación económica para consolidar la productividad y competitividad, propiciando condiciones que generen un desarrollo que permita mejorar la conectividad entre regiones y ciudades para consolidarse como el centro logístico del país. En este sentido, la infraestructura es susceptible de ampliar la frontera productiva y la industrialización del estado. Dentro de esto, se reconoce que, con relación al estado físico actual de la Red Estatal Libre de Peaje, el 20% de los caminos (856.33 km) se encuentran en buenas condiciones, el 50% (2,163.33 km) en condiciones regulares y el 30% (1,298 km) en malas condiciones. Estos últimos segmentos se ubican en los municipios aledaños a las zonas metropolitanas y los caminos del sur de la entidad. Así, se detecta la necesidad de mejorar las condiciones de las carreteras y vialidades en varias zonas de la entidad con el objetivo de ofrecer mejores condiciones para el desarrollo industrial, comercial, turístico y de servicios. Se plantea también que para migrar la red carretera a buenas condiciones se requiere de inversiones importantes, por lo que es necesario buscar esquemas financieros de vanguardia.

Para lograr el objetivo de ser el centro logístico del país, se requiere de la ampliación, modernización y mantenimiento adecuado de la infraestructura con visión de largo plazo. Además, se plantea también ofrecer más y mejores carreteras que respondan a las necesidades de la población mexiquense dentro de un ambiente seguro, confortable, sustentable y global, para ofrecer mayor y mejor movilidad y conectividad.

En alineación con estas metas y objetivos dentro del Pilar Económico del Plan, se propone el "*Proyecto APP Caminos del Sur*". Este proyecto, si bien es ambicioso por la extensión y condiciones de la red, supone una estrategia importante para alcanzar las metas establecidas en el Plan. Además, se alinea con una visión de largo plazo para mejorar la movilidad y, así, contribuir al incremento de la productividad y al combate del rezago social en las zonas más vulnerables del estado.

El Proyecto está alineado con los objetivos y metas de los planes sectoriales de desarrollo. En específico, atiende a la estrategia de "Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad" y a la de "Modernizar, ampliar y dar mantenimiento a la infraestructura". Asimismo, corresponde a las distintas líneas de acciones consistentes con estas metas como se muestra en la siguiente imagen obtenida del Plan.

Tabla 122. . Alineación Estratégica.

	Vinculación con las metas de la Agenda 2030	
	Contribución directa	Contribución indirecta
2.5.2. ESTRATEGIA: Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad.	9.1 11.2	9.a

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, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura carretera.
- Gestionar la construcción de distribuidores viales, puentes vehiculares y puentes peatonales en vías con mayor conflicto vial.
- Realizar acciones para disminuir el índice de accidentes en la Infraestructura Vial Primaria.
- 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.
- Migrar a estándares de calidad de la red carretera que se atiende bajo el esquema de los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS).

	Vinculación con las metas de la Agenda 2030	
	Contribución directa	Contribución indirecta
2.5.3. ESTRATEGIA: Modernizar, ampliar y dar mantenimiento a la infraestructura.	9.1 9.2	9.a

Líneas de Acción

- Desarrollar un programa con la participación de los sectores público y privado para la rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial, de parques y zonas industriales.
- Impulsar el desarrollo de sistemas logísticos de transporte relacionados con la industria.
- Coordinar trabajos con los gobiernos federal y municipal para rehabilitar las vialidades internas más utilizadas para el transporte de materiales y productos, así como para la implantación de medidas en materia de seguridad para reducir los accidentes de unidades de transporte de mercancías.
- Establecer mecanismos de comunicación y colaboración entre las empresas y las instituciones públicas encargadas de la seguridad en los tres órdenes de gobierno.
- Definir la ubicación regional de polos de innovación para la instalación de industrias estratégicas y propiciar el desarrollo de la infraestructura que requiere para establecerse en la entidad.
- Mejorar la infraestructura de movilidad y conectividad para el desarrollo de los sectores industriales.

Fuente: Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023

Este proyecto no sólo busca mejorar las condiciones de la red, sino también mantener estrictos estándares de desempeño para los diez años posteriores a la Rehabilitación Inicial. Además, se propone realizar el proyecto mediante un esquema de Asociación Público Privada (APP), de conformidad con la reciente Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios. Mediante este esquema se puede lograr un uso más eficiente de recursos para el Gobierno del Estado y la aceleración de la disponibilidad de la infraestructura, asimismo se evita el desembolso inmediato de recursos por parte del Gobierno del Estado y se difiere en el tiempo el pago de la Rehabilitación Inicial de las carreteras, permitiendo al Gobierno del Estado convertir una inversión inicial alta en un flujo de gastos de pagos por servicios.

Dado que la inversión estimada de 4,665.5 millones de pesos en la Rehabilitación Inicial es difícil de asumir en los programas actuales de conservación, resulta conveniente desarrollar modelos alternativos que permitan una mejor distribución de la inversión en el tiempo para un mantenimiento eficiente, y que han sido implantados con éxito en México a través de modelos de otras dependencias y entidades gubernamentales (programas APP de conservación de carreteras de la SCT, PPS del Estado de México, Nuevo Modelo de Operación en tramos de la red federal concesionada a Banobras como fiduciario del Fondo Nacional de Infraestructura). Así, el esquema APP responde a otra de las estrategias incluidas en el Plan: “Promover el financiamiento privado en inversión productiva”.

Tabla 123. . Alineación Estratégica.

	Vinculación con las metas de la Agenda 2030	
	Contribución directa	Contribución indirecta
2.3.3. ESTRATEGIA: Promover el financiamiento privado en inversión productiva.	8.10 9.5a	1.b 10.b
Líneas de Acción • Promover esquemas de asociación financiera entre el gobierno estatal y la iniciativa privada para el desarrollo de la infraestructura productiva y de servicios. • Fortalecer la vinculación con cámaras y asociaciones empresariales para el apoyo y fomento de las inversiones productivas mexiquenses.		

Fuente: Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023

En la parte técnica, estos esquemas contemplan una filosofía de gestión preventiva de la red, planeando en periodos de medio y largo plazo el mantenimiento de los caminos con el objeto de cumplir en todo momento con unos niveles de servicio establecidos, que impongan el cumplimento de determinados factores (estándares de desempeño) asociados al estado de la infraestructura, de modo que se mejora el servicio al usuario, lo que deriva en menores tiempos de recorrido, menores costos de operación y menor costo ambiental. De este modo se mejora la productividad de las actividades económicas, contribuyendo por tanto al fortalecimiento de la economía de la región, e incrementando la seguridad vial en las carreteras estatales.

Sumado a esto, el reparto de riesgos con la parte privada genera que el encargado del mantenimiento asuma una planeación a largo plazo orientada al cumplimiento de los niveles de servicio, lo que genera un mantenimiento más eficiente (mejor calidad de la infraestructura con misma inversión) y en el que la parte privada se ve incentivada para la introducción de mejoras tecnológicas precisamente para buscar esa eficiencia.

Tan es así que en la iniciativa de la Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios presentada por el Ejecutivo del Estado a la Legislatura se estipuló lo siguiente:

“Dentro de los beneficios potenciales adicionales para el Estado de México con el acompañamiento de esta Ley, se encuentran los siguientes:

• Una vía para que el sector privado introduzca tecnología e innovación para mejorar el suministro de servicios públicos a través de la eficiencia operativa;

• Incentivo para promover una mayor inversión y la eficiencia en la participación del sector privado en el desarrollo de proyectos gubernamentales y prestación de servicios públicos;

• Certeza presupuestal a través del tiempo, al establecerse gastos del proyecto de infraestructura en el presente y en el futuro;

• Una vía para impulsar el desarrollo de las empresas nacionales en el desarrollo de infraestructura, a través de la participación conjunta con los sectores público y privados;

• Un mecanismo para diversificar la economía, que hace al Estado aún más competitivo e impulsa los negocios y la industria asociada mediante el desarrollo de más infraestructura;

• Como complemento a las limitaciones de las capacidades del sector público para satisfacer la creciente demanda de servicios públicos e infraestructura;

• La transferencia apropiada de riesgos hacia al sector privado durante el periodo del proyecto desde el diseño y construcción, hasta el mantenimiento y las operaciones;

• Generación de ahorros a la hacienda pública;

• Generación de empleo, e

• Impacto directo en el desarrollo de la Entidad.”

En conclusión, la mejora de las condiciones de la red vial del sur del estado se alinea con los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, en el sentido de que el desarrollo de infraestructura de conectividad en adecuadas condiciones contribuye a disminuir las desigualdades en esta zona del estado, menos desarrollada que el resto, y a impulsar la creación de empleos mediante unas mejores condiciones de productividad, fomentando la creación de comunidades sustentables y resilientes. Finalmente, la estructuración del proyecto mediante un esquema APP permite promover el financiamiento privado en inversión productiva dentro del estado.

4.3 DIRECTRICES ESTABLECIDAS EN EL PRESUPUESTO DE EGRESOS DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO PARA EL EJERCICIO FISCAL 2019

De acuerdo con la sección 2.5.2 (ESTRATEGIA: Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad) del Plan de Desarrollo del Estado de México 2017 – 2023 publicado por el Gobierno del Estado de México, una de las líneas de acción que destacan es migrar a estándares de calidad de la red carretera que se atiende bajo el esquema de Proyectos de Prestación de Servicios (PPS), así como incrementar, mantener y mejorar la red de vialidades primarias, carreteras y vialidades interregionales que faciliten la conectividad de la entidad.

Asimismo, en la sección 5.9.5. (ESTRATEGIA: Promover mayores fuentes de financiamiento con participación privada) se contempla entre las líneas de acción desarrollar mecanismos innovadores para Proyectos para Prestación de Servicios (PPS), así como promover proyectos con financiamiento de fondos y fideicomisos de inversión privada.

Por otro lado, en el Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de México para el Ejercicio Fiscal 2019 (“el Presupuesto”) publicado en el Periódico Oficial (Gaceta del Gobierno), el artículo 11 contempla la distribución sectorial del presupuesto y en su último párrafo establece:

> De los recursos autorizados previstos en el presente artículo, se encuentran consideradas las previsiones presupuestarias correspondientes a compromisos multianuales de infraestructura de bienes y servicios por un importe de $4,471,395,556, así como de los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS) contratados, en términos de la Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios por un monto de $746,470,203 para ser ejercidos a través del Sector Central y $2,033,117,478 en entidades públicas.

Es importante considerar que, debido a la calendarización del proyecto, al proceso de obtención de las autorizaciones correspondientes y a la duración del proceso licitatorio, el proyecto no requeriría recursos presupuestales del ejercicio fiscal 2019. Es decir, los recursos para el pago de la contraprestación del Desarrollador deberían comenzar a asignarse en el Presupuesto del ejercicio fiscal 2020.

Además, el artículo 53 (capítulo “IV DE LA INVERSIÓN EN OBRAS Y ACCIONES”) marca:

> Artículo 53. Del ejercicio de inversión en obras y acciones, las dependencias o entidades públicas observarán lo siguiente:
>
> (…)

II. La asignación de recursos a nuevos proyectos se fundamentará en criterios que garanticen los servicios de educación, salud y asistencia social, seguridad pública y procuración de justicia, combate a la pobreza, desarrollo municipal e infraestructura básica urbana y rural, considerando a la población beneficiada y su relación costo-beneficio.

III. Sólo se podrán iniciar nuevos proyectos cuando estén asociados al cumplimiento de los objetivos y metas del Plan de Desarrollo del Estado de México y de los Planes Municipales de Desarrollo vigentes, se hayan evaluado sus efectos socioeconómicos y cuenten con el oficio de asignación presupuestaria correspondiente. Estos proyectos, podrán iniciarse cuando se tenga garantizada la disponibilidad de terrenos, así como los recursos técnicos y financieros para su terminación y operación, mantenimiento y conservación.

IV. Las unidades ejecutoras, con anterioridad al ejercicio o contratación de cualquier programa o proyecto de inversión cuyo monto rebase los 50 millones de pesos, deberán realizar un estudio socioeconómico, en donde se muestre que dichos programas y proyectos son susceptibles de generar, en cada caso, un beneficio social neto bajo supuestos razonables. Dicho análisis no se requerirá en el caso del gasto de inversión que se destine a la atención prioritaria de desastres naturales.

V. Para la autorización de recursos de obra pública, se requerirá la existencia del proyecto ejecutivo y el dictamen del estudio socioeconómico emitido por la Dirección General de Inversión para la contratación de estos; Las dependencias y entidades públicas deberán presentar el catálogo del presupuesto adjudicado, así como el expediente técnico, y cumplir con las disposiciones que emita la Secretaría, a efecto de obtener la autorización correspondiente.

VI. Los proyectos de inversión conjunta con los sectores social y privado, con los gobiernos federal, municipal y los de otras entidades, estimularán la ejecución de obras y proyectos de infraestructura y producción, con apego al marco normativo.

VII. Las dependencias y entidades públicas previo a la realización de cualquier obra, acción o proyecto que afecte al Capítulo 6000 “Inversión Pública”, deberán solicitar la autorización por escrito de la Secretaría, con independencia del origen de los recursos. La Secretaría, autorizará por escrito y de manera individualizada las obras, acciones y proyectos.

VIII. Se informará trimestralmente a la Secretaría el avance físico financiero de las obras y acciones aprobadas en el PAD. Corresponderá a la Contraloría dar seguimiento a la ejecución de estos proyectos.

Todas estas directrices han sido planteadas y consideras en el desarrollo de los distintos estudios elaborados para analizar la viabilidad del proyecto. En específico, de acuerdo con el artículo 53, fracción III y IV, se presenta en este análisis el estudio socioeconómico que muestra que el proyecto es susceptible de generar beneficio social neto y está alineado al cumplimiento de objetivos y metas del Plan de Desarrollo del Estado de México.

4.4 FINANCIAMIENTO

La inversión del Proyecto se realizaría totalmente por el Desarrollador y, en el Contrato de Asociación Público Privada que celebraría éste con el Gobierno del Estado de México, se establecería la obligación de pago del Gobierno con el Desarrollador. Este pago se haría con recursos públicos.

Para contar con inversionistas y permitir la bancabilidad y el financiamiento del "*Proyecto APP Caminos del Sur*" es necesario contar con una fuente alterna de pago y con una garantía de pago oportuno (GPO) para el desarrollador que le asegure que, una vez realizada la inversión e incluso obtenidos los créditos para el proyecto, recibirá el pago periódico previsto en el contrato de asociación público privada que le permitirá recuperar la inversión, pagar acreedores y cubrir los gastos del "*Proyecto APP Caminos del Sur*".

El artículo Sexto Transitorio de la Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios ("LAPPEMM") autoriza a la Secretaría de Finanzas para constituir un fideicomiso de administración y fuente de pago o modificar el Fideicomiso Público de Administración del Impuesto sobre Erogaciones por Remuneraciones al Trabajo Personal ("ISERTP"), para el cumplimiento de los fines de la LAPPEMM.

El Fideicomiso Público de Administración del Impuesto sobre Erogaciones por Remuneraciones al Trabajo Personal al que se refiere el artículo Sexto Transitorio de la LAPPEMM antes citado (o Fideicomiso 2253-0) fue constituido con la autorización del Congreso del Estado de México como un fideicomiso de garantía y/o fuente de Pago en los términos del artículo 16.16 del Libro Décimo Sexto del Código Administrativo del Estado de México, el cual fue derogado con la publicación y entrada en vigor de la LAPPEMM.

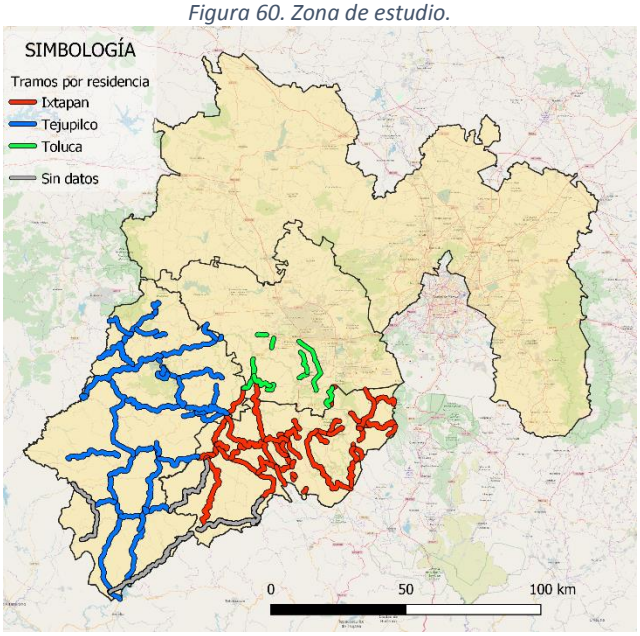
Actualmente, el Fideicomiso 2253-0 representa para los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS), una fuente Alterna de Pago y también el vehículo que a través se tiene contratada una Garantía de Pago Oportuno con el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C., Institución de Banca de Desarrollo ("BANOBRAS").

Por lo anterior, la realización del proyecto requiere la modificación al Fideicomiso 2253-0 o la constitución de un nuevo fideicomiso con el ISERTP, mediante las autorizaciones previstas en el contrato de Fideicomiso 2253-0 derivado de los compromisos estatales y los derechos adquiridos preexistentes a efecto de que el ISERTP funja como una fuente alterna de pago para el proyecto. Asimismo, como en el caso de proyectos PPS del Estado de México, será necesario negociar una garantía de pago oportuno (GPO) con Banobras.

4.5 LOCALIZACIÓN

Los 82 caminos se ubican en la zona Sur del Estado de México, con una longitud total de 1,637.8 kilómetros, cuyo mantenimiento se acomete en la actualidad desde las residencias de Tejupilco, Ixtapan y Toluca.

Figura 60. Zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia

La ubicación de cada uno de los 825 tramos es la siguiente:

Tabla 124 Ubicación de los tramos por coordenadas

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	LONGITUD TRAMO KM	COORDENADAS INICIO X	COORDENADAS INCIO Y	COORDENADAS FIN X	COORDENADAS FIN Y
1	IX6204	Libramiento Ixtapan de la Sal	2.52	18.854542°	-99.664486°	18.834885°	-99.670335°
2	IX6209	Libramiento de Tonatico	1.90	18.810085°	-99.669721°	18.802374°	-99.660148°
3	IX0123	Tonatico-El Salto	1.20	18.800726°	-99.668488°	18.790614°	-99.665650°
4	IX0114	Km. 95.0 (Tonatico-Taxco)-Grutas de la Estrella	2.00	18.759951°	-99.621896°	-99.631050°	18.747750°
5	IX0130	Ixtapan-Plan de San Miguel	3.40	18.851112°	-99.680672°	18.871084°	-99.685707°
6	IX0175	Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa	17.00	18.876506°	-99.687755°	18.933993°	-99.699316°
7	IX0141	Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac	8.10	18.868159°	-99.643648°	18.928406°	-99.688196°
8	IX0113	San Alejo-Limites Edo. de México/Guerrero (Pilcaya)	8.00	18.836662°	-99.726186°	18.773120°	-99.696216°

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	LONGITUD TRAMO KM	COORDENADAS INICIO X	COORDENADAS INCIO Y	COORDENADAS FIN X	COORDENADAS FIN Y
9	IX0108	San Alejo-Puente de Los Sabinos	16.10	18.837121°	-99.727481°	18.813530°	-99.790451°
10	IX1141	Coatepec Harinas-Totolmajac	12.80	18.928293°	-99.763284°	18.928545°	-99.688272°
11	IX0136	Porfirio Díaz-El Carmen	5.30	18.928426°	-99.726646°	18.914319°	-99.717784°
12	IX1130	Plan de San Miguel-Porfirio Díaz	7.90	18.876602°	-99.692034°	18.929838°	-99.734156°
13	IX0142	Km. 60.5 (Tenancingo-Villa Guerrero)-Zacango-Totolmajac	18.60	18.938970°	-99.646052°	18.928648°	-99.688099°
14	IX3206	Km. 58.0 (Tenancingo-Villa Guerrero)-San Miguel	4.50	18.968344°	-99.644501°	18.996543°	-99.666085°
15	IX0390	Coatepec Harinas-Nevado de Toluca	38.00	18.929952°	-99.768881°	19.070072°	-99.802336°
16	IX0099	Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal	57.70	19.012897°	-99.900760°	18.840205°	-99.678892°
17	IX0098	Chiltepec-Las Vueltas	5.00	18.911807°	-99.834625°	18.904119°	-99.855243°
18	IX0092	Km 47.0 (Zinacantepec - Sultepec)-Almoloya de Alquisiras-Zacualpan.	43.00	18.915112°	-99.938740°	18.723245°	-99.775485°
19	IX0001	San Antonio del Rosario-Zacualpan	51.40	18.397835°	-100.309214°	18.603625°	-100.021537°
20	IX0097	Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca	7.20	18.912766°	-99.935229°	18.899203°	-99.898947°
21	IX1098	Almoloya de Alquisiras-Las Mesas	6.50	18.865574°	-99.887002°	18.890486°	-99.861977°
22	IX0152	Tenancingo-Teneria-Tecomatlán-San Simón El Alto	12.10	18.962225°	-99.586048°	18.995504°	-99.504075°
23	IX0154	Tenería-San Nicolás	7.60	18.951417°	-99.542873°	18.972208°	-99.494490°

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	LONGITUD TRAMO KM	COORDENADAS INICIO X	COORDENADAS INCIO Y	COORDENADAS FIN X	COORDENADAS FIN Y
24	IX0159	Tenancingo-EL Carmen	8.60	18.956430°	-99.591153°	18.921907°	-99.556183°
25	IX0166	Tenancingo-Zumpahuacán-San Gaspar-Limites Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	44.30	18.962189°	-99.586182°	18.759998°	-99.464435°
26	IX1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco	18.50	19.047347°	-99.541709°	19.112571°	-99.530285°
27	IX1463	Km. 5.7 (Jajalpa-San Francisco Tepexoxuca)-Joquicingo	3.00	19.072282°	-99.533676°	19.050578°	-99.533296°
28	IX6207	Libramiento de Techuchulco	1.23	19.113203°	-99.537028°	19.112561°	-99.530807°
29	IX0185	Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)	29.50	18.914439°	-99.456686°	18.769311°	-99.463587°
30	IX0189	Puente Caporal-Tepehuajes-E. C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolas Bravo)	6.60	18.902092°	-99.455014°	18.859234°	-99.446545°
31	IX0200	Santiago Tianguistenco-Chalma	30.20	19.107363°	-99.414780°	18.929926°	-99.433522°
32	IX0198	Km. 19.8 (México-Chalma)-Laguas de Zempoala (Limites Edo. de México/Morelos)	15.00	19.058330°	-99.382244°	19.051571°	-99.311941°
33	IX0193	Km. 29.2 (México-Chalma)- Limites Edo. de México/Morelos (Cuernavaca)	25.70	18.997454°	-99.418346°	18.977943°	-99.308912°
34	IX0194	Km. 24.6 (Ocuilan-Cuernavaca)-Tlatempan-Ahuatenco	10.10	18.977799°	-99.308642°	18.947178°	-99.334048°
35	IX0192	Km. 31.3 (México-Chalma)-Ocuilan-	4.20	18.984072°	-99.423000°	18.979594°	-99.417143°

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	LONGITUD TRAMO KM	COORDENADAS INICIO X	COORDENADAS INCIO Y	COORDENADAS FIN X	COORDENADAS FIN Y
		E. C. (Cuernavaca)					
36	IX6208	Libramiento del Ahuehuete	1.20	18.970722°	-99.438499°	18.968412°	-99.429435°
37	IX0196	Santa Mónica-Santa Cruz Tezontepec	7.10	18.990180°	-99.421373°	19.023132°	-99.465946°
38	IX0036	Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya	106.00	19.213552°	-99.806546°	18.637569°	-99.978721°
39	IX1033	Libramiento de Sultepec	3.60	18.869030°	-99.966962°	18.854081°	-99.966905°
40	IX0033	Amatepec-La Goleta-Sultepec	43.10	18.678751°	-100.179061°	18.697691°	-100.084513°
41	IX0057	Km. 53.4 (Zinacantepec-Sultepec)-E.C. (Tejupilco-Amatepec)	9.80	18.868446°	-100.002741°	18.864560°	-100.137536°
42	TE0001	San Antonio del Rosario-Zacualpan	65.20	18.397835°	-100.309214°	18.603625°	-100.021537°
43	TE0002	Km.133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo -San Pedro Limón-Lím. Méx. /Gro.	65.00	18.806687°	-100.310378°	18.372520°	-100.273310°
44	TE0045	Km. 103.5 (Toluca-Cd. Altamirano) El Estanco-El Corupo	37.40	18.900588°	-100.168477°	18.807133°	-100.310503°
45	TE0046	El Salitre-Nanchititla	31.10	18.873152°	-100.280169°	18.867025°	-100.456903°
46	TE0050	Zuluapan-Zacazonapan-Luvianos-Cuadrilla de López.	50.20	19.138868°	-100.311611°	18.877011°	-100.227690°
47	TE3049	Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx. /Mich.	70.00	19.223286°	-100.130494°	19.083142°	-100.408678°
48	TE0250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo	36.50	19.291339°	-99.919107°	19.204511°	-100.133354°

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	LONGITUD TRAMO KM	COORDENADAS INICIO X	COORDENADAS INCIO Y	COORDENADAS FIN X	COORDENADAS FIN Y
49	TE0338	Km. 36.4 (Toluca-Valle de Bravo)-Turcio	8.80	19.283698°	-99.937283°	19.332950°	-99.968960°
50	TE3048	San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Mex/Mich	46.00	19.181955°	-100.240514°	19.217430°	-100.347390°
51	TE1016	Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) Chirimoyo-San Juan Xoconusco-El Capulín-Llano, Redondo-Lím. Méx. /Mich.	14.50	19.301491°	-100.234107°	19.348567°	-100.307225°
52	TE1374	Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) Donato Guerra	8.80	19.318477°	-100.216207°	19.310081°	-100.145810°
53	TE00374	El Salitre-Nanchititla Km.17.0 (Monumento-Valle de Bravo) Donato Guerra	6.80	19.298957°	-100.115125°	19.307651°	-100.144706°
54	TE0376	Km. 63.5 (Toluca-Morelia) - Ixtapan del Oro.	31.50	19.410647°	-100.141415°	19.264976°	-100.266051°
55	TE1376	Libramiento San José Villa de Allende	1.10	19.379443°	-100.148260°	19.372325°	-100.150895°
56	TE0004	Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyacan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan)	33.30	18.632939°	-100.197201°	18.436274°	-100.244879°
57	TE0024	Puerto Frio-Cerro del Campo	12.30	18.659960°	-100.196589°	18.662517°	-100.272337°
58	TE0031	Km. 12.1 (El Grupo Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico.	10.40	18.712014°	-100.3296620	18.702773	-100.367330°
59	TE0017	Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande.	36.90	18.777236°	-100.438957°	18.581061°	-100.409336°
60	TE3032	Libramiento de Amatepec	2.90	18.690247°	-100.188666°	18.678216°	-100.185537°
61	TE0033	Amatepec-La Goleta-Sultepec.	18.00	18.678751°	-100.179061°	18.697691°	-100.084513°
62	TE0032	Tejupilco-Amatepec-Tlatlaya	49.20	18.899795°	-100.149115°	18.616379°	-100.207982°

NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	LONGITUD TRAMO KM	COORDENADAS INICIO X	COORDENADAS INCIO Y	COORDENADAS FIN X	COORDENADAS FIN Y
63	TE0057	km. 53.4 / (La Puerta-Sultepec)-E. Km.5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)	26.00	18.868446°	-100.002741°	18.864560°	-100.137536°
64	TE1063	Libramiento de Tejupilco	5.90	18.920619°	-100.146236°	18.880126°	-100.141139°
65	TE0076	Km.76.3 (Toluca-Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero	6.10	19.014363°	-100.051927°	19.023300°	-100.008648°
66	TE1076	San Simón de Guerrero-Las Juntas	21.00	19.019472°	-99.999609°	19.024719°	-99.906093°
67	TE6019	San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama.	7.00	19.023820°	-100.005672°	19.036047°	-99.969459°
68	TE0081	Km. 45.7 (Toluca-Cd. Altamirano) Tequesquipan.	7.90	19.120608°	-99.936338°	19.059593°	-99.945501°
69	TE6023	Temascaltepec-Las Juntas	27.50	19.042041°	-100.039156°	19.022114°	-99.897983°
70	TE0071	Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec) San Pedro Tenayac - Zacazonapan	33.60	19.059769°	-100.057883°	19.067462°	-100.250464°
71	TE0086	El Fresno-Temascaltepec	17.80	19.146223°	-100.068732°	19.047207°	-100.053491°
72	TE0087	Km.30.8 (Valle de Bravo-San Francisco de los Ranchos) Circuito Avándaro	10.60	19.161890°	-100.108748°	19.163587°	-100.128161°
73	TE3054	Acceso Avándaro	4.50	19.181739°	-100.122674°	19.163895°	-100.127661°
74	TE0083	Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano) Valle de Bravo	36.30	19.147458°	-99.915400°	19.187083°	-100.127636°
75	TL0036	La Puerta Sultepec-San Miguel Totolmaloya	17.50	19.213552°	-99.806546°	18.637569°	-99.978721°
76	TL0306	Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca	20.00	19.154707°	-99.804780°	19.106358°	-99.758547°
77	TL0245	Km. 10.1 (Toluca-Temascaltepec) Zinacantepec	3.80	19.285650°	-99.735165°	19.252611°	-99.742618°

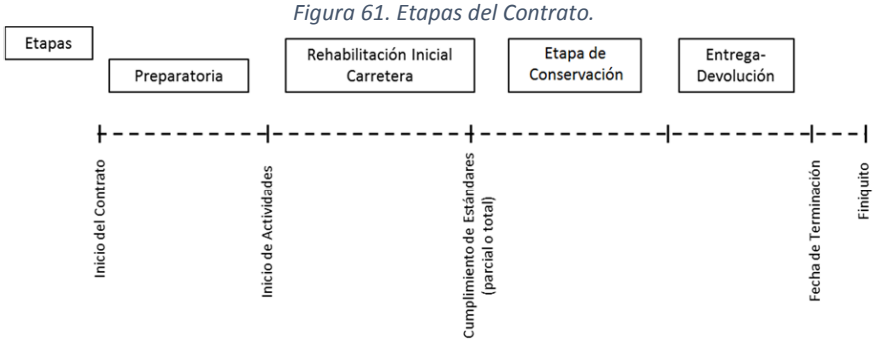
NO CONSECUTIVO	ID-TRAMO	NOMBRE CAMINO	LONGITUD TRAMO KM	COORDENADAS INICIO X	COORDENADAS INCIO Y	COORDENADAS FIN X	COORDENADAS FIN Y
78	TL0250	Km. 7.5 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo	3.50	19.291339°	-99.919107°	19.204511°	-100.133354°
79	TL8002	Calimaya-San Felipe Tlalmimilolpan	9.00	19.165788°	-99.617780°	19.236339°	-99.641938°
80	TL0211	Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza	3.80	19.161945°	-99.617876°	19.147072°	-99.645726°
81	TL0337	Toluca-Metepec-Tenango del Valle	23.50	19.274971°	-99.646682°	19.103498°	-99.586695°
82	TL1031	San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento	11.00	19.047347°	-99.541709°	19.112571°	-99.530285°

Fuente: Elaboración propia

4.6 SERVICIOS ESPECÍFICOS A CONTRATAR

Las Actividades que realizará el Desarrollador deberán ser planeadas y programadas por el Desarrollador, considerando cuatro (4) etapas básicas, conforme al siguiente esquema:

Figura 61. Etapas del Contrato.



Fuente: Elaboración propia

4.6.1 ETAPA PREPARATORIA

En esta etapa, de duración no mayor de 2 (dos) meses calendario, el Desarrollador deberá realizar todas las actividades preliminares necesarias para estar en condiciones de tomar posesión del Paquete de Caminos, con objeto de dar inicio a sus labores formales para realizar las Actividades objeto del Contrato. En esta etapa, dentro de los primeros 45 (cuarenta y cinco) días naturales siguientes a la firma del Contrato, el Desarrollador debe someter a revisión por parte del Supervisor su Programa de Rehabilitación Inicial.

(a) Localizar y conocer todos los rasgos culturales y naturales existentes en la zona de influencia del Paquete de Caminos a su cargo: poblaciones, otras autopistas, carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, presas, ríos, canales, zonas arqueológicas, reservas ecológicas, etc.
(b) Determinar la conectividad del Paquete de Caminos con las vías de comunicación antes definidas, en especial otras autopistas y sus condiciones, según se trate de autopistas, carreteras Tipo A, B, C, rurales, brechas revestidas, etc.
(c) Localizar las fuentes de abastecimiento de materiales e insumos: bancos de materiales en explotación, bancos de materiales potenciales, ríos, pozos de agua, plantas de cemento, concreto premezclado, prefabricados, etc.
(d) Establecer sus propias instalaciones de oficinas, laboratorios, talleres, campamentos, comedores, etc., en zonas colindantes del Paquete de Caminos y en posiciones estratégicas dentro del mismo.
(e) Suministrar todos los equipos requeridos: de transporte, comunicación, oficina, etc.
(f) Contratar y capacitar a todo el Personal requerido para mantener y rehabilitar el Paquete de Caminos a su cargo.
(g) A más tardar, al mes calendario de la Fecha de Inicio del Contrato, deberá tener constituido el Fideicomiso y la contratación del Supervisor.
(h) Presentar el modelo tipo de cada Reporte para su validación por el Supervisor.
(i) Todas las demás actividades que se requieran, conforme a la metodología presentada en la Licitación por el Desarrollador en su Propuesta Técnica.
(j) Entrega del Paquete de Caminos al Desarrollador, según se indique en el “Procedimiento de Entrega del Paquete de Caminos al Desarrollador”.

En esta etapa, dentro de los primeros 45 (cuarenta y cinco) días naturales siguientes a la firma del Contrato, el Desarrollador debe someter a revisión por parte del Supervisor su Programa de Rehabilitación Inicial.

4.6.2 ETAPA DE REHABILITACIÓN INICIAL

En esta etapa el Desarrollador toma posesión del Paquete de Caminos dando inicio a las actividades de Rehabilitación Inicial y Conservación de las mismas, y contará con un plazo que no excederá de 24 meses, a fin de realizar los trabajos necesarios para lograr el cumplimiento de todos los Estándares de Desempeño a lo largo de los diferentes segmentos del Paquete de Caminos, bien mediante las labores de rehabilitación incluidas en el Programa de Rehabilitación Inicial o bien por las labores de Conservación incluidas en el Programa Plurianual de Conservación, que son parte integrante de la Propuesta Técnica que presente el Desarrollador.

Al inicio de esta Etapa, el Desarrollador deberá instalar en el lugar indicado por la Junta de Caminos, diez señalamientos informativos, tipo cartel de dimensiones [4.88 x 2.44] metros, respecto de los trabajos a realizar objeto del Contrato.

PROGRAMA DE REHABILITACIÓN INICIAL

En este programa se definirán todas las labores de rehabilitación necesarias para acondicionar el Paquete de Caminos, a fin de dar cumplimiento a todos los Estándares de Desempeño.

Los costos de los estudios y proyectos necesarios para el desarrollo del Programa de Rehabilitación Inicial estarán incluidos en los costos indirectos de los precios ofertados por el Desarrollador en la Licitación.

En la elaboración de los estudios y proyectos, y a expensas de cualquier mejora que el desarrollador considere conveniente, se deberá considerar que:

- Durante la rehabilitación inicial se deben ampliar y/o sustituir todas las alcantarillas existentes en los caminos de tipo A y tipo B que no dispongan de la capacidad hidráulica suficiente para el gasto hidráulico correspondiente a un periodo de retorno de 50 (cincuenta) años, así como los elementos de drenaje (cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos, etc.) necesarios no presentes actualmente en los tramos carreteros de tipo A y tipo B.
- Durante la rehabilitación inicial se debe pavimentar toda la longitud de caminos de tipo B que se encuentren actualmente en terracerías.

La necesidad, alcance y contenido técnico de estos estudios y proyectos será evaluado por el Supervisor, mediante dictamen técnico, antes del comienzo de la ejecución de las obras. El dictamen contendrá las recomendaciones que el Supervisor estime oportuno formular en respuesta a la normatividad vigente y a los alcances del presente contrato, dictamen que se remitirá al Desarrollador y a la Junta de Caminos para su conocimiento y efectos oportunos. En cualquier caso, el Desarrollador en el único responsable de la idoneidad y viabilidad de los estudios y/o proyectos formulados.

Posteriormente, se realizarán las obras definidas en los estudios y proyectos bajo la supervisión del Supervisor, debiendo estar finalizadas de acuerdo al Programa de Rehabilitación Inicial presentado por el Desarrollador en la Licitación.

PROGRAMA PLURIANUAL DE CONSERVACIÓN

En este programa se definirán todas las labores de Conservación, incluidas en la Propuesta Técnica presentada por el Desarrollador, necesarias para dar cumplimiento a todos los Estándares de Desempeño.

En esta etapa, una vez que un segmento haya alcanzado el cumplimiento de todos los Estándares de Desempeño, el Desarrollador se obliga a mantener dicho cumplimiento mediante la realización de las actividades necesarias de Conservación Rutinaria y Periódica, también definidas por el Desarrollador en su propuesta presentada en la Licitación.

4.6.3 ETAPA DE CONSERVACIÓN

A partir del Inicio de la Etapa de Conservación, el Desarrollador se obliga al cumplimiento de todos Estándares de Desempeño en todos los Segmentos del Paquete de Caminos mediante la realización de las actividades necesarias de Conservación Rutinaria y Periódica.

El primer día hábil del mes de noviembre de cada año, el Desarrollador presentará su Programa de Conservación para el año siguiente, desglosado mensualmente por las diferentes actividades físicas de Conservación rutinaria y Conservación periódica. Para elaborar este programa, el Desarrollador tomará en cuenta las restricciones que se le impongan: periodos vacacionales, días feriados por Ley, fines de semana, etc., así como las condicionantes de índole climatológico, como restricción de tendidos de carpeta o intensificación de limpieza de drenajes y cauces bajo puentes, previo y en época de lluvias.

Los costos de los estudios y proyectos necesarios para el desarrollo del Programa de Conservación Anual estarán incluidos en los costos indirectos de los precios ofertados por el Desarrollador en la Licitación.

La programación se presentará por cada mes en formato de barras de Gantt.

4.6.4 ETAPA DE DEVOLUCIÓN

Esta etapa final tendrá una duración mínima de sesenta 60 (sesenta) días previos a la terminación del Contrato, durante la cual, el Desarrollador realizará las actividades necesarias para preparar la entrega física de la infraestructura del Paquete de Caminos, como:

(a) Programa de desmantelamiento de instalaciones propiedad del Desarrollador dentro del Derecho de Vía (campamentos, bodegas, oficinas, etc.).
(b) Reporte de entrega a la devolución del Paquete de Caminos, en dicho reporte se incluirá un inventario y diagnóstico detallado con los Estándares de Desempeño, el cual será soportado por los levantamientos de campo y estudios necesarios para corroborar que se entregan conforme a lo requerido por la Junta de Caminos, expedientes técnicos que existan sobre el comportamiento de los distintos elementos de la infraestructura, documentación administrativa y legal que se haya generado durante la realización de los trabajos, carpetas técnicas de soporte de los estudios, proyectos y trabajos que se realizaron junto con los soportes y planos generados en formato electrónico y la Bitácora de obra.
(c) Inventario de todos los Bienes Afectos al Paquete de Caminos.
(d) Inventario de los Bienes propiedad del Desarrollador que se retirarán a la devolución del tramo.
(e) Stock de materiales, insumos, etc. que entregará a la Junta de Caminos.
(f) Los estudios y proyectos de rehabilitación y conservación llevados a cabo durante las etapas anteriores.
(g) Otra información distinta a los incisos precedentes.

Para la devolución del Paquete de Caminos, el Desarrollador debe devolver la infraestructura en cumplimiento de todos los umbrales exigidos para cada Estándar de Desempeño cumpliendo cabalmente las exigencias del presente contrato. Lo anterior sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos exigidos por la normativa vigente en el momento de la entrega/devolución del Paquete de Caminos.

Así mismo se dará cumplimiento a la devolución del Paquete de Caminos a la Junta de Camino según lo indicado en el “Procedimiento de Devolución del Paquete de Caminos”.

4.6.5 REQUERIMIENTO DE ACTIVIDADES

DISPONIBILIDAD DEL PAQUETE DE CAMINOS

El Desarrollador deberá asegurar que el Paquete de Caminos esté en todo momento transitable, esto es, abierto a la circulación vehicular y libre de interrupciones. Sólo se admitirá la interrupción del tránsito en los casos de emergencia bien inherentes, bien por causas de Fuerza Mayor (entre otras, declaración de Desastre Natural) o en aquellas zonas donde haya obras de Rehabilitación, en cuyo caso se deberá presentar una alternativa de modo que se garantice la continuidad del tránsito y capacidad de la vía.

Cualquier actuación que afecte a uno o más carriles del Paquete de Caminos y que requiera de la realización de desvíos y/o cierres de carriles, exigirá de la elaboración de un estudio de soluciones alternativas para el manejo del tránsito, el cual, deberá ser presentado al Supervisor para su revisión y, en su caso, validación y posterior

aprobación de la Junta de Caminos. El incumplimiento de lo establecido en el estudio aprobado dará lugar a Penas Convencionales e, incluso, a la paralización de la actuación por parte de la Junta de Caminos, si el Supervisor así lo considera, hasta restaurar las condiciones requeridas.

Todo el personal del Desarrollador y de los Subcontratistas que circulen por el Paquete de Caminos para efectuar sus trabajos o actividades diarias, estarán capacitados para vigilar y atender cualquier incidente que afecte a la disponibilidad o seguridad del Paquete de Caminos.

Además, el Desarrollador realizará recorridos de inspección, por parte de equipos debidamente instruidos para detectar, de manera oportuna y precisa, todas las incidencias leves (pequeños derrumbes, baches, caído de árboles o arbustos sobre la corona, robo de señales), severas (derrumbes, accesos clandestinos, etc.), emergencias inherentes y situaciones meteorológicas imprevistas que tengan lugar.

También será objeto de los recorridos del Desarrollador, la inspección del Derecho de Vía, para detectar y reportar de igual forma, el volteo de basura, la presencia de animales muertos, usos o publicidad no autorizada, accesos irregulares, obras de implantación de servicios no autorizados, etc.

CAMPAMENTOS

El Desarrollador establecerá al menos cuatro (4) Campamentos en zonas colindantes del Paquete de Caminos y en unas posiciones estratégicas dentro del mismo.

Las funciones de los Campamentos son, con carácter enunciativo más no limitativo:

- Gestión de la Conservación.
- Instalaciones de Conservación y almacenamiento de equipos.
- Oficinas de personal del Desarrollador.
- Implantación del Sistema de Gestión de Carreteras (SGC), que deberá estar operativo, a más tardar, a la fecha de obtención del “Certificado de Terminación de la Rehabilitación Inicial del Segmento” del primer segmento propuesto por el Desarrollador con la inclusión de al menos, base de datos, inventario, actualización con resultados de inspecciones, intervenciones y modelos de comportamiento.

El Desarrollador deberá implantar un Sistema de Gestión de Carreteras (SGC), que deberá estar operativo, a más tardar, a la fecha de obtención del “Certificado de Terminación de la Rehabilitación Inicial del Segmento” del primer segmento propuesto por el Desarrollador con la inclusión de al menos, base de datos, inventario, actualización con resultados de inspecciones, intervenciones y modelos de comportamiento.

El Desarrollador deberá hacerse cargo de la compra del hardware y software del sistema de gestión de carreteras, este costo deberá de quedar reflejado y desglosado en el costo indirecto de la propuesta del Desarrollador.

ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO

Los Estándares de Desempeño servirán para evaluar el cumplimiento del Contrato por parte del Desarrollador, determinándose a partir de los mismos, los pagos mensuales establecidos en el Mecanismo de Pagos.

PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION

Se llevarán a cabo tres tipos de inspección diferentes:

(a) Inspecciones de Autocontrol:

Las Inspecciones de Autocontrol son aquéllas llevadas a cabo por el Desarrollador a través de su unidad de Autocontrol para el monitoreo del cumplimiento de los Estándares de Desempeño.

La periodicidad de las Inspecciones de Autocontrol variará para cada uno de los Estándares de Desempeño según se especifique en las fichas de los mismos.

(b) Inspecciones Programadas. Las Inspecciones Programadas son aquellas llevadas a cabo por el Desarrollador (a través de su Unidad de Autocontrol) bajo la supervisión del Supervisor. El propósito principal de las Inspecciones Programadas es permitir al Supervisor la verificación de la información presentada en el reporte mensual del Desarrollador y aprobar el Precio Unitario Mensual de su contraprestación.

El Supervisor será el único facultado para calificar el cumplimiento de los Estándares de Desempeño.

(c) Inspecciones No Programadas

Las Inspecciones No Programadas son aquellas llevadas a cabo por el Supervisor, por sus propios medios, para la verificación del cumplimiento de los Estándares de Desempeño.

Las Inspecciones No Programadas se realizarán en cualquier momento y lugar del Paquete de Caminos y su alcance será el decidido por el Supervisor en cada ocasión.

Es de obligación del Desarrollador realizar la medición de todos y cada uno de les Estándares de Desempeño con las frecuencias de inspección establecidas en las fichas de cada Estándar, y posterior a cualquier acción correctiva ejecutada por incumplimiento a través de las inspecciones de campo que demande cada uno de los Estándares de Desempeño, con profesionales certificados y calificados en el tema.

Todos los materiales usados por el Desarrollador deberán cumplir con la Normativa para la Infraestructura del Transporte (N.CMT) publicada por la SCT o, en su defecto, con las Normas de Calidad de los Materiales (Libro 4, Parte 01) de la misma SCT, según se trate de concretos, acero, asfalto, agregados pétreos, pintura, etc.

El Desarrollador deberá investigar la existencia de bancos de préstamo de materiales como grava, arena, agua, plantas de asfalto, plantas de concreto, etc., y asegurarse que los materiales producto de la explotación cumplan con lo señalado en el punto anterior. Debe obtener todos los permisos necesarios y llevar a cabo las pruebas de laboratorio necesarias para asegurar la calidad de los materiales.

El Desarrollador deberá cumplir con la calibración por parte del Instituto Mexicano del Transporte para la medición de los siguientes Estándares de Desempeño.

El Desarrollador deberá presentar reportes periódicamente tanto al Supervisor, como a la Junta de Caminos; y tanto en forma electrónica como impresa; según se le solicite. Además, deberá entregar todos aquellos reportes, de cualquier naturaleza, que solicite el Supervisor o la propia Junta de Caminos.

4.6.6 OTROS REQUERIMIENTOS

El Desarrollador está obligado iniciar la prestación de los Trabajos en la Fecha Programada de Inicio de la Etapa de Rehabilitación Inicial y a tener el total del Paquete de Caminos en situación de cumplimiento totos y cada uno de Estándares de Desempeño establecidos de acuerdo al tipo de camino en la Fecha Programada de Cumplimiento del Paquete de Caminos.

El Desarrollador está obligado a mantener la asignación al Proyecto de todo el Personal Clave durante la duración completa del mismo. En caso de que el Desarrollador requiera alguna modificación de su Personal Clave, deberá presentar una propuesta ante la Junta de Caminos, que, en su caso, manifestará su consentimiento por escrito. No se permitirán modificaciones del Personal Clave sin dicho consentimiento previo y por escrito de la Junta de Caminos.

El Desarrollador está obligado a cumplir con la frecuencia de inspección establecida para todos y cada uno de los Estándares de Desempeño de acuerdo al tipo de camino.

El Desarrollador está obligado a realizar las siguientes actividades desde el momento en que reciba un segmento y hasta la fecha de activación de los Estándares de Desempeño de este una vez concluida su Rehabilitación Inicial:

- Retiro de derrumbes que afecten a la corona de los caminos.
- Desazolve de aquellas obras de drenaje que estén provocando inundaciones o afectaciones en la operación en alguno de los caminos.
- Mantener la condición original del señalamiento vertical existente en el momento de la recepción, sin permitir un deterioro substancial del mismo.
- Mantener la condición original de las defensas y/o barreras existentes en el momento de la recepción, sin permitir un deterioro substancial del mismo.

4.7 CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Para los trabajos de rehabilitación inicial de la Red Caminos del Sur del Estado de México, se muestra el siguiente calendario de actividades el cual tendrá duración de 24 meses:

Tabla 125 Calendario de la Rehabilitación Inicial

CALENDARIO DE TRABAJOS DE REHABILITACIÓN INICIAL																									
SEGMENTOS		RI (mes)	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24
ZONA 1	S1	8																								
	S2	8																								
	S3	8																								
ZONA 2	S4	8																								
	S5	8																								
	S6	8																								
ZONA 3	S7	8																								
	S8	8																								
	S9	8																								
ZONA 4	S10	8																								
	S11	8																								
	S12	12																								
	S13	8																								
S14		24																								

Fuente: Elaboración Propia.

El detalle de avances físicos considerados se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en el apartado:

4) Programas Calendarizados de Referencia

4.8 MONTO TOTAL DE INVERSIÓN

Los trabajos por desarrollarse en el "*Proyecto APP Caminos del Sur*" se llevarán a cabo en un horizonte de 12 años. Durante los dos primeros años, el Desarrollador llevará a cabo todas aquellas actividades de Rehabilitación Inicial necesarias para alcanzar los niveles de servicio especificados en el Contrato. Durante los 10 años siguientes al periodo de Rehabilitación, el Desarrollador llevará a cabo el mantenimiento y conservación de la red carretera para mantener estrictamente los estándares de desempeño acordados.

La estimación del monto de inversión para las actividades de Rehabilitación Inicial es de 4,665.5 millones de pesos de 2019.

El costo total del proyecto considera también las actividades de mantenimiento, para las que se estima un monto total a desembolsar durante toda la vida del proyecto de 4,203.5 millones de pesos de 2019.

Estos estimados se realizaron a partir de los proyectos básicos respectivos.

Si bien se presenta una propuesta de calendarización de las actividades en este estudio, será el Desarrollador quien proponga su propio calendario y programa de operación. Sin embargo, la Unidad Contratante se reserva el derecho de aprobar o rechazar dichas calendarizaciones.

Tabla 126. Monto de Inversión y costo total del proyecto

Costo total del Proyecto (flujos corrientes sin IVA)

Concepto	Mill. MXN 2019
Monto de Inversión (Rehabilitación Inicial)	4,665.5
Costo de mantenimiento	4,203.5
Costo total del proyecto	8,869.0

Fuente: Elaboración Propia.

El desembolso para la Rehabilitación Inicial se propone a realizar en dos años, de acuerdo al siguiente calendario:

Tabla 127. Inversión en Rehabilitación Inicial Calendarizada

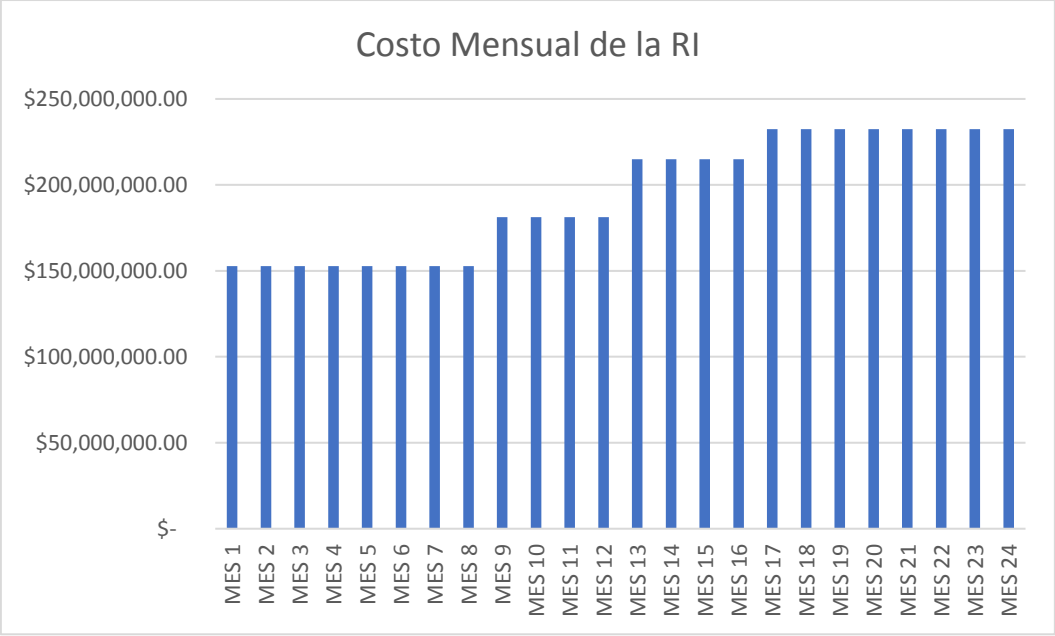
COSTO CALENDARIZADO DE LA REHABILITACIÓN INICIAL POR SEGMENTO					
SEGMENTOS		**COSTO RI**	**DURACIÓN RI**	**AÑO 1**	**AÑO 2**
ZONA 1	**S1**	$ 342,617,396.26	8	$ 171,308,698.13	$ 171,308,698.13
	S2	$ 372,508,942.96	8	$ -	$ 372,508,942.96
	S3	$ 313,785,024.28	8	$ 313,785,024.28	$ -
ZONA 2	**S4**	$ 478,302,993.64	8	$ -	$ 478,302,993.64
	S5	$ 440,913,819.82	8	$ 220,456,909.91	$ 220,456,909.91
	S6	$ 304,680,105.25	8	$ 304,680,105.25	$ -
ZONA 3	**S7**	$ 250,104,163.78	8	$ 125,052,081.89	$ 125,052,081.89
	S8	$ 346,552,882.85	8	$ -	$ 346,552,882.85
	S9	$ 241,884,157.89	8	$ 241,884,157.89	$ -
ZONA 4	**S10**	$ 349,010,692.69	8	$ 174,505,346.35	$ 174,505,346.35
	S11	$ 295,424,232.00	8	$ 295,424,232.00	$ -
	S12	$ 404,285,687.35	12	$ -	$ 404,285,687.35
	S13	$ 325,399,908.09	8	$ -	$ 325,399,908.09
CAMINOS "C"	**S14**	$ 200,000,000.00	24	$ 50,000,000.00	$ 150,000,000.00
			SUMA	**$ 1,897,096,555.70**	**$ 2,768,373,451.17**
			ACUMULADO	**$ 1,897,096,555.70**	**$ 4,665,470,006.86**

Fuente: Elaboración Propia.

El detalle de avances financieros considerados se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en el apartado:

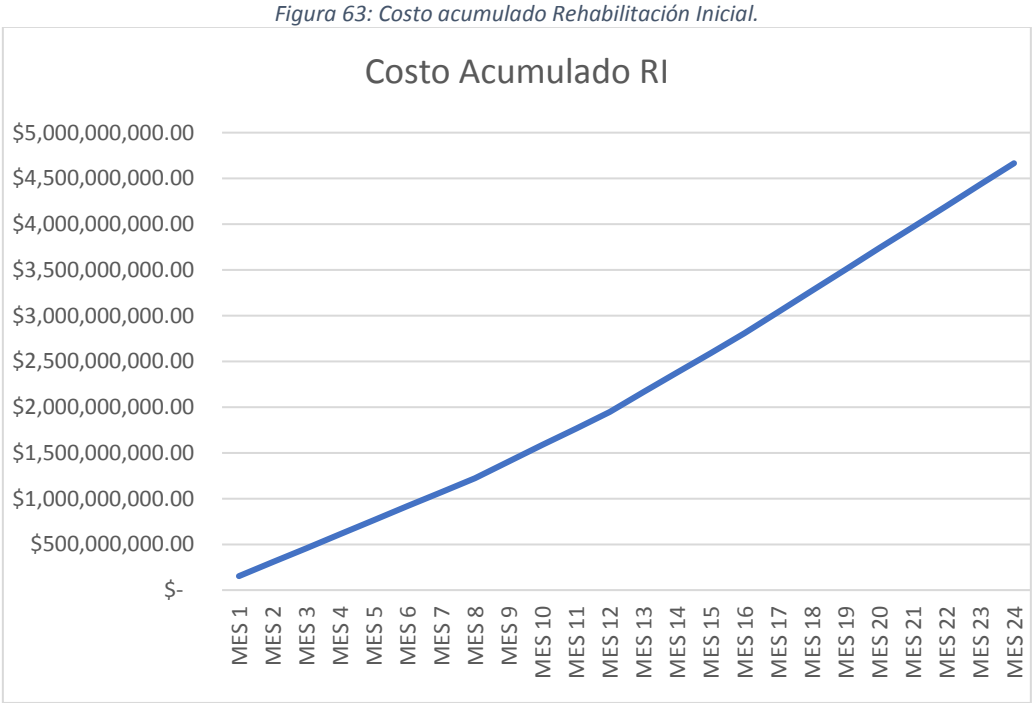
4) Programas Calendarizados de Referencia

Figura 62: Costo mensual Rehabilitación Inicial.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 63: Costo acumulado Rehabilitación Inicial.



Fuente: Elaboración Propia.

El desembolso para el mantenimiento se considera al final de la etapa de rehabilitación inicial de cada segmento, con el siguiente calendario propuesto:

Tabla 128. Inversión en Mantenimiento Calendarizada

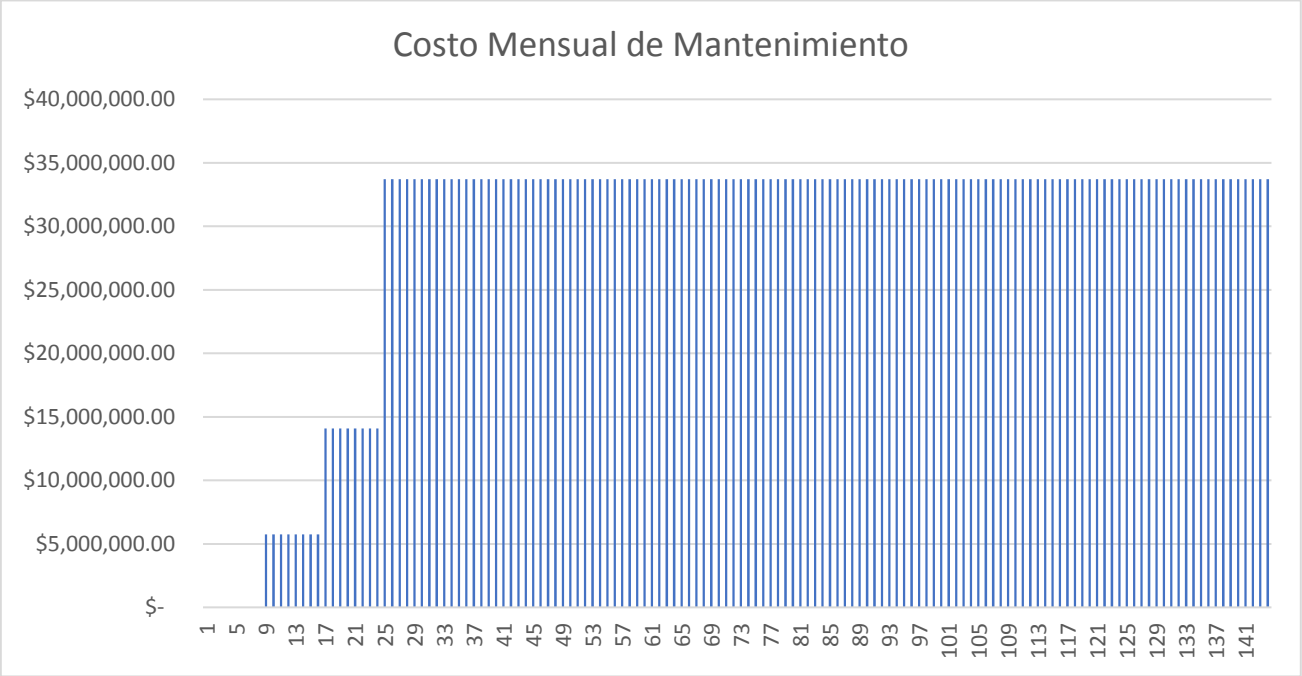
COSTO CALENDARIZADO DEL MANTENIMIENTO POR SEGMENTO													
SEGMENTOS		COSTO TOTAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12
ZONA 1	S1	$ 337,044,391.71	$ -	$ 21,065,274.48	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72	$ 31,597,911.72
	S2	$ 279,465,608.98	$ -	$ -	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90	$ 27,946,560.90
	S3	$ 247,543,822.93	$ 7,280,700.67	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02	$ 21,842,102.02
ZONA 2	S4	$ 363,333,137.42	$ -	$ -	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74	$ 36,333,313.74
	S5	$ 323,583,289.90	$ -	$ 20,223,955.62	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43	$ 30,335,933.43
	S6	$ 218,842,935.34	$ 6,436,556.92	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77	$ 19,309,670.77
ZONA 3	S7	$ 108,846,671.95	$ -	$ 6,802,917.00	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50	$ 10,204,375.50
	S8	$ 231,448,029.51	$ -	$ -	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95	$ 23,144,802.95
	S9	$ 156,973,460.24	$ 4,616,866.48	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43	$ 13,850,599.43
ZONA 4	S10	$ 297,426,386.54	$ -	$ 18,589,149.16	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74	$ 27,883,723.74
	S11	$ 159,656,135.49	$ 4,695,768.69	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07	$ 14,087,306.07
	S12	$ 212,715,504.85	$ -	$ -	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48	$ 21,271,550.48
	S13	$ 213,475,319.30	$ -	$ -	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93	$ 21,347,531.93
CAMINOS "C"	S14	$ 1,053,182,912.98	$ -	$ -	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30	$ 105,318,291.30
		SUMA	**$ 23,029,892.76**	**$ 135,770,974.55**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**	**$ 404,473,673.98**
		ACUMULADO	**$ 23,029,892.76**	**$ 158,800,867.32**	**$ 563,274,541.30**	**$ 967,748,215.28**	**$ 1,372,221,889.27**	**$ 1,776,695,563.25**	**$ 2,181,169,237.23**	**$ 2,585,642,911.22**	**$ 2,990,116,585.20**	**$ 3,394,590,259.18**	**$ 3,799,063,933.17**	**$ 4,203,537,607.15**

Fuente: Elaboración Propia.

El detalle de avances financieros considerados se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en el apartado:

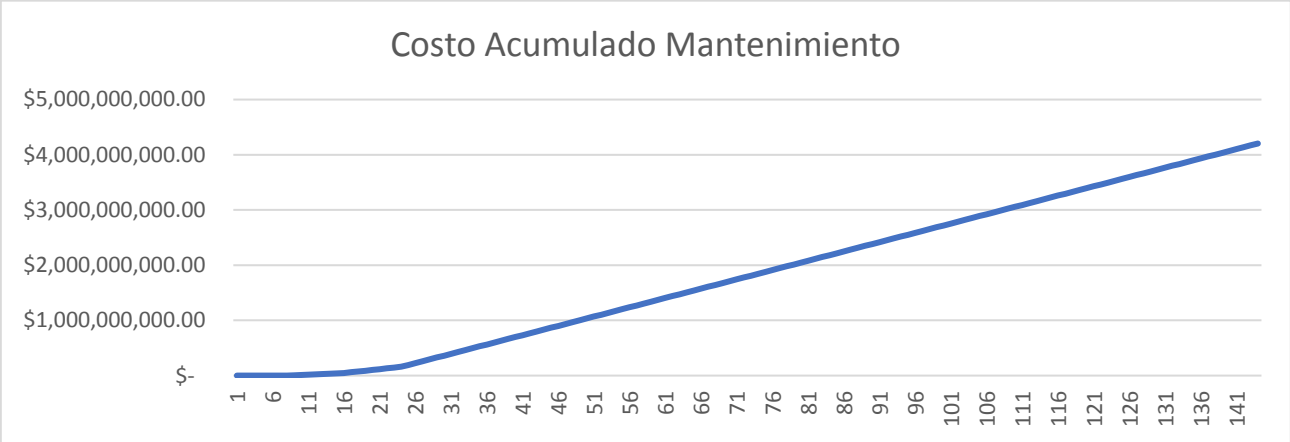
4) Programas Calendarizados de Referencia

Figura 64: Costo mensual de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 65: Costo acumulado de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia.

4.9 FINANCIAMIENTO

La inversión del Proyecto se realizaría totalmente por el Desarrollador y, en el Contrato de Asociación Público Privada que celebraría éste con el Gobierno del Estado de México, se establecería la obligación de pago del Gobierno con el Desarrollador. Este pago se haría con recursos públicos.

Para contar con inversionistas y permitir la bancabilidad y el financiamiento del "*Proyecto APP Caminos del Sur*" es necesario contar con una fuente alterna de pago y con una garantía de pago oportuno (GPO) para el desarrollador que le asegure que, una vez realizada la inversión e incluso obtenidos los créditos para el proyecto, recibirá el pago periódico previsto en el contrato de asociación público privada que le permitirá recuperar la inversión, pagar acreedores y cubrir los gastos del "*Proyecto APP Caminos del Sur*".

El artículo Sexto Transitorio de la Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios ("LAPPEMM") autoriza a la Secretaría de Finanzas para constituir un fideicomiso de administración y fuente de pago o modificar el Fideicomiso Público de Administración del Impuesto sobre Erogaciones por Remuneraciones al Trabajo Personal ("ISERTP"), para el cumplimiento de los fines de la LAPPEMM.

El Fideicomiso Público de Administración del Impuesto sobre Erogaciones por Remuneraciones al Trabajo Personal al que se refiere el artículo Sexto Transitorio de la LAPPEMM antes citado (o Fideicomiso 2253-0) fue constituido con la autorización del Congreso del Estado de México como un fideicomiso de garantía y/o fuente de Pago en los términos del artículo 16.16 del Libro Décimo Sexto del Código Administrativo del Estado de México, el cual fue derogado con la publicación y entrada en vigor de la LAPPEMM.

Actualmente, el Fideicomiso 2253-0 representa para los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS), una fuente Alterna de Pago y también el vehículo que a través se tiene contratada una Garantía de Pago Oportuno con el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C., Institución de Banca de Desarrollo ("BANOBRAS").

Por lo anterior, la realización del proyecto requiere la modificación al Fideicomiso 2253-0 o la constitución de un nuevo fideicomiso con el ISERTP, mediante las autorizaciones previstas en el contrato de Fideicomiso 2253-0 derivado de los compromisos estatales y los derechos adquiridos preexistentes a efecto de que el ISERTP funja como una fuente alterna de pago para el proyecto. Asimismo, como en el caso de proyectos PPS del Estado de México, será necesario negociar una garantía de pago oportuno (GPO) con Banobras.

4.10 CAPACIDAD INSTALADA

Debido a la naturaleza de los trabajos de rehabilitación y mantenimiento, no se aumenta la capacidad instalada respecto a la situación actual.

Los niveles de servicio esperados son los siguientes:

Tabla 129. Niveles de Servicio "Con Proyecto"

NO. CONSECUTIVO	RESIDENCIA	NO. CAMINO	CUERPO	DEL KM	AL KM	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA			NIVEL DE SERVICIO		
								2018	2029	2049	2018	2029	2049
1 (S1)	Ixtapan	6204	A	0+000	2+520	2.52	1.12%	2,512	2,808	3,510	A	A	A
1 (S2)	Ixtapan	6204	B	0+000	2+520	2.52	1.12%	2,897	3,240	4,049	A	A	A
2 (S1)	Ixtapan	6209	A	0+000	1+900	1.90	1.12%	1,667	1,863	2,329	A	A	A
2 (S2)	Ixtapan	6209	B	0+000	1+900	1.90	1.12%	1,725	1,929	2,411	A	A	A
3	Ixtapan	123	N/A	0+000	1+200	1.20	1.12%	803	898	1,123	A	A	A
4	Ixtapan	114	N/A	0+000	2+000	2.00	2.72%	86	112	192	A	A	A
5	Ixtapan	130	N/A	0+000	3+400	3.40	1.12%	127	141	177	A	A	A
6	Ixtapan	175	N/A	0+000	17+000	17.00	2.76%	S/D	S/D	S/D	B	C	D
7	Ixtapan	141	N/A	0+000	8+100	8.10	1.12%	1,548	1,730	2,163	A	A	A
8	Ixtapan	113	N/A	0+000	8+000	8.00	1.12%	2,394	2,677	3,346	B	B	B
9	Ixtapan	108	N/A	0+000	16+100	16.10	1.12%	3,290	3,678	4,598	B	C	C
10	Ixtapan	1141	N/A	0+000	12+800	12.80	2.76%	1,953	2,565	4,423	A	B	B
11 (S1)	Ixtapan	136	A	0+000	5+300	5.30	2.76%	51	66	114	A	A	A
11 (S2)	Ixtapan	136	B	0+000	5+300	5.30	2.76%	46	61	105	A	A	A
12	Ixtapan	1130	N/A	0+000	7+900	7.90	2.76%	650	854	1,472	A	A	A
13	Ixtapan	142	N/A	0+000	18+600	18.60	1.12%	2,697	3,015	3,769	A	A	A
14	Ixtapan	3206	N/A	0+000	4+500	4.50	0.39%	5,713	5,941	6,426	C	C	C
15	Ixtapan	390	N/A	0+000	38+000	38.00	2.76%	996	1,308	2,256	A	A	A
16	Ixtapan	99	N/A	0+000	57+700	57.70	2.76%	2,045	2,686	4,631	A	B	B
17	Ixtapan	98	N/A	0+000	5+000	5.00	2.76%	449	589	1,016	A	A	A

NO. CONSECUTIVO	RESIDENCIA	NO. CAMINO	CUERPO	DEL KM	AL KM	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA			NIVEL DE SERVICIO		
								2018	2029	2049	2018	2029	2049
18	Ixtapan	92	N/A	0+000	43+000	43.00	1.44%	3,341	3,855	5,130	B	B	B
19	Ixtapan	1X	N/A	65+600	117+000	51.40	2.72%	430	563	963	A	A	A
20	Ixtapan	97	N/A	0+000	7+200	7.20	1.44%	488	563	750	A	A	A
21	Ixtapan	1098	N/A	0+000	6+500	6.50	1.44%	495	571	761	A	A	A
22	Ixtapan	152	A	0+000	12+100	12.10	0.39%	5,977	6,217	6,724	A	A	A
22	Ixtapan	152	B	0+000	12+100	12.10	0.39%	5,227	5,436	5,880	A	A	A
23	Ixtapan	154	N/A	0+000	7+600	7.60	0.39%	2,587	2,691	2,911	B	B	B
24	Ixtapan	159	N/A	0+000	8+600	8.60	0.39%	3,449	3,587	3,880	B	B	B
25	Ixtapan	166	N/A	0+000	44+300	44.30	0.39%	4,100	4,264	4,613	B	C	C
26	Ixtapan	1031X	N/A	0+000	18+500	18.50	0.39%	2,386	2,481	2,684	A	A	A
27	Ixtapan	1463	N/A	0+000	3+000	3.00	0.39%	2,267	2,358	2,550	A	A	A
27	Ixtapan	1463	N/A	0+000	3+000	3.00	0.39%	2,281	2,372	2,566	A	A	A
28	Ixtapan	6207	N/A	0+000	1+230	1.23	0.39%	10,685	11,113	12,020	D	E	E
29	Ixtapan	185	N/A	0+000	29+500	29.50	3.39%	1,227	1,711	3,330	A	B	C
30	Ixtapan	189	N/A	0+000	6+600	6.60	3.39%	724	1,011	1,967	A	A	A
31	Ixtapan	200	N/A	12+300	42+500	30.20	1.00%	3,134	3,462	4,224	C	C	C
32	Ixtapan	198	N/A	0+000	15+000	15.00	1.66%	184	217	301	A	A	A
33	Ixtapan	193	N/A	0+000	25+700	25.70	1.00%	1,619	1,789	2,183	A	A	A
34	Ixtapan	194	N/A	0+000	10+100	10.10	1.00%	691	764	932	A	A	A
35	Ixtapan	192	N/A	0+000	4+200	4.20	1.00%	2,501	2,763	3,371	B	C	C
36	Ixtapan	6208	N/A	0+000	1+200	1.20	1.00%	1,304	1,440	1,757	A	A	A
37	Ixtapan	196	N/A	0+000	7+100	7.10	1.00%	2,203	2,434	2,970	A	B	B
38	Ixtapan	36X	N/A	0+000	106+000	106.00	1.44%	4,843	5,587	7,435	C	D	D
39	Ixtapan	1033	N/A	0+000	3+600	3.60	4.10%	1,633	2,440	5,451	A	B	B

NO. CONSECUTIVO	RESIDENCIA	NO. CAMINO	CUERPO	DEL KM	AL KM	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA			NIVEL DE SERVICIO		
								2018	2029	2049	2018	2029	2049
40	Ixtapan	33X	N/A	18+000	61+100	43.10	4.10%	649	971	2,169	A	B	B
41	Ixtapan	57X	N/A	0+000	9+800	9.80	4.10%	425	635	1,419	A	A	A
42	Tejupilco	1T	N/A	0+000	65+200	65.20	0.86%	246	268	318	A	A	A
43	Tejupilco	2	N/A	0+000	65+000	65.00	2.76%	1,247	1,638	2,826	A	B	B
44	Tejupilco	45	N/A	0+000	37+400	37.40	2.76%	507	665	1,148	A	A	A
45	Tejupilco	46	N/A	0+000	31+100	31.10	2.76%	146	191	330	A	A	A
46	Tejupilco	50	N/A	0+000	50+200	50.20	1.09%	1,031	1,149	1,427	A	A	A
47	Tejupilco	3049	N/A	0+000	70+000	70.00	1.71%	5,453	6,460	9,068	C	C	C
48	Tejupilco	250T	N/A	34+000	70+500	36.50	1.71%	4,662	5,523	7,753	C	D	D
49	Tejupilco	338	N/A	0+000	8+800	8.80	1.71%	510	604	849	A	A	A
50	Tejupilco	3048	N/A	0+000	46+000	46.00	-3.91%	393	264	119	A	A	A
51	Tejupilco	1016	N/A	0+000	14+500	14.50	-3.91%	1,874	1,257	566	A	A	A
52	Tejupilco	1374	N/A	0+000	8+800	8.80	0.45%	2,395	2,505	2,741	B	B	B
53	Tejupilco	374	N/A	0+000	6+800	6.80	0.45%	3,074	3,215	3,518	B	B	B
54	Tejupilco	376	N/A	0+000	31+500	31.50	-3.91%	1,335	896	403	A	A	A
55	Tejupilco	1376	N/A	0+000	1+100	1.10	-3.91%	3,191	2,141	964	C	C	A
56	Tejupilco	4	A	0+000	33+300	33.30	0.86%	411	448	532	A	A	A
56	Tejupilco	4	B	0+000	33+300	33.30	0.86%	352	384	456	A	A	A
57	Tejupilco	24	N/A	0+000	12+300	12.30	2.76%	669	879	1,516	A	A	A
58	Tejupilco	31	N/A	0+000	10+400	10.40	2.76%	1,685	2,214	3,819	A	A	A
59	Tejupilco	17	N/A	0+000	36+900	36.90	2.76%	236	310	535	A	A	A
60	Tejupilco	3032	N/A	0+000	2+900	2.90	0.86%	1,238	1,349	1,602	A	A	A
61	Tejupilco	33T	N/A	0+000	18+000	18.00	0.86%	481	524	622	A	A	A
62	Tejupilco	32	N/A	0+000	49+200	49.20	0.86%	4,646	5,063	6,013	B	C	C

NO. CONSECUTIVO	RESIDENCIA	NO. CAMINO	CUERPO	DEL KM	AL KM	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA			NIVEL DE SERVICIO		
								2018	2029	2049	2018	2029	2049
63	Tejupilco	57T	N/A	9+800	35+800	26.00	0.86%	805	877	1,042	A	A	A
64	Tejupilco	1063	N/A	0+000	5+900	5.90	0.86%	11,483	12,514	14,863	D	D	D
65	Tejupilco	76	N/A	0+000	6+100	6.10	0.28%	1,549	1,594	1,687	B	B	B
66	Tejupilco	1076	N/A	0+000	21+000	21.00	0.28%	73	75	79	A	A	A
67	Tejupilco	6019	N/A	0+000	7+000	7.00	0.28%	309	318	337	A	A	A
68	Tejupilco	81	N/A	0+000	7+900	7.90	0.28%	1,088	1,120	1,185	A	A	A
69	Tejupilco	6023	N/A	0+000	27+500	27.50	0.28%	749	771	816	A	A	A
70	Tejupilco	71	N/A	0+000	33+600	33.60	1.09%	1,280	1,427	1,772	A	A	A
71	Tejupilco	86	N/A	0+000	17+800	17.80	0.28%	3,578	3,681	3,896	B	B	B
72	Tejupilco	87	N/A	0+000	10+600	10.60	-0.75%	1,185	1,098	944	A	A	A
73	Tejupilco	3054	N/A	0+000	4+500	4.50	-0.75%	5,247	4,865	4,182	C	C	C
74	Tejupilco	83	N/A	0+000	36+300	36.30	-0.75%	11,345	10,519	9,042	D	D	C
75	Toluca	36L	N/A	0+000	17+500	17.50	4.54%	2,982	4,649	11,296	A	C	D
76	Toluca	306	N/A	0+000	20+000	20.00	0.37%	S/D	S/D	S/D	C	C	C
77	Toluca	245	A	0+000	3+800	3.80	1.29%	7,753	8,811	11,382	A	A	B
77	Toluca	245	B	0+000	3+800	3.80	1.29%	8,322	9,459	12,218	A	A	B
78	Toluca	250L	N/A	1+000	4+500	3.50	1.21%	21,794	24,577	31,257	E	E	F
79	Toluca	8002	N/A	0+000	9+000	9.00	4.10%	2,493	3,726	8,323	A	B	C
80 (S1)	Toluca	211	A	5+100	8+900	3.80	1.60%	4,790	5,615	7,712	A	A	B
80 (S2)	Toluca	211	B	5+100	8+900	3.80	1.60%	4,922	5,768	7,923	A	A	B
81 (S1)	Toluca	337	A	0+000	23+500	23.50	0.57%	35,702	37,793	42,349	D	D	E
81 (S2)	Toluca	337	B	0+000	23+500	23.50	0.57%	41,069	43,475	48,716	E	E	F
82	Toluca	1031L	N/A	0+000	11+000	11.00	0.81%	2,178	2,362	2,777	B	B	B

Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

.

4.11 METAS ANUALES

Los trabajos por desarrollarse en el "*Proyecto APP Caminos del Sur*" se llevarán a cabo en un horizonte de 12 años.

Durante los dos primeros años, el Desarrollador llevará a cabo todas aquellas actividades de Rehabilitación Inicial necesarias para que cada camino de la red cumpla los estándares de desempeño especificados para su categoría.

Una vez concluida la rehabilitación inicial de un segmento y durante el tiempo restante hasta la conclusión del contrato, llevará a cabo todas las actividades de Mantenimiento rutinario y periódico necesarias para que cada camino de la red se mantenga en dichos estándares.

Los estándares a considerar son:

(E1-DS) DETERIOROS SUPERFICIALES

No se admiten: baches, asentamientos, corrimientos de carpeta, ni calaveras, ni grietas de ancho superior a 3 mm en ningún tipo de camino, limitándose el agrietamiento total a un valor admisible para los caminos tipo A y tipo B

(E2-IRI) ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL

Se define un valor umbral de IRI para los caminos tipo A y tipo B. No se exige para los caminos tipo C.

(E3-PR) PROFUNDIDAD DE RODERAS

Se define un valor umbral para los caminos tipo A y tipo B. No se exige para los caminos tipo C.

(E4-CF) COEFICIENTE DE FRICCIÓN

El coeficiente de fricción debe ser mayor a 0.40 y menor o igual a 0.90 por kilómetro carril en los caminos tipo A y tipo B. No se exige para los caminos tipo C.

(E5-LCA) LIMPIEZA DE CALZADA Y ACOTAMIENTOS

Para todos los tipos de camino, la calzada y los acotamientos en ambos sentidos de la circulación y en todos los carriles, deberán estar visiblemente limpios, libres de cualquier clase de obstrucción.

(E6-T) TALUDES

Para todos los tipos de camino, los taludes se deberán mantener la geometría y estabilidad inicial de las obras de tierra, sin agrietamientos, erosiones ni derrumbes, así como el buen estado los elementos de estabilización y protección.

(E7-E) ESTRUCTURAS

Para todos los tipos de camino, las estructuras se mantendrán en una clasificación menor o igual a 2 de acuerdo a la Publicación Técnica No. 49: Sistema de Administración de Puentes (SIAP), emitida por el Instituto Mexicano del Transporte. A cada elemento de la estructura con calificación entre 3 y 5 se le aplicará una medida de acción correctiva.

(E8-ODC) OBRAS DE DRENAJE Y COMPLEMENTARIAS

La rehabilitación inicial incluye el redimensionamiento de aquellas obras de drenaje transversal de los caminos tipo A y tipo B que, a partir el análisis comparativo entre el gasto de diseño y el gasto permisible para el drenaje transversal existente, resultan ser críticas o insuficientes para el gasto asociado al periodo de retorno T=50.Para todos los tipos de camino se consideran las actuaciones necesarias para mantener los diversos dispositivos de drenaje limpios, desazolvados y sus canales de entrada y salida o cauces limpios y libres de obstáculos

(E9-SH) SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Se exige presencia del señalamiento en todos los tramos donde se encuentre ausente y buen estado y cumplimiento de la retrorreflexión para los caminos tipo A y B.

(E10-SV) SEÑALAMIENTO VERTICAL

Se exige presencia del señalamiento para los caminos tipo A y B en todos los tramos donde se encuentre ausente, así como buen estado y cumplimiento de la retrorreflexión

(E11-DBC) DEFENSAS Y BARRERA CENTRAL

Se exige que defensa metálica y extremos amortiguados, en los caminos tipo A y tipo B, esté presente y en buen estado, sin daños por impacto o corrosión.

(E12-FDV) FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VÍA

Para todos los caminos, se exige control de la vegetación mediante deshierbe y poda de árboles y limpieza y recolección de basura

(E13-SerV) SERVICIOS DE VIALIDAD

Para todos los tipos de camino se exige mantener central de aviso 24h para dar respuesta y manejar situaciones de emergencia con la mayor celeridad posible, ante cualquier accidente o incidente en la infraestructura, desplazar una patrulla con señalización y balizamiento, dar apoyo a autoridades y a servicios de emergencia y realizar los trabajos necesarios para la restitución de la transitabilidad de la vía.

El detalle de las intervenciones necesarias en cada camino se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en los apartados:

3) Análisis de Intervenciones

4) Programas Calendarizados de Referencia

Los umbrales de desempeño establecidos para cada tipo de camino se encuentran en el Anexo B de Estudios técnicos en el apartado:

9) Fichas de los estándares de desempeño.

A continuación, se incluye un cuadro con las actividades a realizar en el pavimento para conseguir que se mantenga los estándares E1 a E4:

Tabla 130.. Actividades Previstas por segmento homogéneo

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
14IXTAPAN3206S1-1	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
14IXTAPAN3206S1-2	Fresado + Reposición			Fresado + Reposición			Fresado + Reposición							
22IXTAPAN152S1-1	Fresado + Reposición													
22IXTAPAN152S1-2	Demolición CA + CA													
22IXTAPAN152S1-3	Reconstrucción													
25IXTAPAN166S1-1	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
25IXTAPAN166S1-10	Reconstrucción													
25IXTAPAN166S1-2	Demolición CA + CA													
25IXTAPAN166S1-3	Demolición CA + CA													
25IXTAPAN166S1-4	Demolición CA + CA													
25IXTAPAN166S1-5	Reconstrucción						Fresado + Reposición							
25IXTAPAN166S1-6	Reconstrucción					Fresado + Reposición								
25IXTAPAN166S1-7	Reconstrucción						Fresado + Reposición							
25IXTAPAN166S1-8	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
25IXTAPAN166S1-9	Reconstrucción													
27IXTAPAN1463S1-1	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
28IXTAPAN6207S1-1	Reconstrucción													
31IXTAPAN200S1-1	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
31IXTAPAN200S1-2	Demolición CA + CA				Fresado + Reposición									
31IXTAPAN200S1-3	Reconstrucción						Fresado + Reposición							
31IXTAPAN200S1-4	Fresado + Reposición				Fresado + Reposición									
31IXTAPAN200S1-5	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
31IXTAPAN200S1-6	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
31IXTAPAN200S1-7	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-1	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-10	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
47TEJUPILCO3049S1-11	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-12	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-13	Demolición CA + CA													
47TEJUPILCO3049S1-14	Demolición CA + CA													
47TEJUPILCO3049S1-2	Demolición CA + CA													
47TEJUPILCO3049S1-3	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-4	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
47TEJUPILCO3049S1-5	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-6	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-7	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-8	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
47TEJUPILCO3049S1-9	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
48TEJUPILCO250S1-1	Demolición CA + CA													
48TEJUPILCO250S1-2	Demolición CA + CA													
48TEJUPILCO250S1-3	Demolición CA + CA													
48TEJUPILCO250S1-4	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
48TEJUPILCO250S1-5	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
48TEJUPILCO250S1-6	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
48TEJUPILCO250S1-7	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
48TEJUPILCO250S1-8	Reconstrucción					Fresado + Reposición								
62TEJUPILCO32S1-1	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
62TEJUPILCO32S1-10	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
62TEJUPILCO32S1-11	Demolición CA + CA													
62TEJUPILCO32S1-12	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
62TEJUPILCO32S1-13	Demolición CA + CA													
62TEJUPILCO32S1-14	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
62TEJUPILCO32S1-15	Fresado + Reposición													
62TEJUPILCO32S1-2	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
62TEJUPILCO32S1-3	Fresado + Reposición													
62TEJUPILCO32S1-4	Fresado + Reposición													
62TEJUPILCO32S1-5	Demolición CA + CA													
62TEJUPILCO32S1-6	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
62TEJUPILCO32S1-7	Fresado + Reposición													
62TEJUPILCO32S1-8	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
62TEJUPILCO32S1-9	Fresado + Reposición													
64TEJUPILCO1063S1-1	Fresado + Reposición													
64TEJUPILCO1063S1-2	Fresado + Reposición													
73TEJUPILCO3054S1-1	Demolición CA + CA													
73TEJUPILCO3054S1-2	Demolición CA + CA													
73TEJUPILCO3054S1-3	Fresado + Reposición													
74TEJUPILCO83S1-1	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
74TEJUPILCO83S1-2	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
74TEJUPILCO83S1-3	Fresado + Reposición				Fresado + Reposición									
74TEJUPILCO83S1-4	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
74TEJUPILCO83S1-5	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
74TEJUPILCO83S1-6	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
74TEJUPILCO83S1-7	Reconstrucción						Fresado + Reposición							
74TEJUPILCO83S1-8	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
74TEJUPILCO83S1-9	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
77TOLUCA245S1-1	Demolición CA + CA				Fresado + Reposición									
77TOLUCA245S1-2	Fresado + Reposición				Fresado + Reposición									
77TOLUCA245S2-1	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
78TOLUCA250S1-1	Reconstrucción				Fresado + Reposición									
78TOLUCA250S2-1	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
80TOLUCA211S1-1	Demolición CA + CA			Fresado + Reposición			Fresado + Reposición							
81TOLUCA337S1-1	Demolición CA + CA			Fresado + Reposición			Fresado + Reposición							
81TOLUCA337S1-2	Reconstrucción				Fresado + Reposición									
81TOLUCA337S1-3	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
81TOLUCA337S1-4	Fresado + Reposición				Fresado + Reposición									
81TOLUCA337S1-5	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
81TOLUCA337S1-6	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
81TOLUCA337S1-7	Demolición CA + CA			Fresado + Reposición			Fresado + Reposición							
81TOLUCA337S2-1	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
81TOLUCA337S2-2	Fresado + Reposición			Fresado + Reposición										
81TOLUCA337S2-3	Fresado + Reposición				Fresado + Reposición									
81TOLUCA337S2-4	Fresado + Reposición				Fresado + Reposición									
81TOLUCA337S2-5	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
81TOLUCA337S2-6	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
81TOLUCA337S2-7	Reconstrucción			Fresado + Reposición			Fresado + Reposición							
10IXTAPAN1141S1-1	Demolición CA + CA													
10IXTAPAN1141S1-2	Demolición CA + CA													
10IXTAPAN1141S1-3	Fresado + Reposición													
10IXTAPAN1141S1-4	Demolición CA + CA													
13IXTAPAN142S1-1	Demolición CA + CA													
13IXTAPAN142S1-2	Demolición CA + CA													
13IXTAPAN142S1-3	Fresado + Reposición													
13IXTAPAN142S1-4	Fresado + Reposición													
13IXTAPAN142S1-5	Demolición CA + CA													
16IXTAPAN99S1-1	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-10	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-11	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-12	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-13	Demolición CA + CA													
16IXTAPAN99S1-14	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-15	Demolición CA + CA													
16IXTAPAN99S1-2	Demolición CA + CA													
16IXTAPAN99S1-3	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-4	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-5	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S1-8	Fresado + Reposición													
16IXTAPAN99S2-15	Fresado + Reposición													
23IXTAPAN154S1-1	Fresado + Reposición													
23IXTAPAN154S1-2	Fresado + Reposición													
23IXTAPAN154S1-4	Fresado + Reposición													
24IXTAPAN159S1-1	Fresado + Reposición													
24IXTAPAN159S1-2	Fresado + Reposición													
24IXTAPAN159S1-3	Demolición CA + CA													
26IXTAPAN1031S1-1	Demolición CA + CA													
26IXTAPAN1031S1-2	Fresado + Reposición													
26IXTAPAN1031S1-3	Fresado + Reposición													
26IXTAPAN1031S1-4	Fresado + Reposición													
29IXTAPAN185S2-1	Demolición CA + CA													
29IXTAPAN185S2-2	Fresado + Reposición													
29IXTAPAN185S2-3	Fresado + Reposición													
29IXTAPAN185S2-4	Fresado + Reposición													
29IXTAPAN185S2-5	Demolición CA + CA													
33IXTAPAN193S1-1	Demolición CA + CA													
33IXTAPAN193S1-2	Demolición CA + CA													

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
33IXTAPAN193S1-3	Demolición CA + CA													
33IXTAPAN193S1-4	Demolición CA + CA													
33IXTAPAN193S1-5	Demolición CA + CA													
35IXTAPAN192S1-1	Fresado + Reposición													
36IXTAPAN6208S1-1	Demolición CA + CA													
37IXTAPAN196S1-1	Demolición CA + CA													
37IXTAPAN196S1-2	Fresado + Reposición													
37IXTAPAN196S1-3	Demolición CA + CA													
38IXTAPAN36S1-1	Reconstrucción													
38IXTAPAN36S1-10	Reconstrucción													
38IXTAPAN36S1-11	Demolición CA + CA													
38IXTAPAN36S1-12	Demolición CA + CA													
38IXTAPAN36S1-13	Fresado + Reposición													
38IXTAPAN36S1-2	Demolición CA + CA													
38IXTAPAN36S1-3	Reconstrucción													
38IXTAPAN36S1-4	Reconstrucción													
38IXTAPAN36S1-5	Reconstrucción													
38IXTAPAN36S1-6	Demolición CA + CA													
38IXTAPAN36S1-7	Demolición CA + CA													
38IXTAPAN36S1-8	Reconstrucción													
38IXTAPAN36S1-9	Demolición CA + CA													
39IXTAPAN1033S1-1	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-1	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-10	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-13	Fresado + Reposición													
43TEJUPILCO2S1-14	Reconstrucción													
43TEJUPILCO2S1-15	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-17	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-19	Fresado + Reposición													
43TEJUPILCO2S1-2	Fresado + Reposición													
43TEJUPILCO2S1-21	Fresado + Reposición													
43TEJUPILCO2S1-23	Fresado + Reposición													
43TEJUPILCO2S1-3	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-4	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-5	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-7	Demolición CA + CA													
43TEJUPILCO2S1-8	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-1	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-10	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-11	Fresado + Reposición													

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
46TEJUPILCO50S1-12	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-13	Fresado + Reposición													
46TEJUPILCO50S1-14	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-15	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-2	Fresado + Reposición													
46TEJUPILCO50S1-3	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-4	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-5	Reconstrucción													
46TEJUPILCO50S1-6	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-7	Fresado + Reposición													
46TEJUPILCO50S1-8	Demolición CA + CA													
46TEJUPILCO50S1-9	Demolición CA + CA													
51TEJUPILCO1016S1-1	Fresado + Reposición													
51TEJUPILCO1016S1-2	Demolición CA + CA													
51TEJUPILCO1016S1-3	Reconstrucción						Fresado + Reposición							
51TEJUPILCO1016S1-4	Demolición CA + CA					Fresado + Reposición								
51TEJUPILCO1016S1-5	Demolición CA + CA													
53TEJUPILCO374S1-1	Demolición CA + CA													
53TEJUPILCO374S1-2	Demolición CA + CA													
54TEJUPILCO376S1-1	Reconstrucción													
54TEJUPILCO376S1-2	Demolición CA + CA													
54TEJUPILCO376S1-3	Demolición CA + CA													
54TEJUPILCO376S1-4	Demolición CA + CA													
54TEJUPILCO376S1-5	Demolición CA + CA													
54TEJUPILCO376S1-6	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
54TEJUPILCO376S1-7	Reconstrucción						Fresado + Reposición							
54TEJUPILCO376S1-8	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
54TEJUPILCO376S1-9	Reconstrucción													
55TEJUPILCO1376S1-1	Demolición CA + CA													
60TEJUPILCO3032S1-1	Demolición CA + CA													
65TEJUPILCO76S1-1	Demolición CA + CA													
65TEJUPILCO76S1-2	Demolición CA + CA													
65TEJUPILCO76S1-3	Demolición CA + CA													
68TEJUPILCO81S1-1	Fresado + Reposición													
68TEJUPILCO81S1-2	Fresado + Reposición													
68TEJUPILCO81S1-3	Demolición CA + CA													
68TEJUPILCO81S1-4	Demolición CA + CA													
70TEJUPILCO71S1-1	Demolición CA + CA													
70TEJUPILCO71S1-2	Demolición CA + CA													
70TEJUPILCO71S1-3	Demolición CA + CA													

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
70TEJUPILCO71S1-4	Fresado + Reposición													
70TEJUPILCO71S1-5	Fresado + Reposición													
70TEJUPILCO71S1-6	Fresado + Reposición													
70TEJUPILCO71S1-7	Demolición CA + CA													
70TEJUPILCO71S1-8	Demolición CA + CA													
71TEJUPILCO86S1-1	Fresado + Reposición													
71TEJUPILCO86S1-2	Fresado + Reposición													
71TEJUPILCO86S1-3	Demolición CA + CA													
71TEJUPILCO86S1-4	Demolición CA + CA													
71TEJUPILCO86S1-5	Reconstrucción													
71TEJUPILCO86S1-6	Demolición CA + CA													
75TOLUCA36S1-1	Fresado + Reposición													
75TOLUCA36S1-2	Fresado + Reposición													
75TOLUCA36S1-3	Demolición CA + CA													
75TOLUCA36S1-4	Demolición CA + CA													
75TOLUCA36S1-5	Fresado + Reposición													
75TOLUCA36S1-6	Fresado + Reposición													
75TOLUCA36S1-7	Demolición CA + CA													
79TOLUCA8002S1-1	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
79TOLUCA8002S1-2	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
79TOLUCA8002S1-3	Fresado + Reposición						Fresado + Reposición							
79TOLUCA8002S1-4	Fresado + Reposición													
7IXTAPAN141S2-1	Demolición CA + CA													
7IXTAPAN141S2-2	Fresado + Reposición													
7IXTAPAN141S2-3	Fresado + Reposición													
82TOLUCA1031S1-1	Demolición CA + CA													
82TOLUCA1031S1-2	Reconstrucción													
82TOLUCA1031S1-3	Reconstrucción													
8IXTAPAN113S1-1	Reconstrucción													
8IXTAPAN113S1-2	Reconstrucción													
8IXTAPAN113S1-3	Demolición CA + CA													
8IXTAPAN113S1-4	Demolición CA + CA													
9IXTAPAN108S1-1	Demolición CA + CA													
9IXTAPAN108S1-2	Fresado + Reposición													
9IXTAPAN108S1-3	Demolición CA + CA													
9IXTAPAN108S1-4	Fresado + Reposición													
9IXTAPAN108S1-5	Fresado + Reposición													
72TEJUPILCO87S1-1	Demolición CA + CA													
72TEJUPILCO87S1-2	Demolición CA + CA													
72TEJUPILCO87S1-3	Reconstrucción													

Código	AÑO - INTERVECIÓN													
	2020 - 2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
	Año 1 y 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
72TEJUPILCO87S1-4	Demolición CA + CA													
72TEJUPILCO87S1-5	Demolición CA + CA													
72TEJUPILCO87S1-6	Demolición CA + CA													
72TEJUPILCO87S1-7	Demolición CA + CA													
16IXTAPAN99S1-6	Demolición CA + CA													
16IXTAPAN99S1-7	Demolición CA + CA													
16IXTAPAN99S1-9	Demolición CA + CA													
1IXTAPAN6204S2-1	Demolición CA + CA													
1IXTAPAN6204S1-1	Reconstrucción													
2IXTAPAN6209S1-1	Demolición CA + CA													
18IXTAPAN92S1-1	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
18IXTAPAN92S1-2	Demolición CA + CA						Fresado + Reposición							
18IXTAPAN92S1-3	Fresado + Reposición													
18IXTAPAN92S1-6	Fresado + Reposición													
18IXTAPAN92S1-7	Fresado + Reposición													
18IXTAPAN92S1-8	Fresado + Reposición													
18IXTAPAN92S1-9	Demolición CA + CA													
18IXTAPAN92S1-10	Fresado + Reposición													
18IXTAPAN92S1-11	Demolición CA + CA													
18IXTAPAN92S1-12	Fresado + Reposición					Fresado + Reposición								
18IXTAPAN92S1-13	Fresado + Reposición													
52TEJUPILCO1374S1-1	Fresado + Reposición													
52TEJUPILCO1374S1-2	Fresado + Reposición													
52TEJUPILCO1374S1-3	Fresado + Reposición													

Fuente: Elaboración Propia

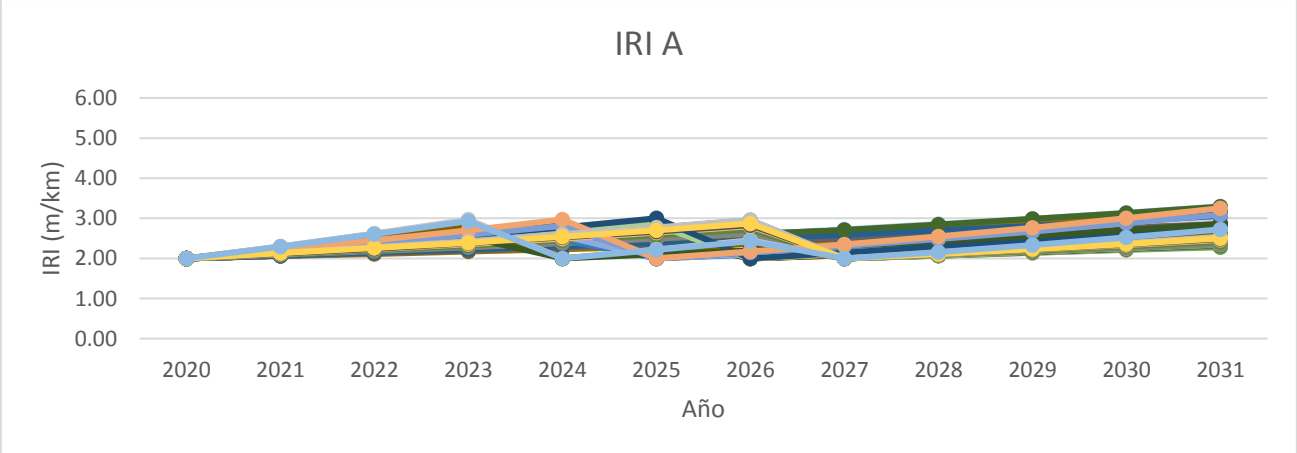


Figura 66:. Evolución del IRI en caminos tipo A.

4.12 VIDA ÚTIL

Para la asignación de las intervenciones de rehabilitación inicial de los caminos tipo A y tipo B se realizó un análisis AASHTO para verificar que con las actuaciones previstas la vida útil de estos alcanza como mínimo el horizonte de evaluación de proyecto.

De dicho análisis resulta que las actuaciones previstas alcanzan el horizonte de proyecto de 12 años y dejan algo de vida remanente (años de capacidad estructural más allá del horizonte del proyecto), si bien debido a que no se obtienen valores elevados, no se está considerando exigir al Desarrollador vida remanente a la entrega del paquete de caminos.

Cada camino, una vez rehabilitado, alcanza por tanto una vida útil mínima de 10 años.

El proyecto no considera rehabilitación estructural del pavimento a los caminos tipo C, y por tanto no entran en la consideración de vida útil.

Tabla 131. Cálculo Aashto. Caminos Tipo A

CÓDIGO	ESP. CAPA ASF. CM	ESP. MG 1 CM	ESP. MG 2 CM	ESP. TOTAL CM	MR DISEÑO (KG/CM²)	SN EFECT. 2019	ALT.	SN DESPUÉS DE INTERVENCIÓN 2020 - 2021	SN DESPUES DE ULTIMA INTERVENCIÓN	VIDA REMANENTE
T22-IX0052S1-1	5.15	24.24	0.00	29.39	199.53	1.81	T3	2.75	2.75	2
T22-IX0052S1-2	5.39	29.74	0.00	35.13	160.20	2.17	T4	3.95	3.95	2
T22-IX0052S1-3	4.93	26.16	0.00	31.09	172.84	1.74	T5	5.93	5.93	>3
T14-IX3206S1-1	11.03	23.24	0.00	34.27	195.60	2.24	T4	3.53	4.47	2
T14-IX3206S1-2	10.31	23.19	0.00	33.50	132.58	1.73	T3	2.67	4.54	2
T25-IX0166S1-1	5.03	20.98	0.00	26.01	196.73	2.26	T4	4.07	5.01	2
T25-IX0166S1-2	4.19	21.68	0.00	25.87	265.90	1.76	T4	3.64	3.64	2
T25-IX0166S1-3	3.43	19.45	0.00	22.88	217.87	1.54	T4	3.49	3.49	2
T25-IX0166S1-4	5.20	19.06	0.00	24.25	175.05	1.69	T4	3.48	3.48	2
T25-IX0166S1-5	9.05	18.08	0.00	27.13	359.95	2.06	T5	5.93	6.87	>3
T25-IX0166S1-6	11.50	25.00	0.00	36.49	298.40	2.38	T5	5.93	6.87	>3
T25-IX0166S1-7	10.89	22.88	0.00	33.77	314.46	2.19	T5	5.93	6.87	>3
T25-IX0166S1-8	10.48	21.68	0.00	32.17	367.12	2.30	T4	3.64	4.57	>3
T25-IX0166S1-9	8.08	24.94	0.00	33.02	570.45	2.08	T5	5.93	5.93	>3
T25-IX0166S1-10	9.36	20.10	0.00	29.46	386.25	1.93	T5	5.93	5.93	>3
T27-IX1463S1-1	8.53	19.71	0.00	28.24	81.27	1.88	T4	3.39	4.00	2
T28-IX6207S1-1	5.74	26.95	0.00	32.69	304.84	1.93	T5	5.93	5.93	>3
T31-IX0200S1-1	8.48	18.75	0.00	27.23	398.85	2.36	T4	3.87	3.87	2
T31-IX0200S1-2	8.10	29.61	0.00	37.71	280.29	2.37	T4	3.91	4.85	2
T31-IX0200S1-3	7.72	30.12	0.00	37.84	303.44	2.29	T5	5.93	5.93	2
T31-IX0200S1-4	7.72	30.12	0.00	37.84	270.40	2.32	T3	3.26	4.19	2
T31-IX0200S1-5	7.72	30.12	0.00	37.84	336.40	2.63	T4	4.21	4.21	2
T31-IX0200S1-6	7.72	30.12	0.00	37.84	1426.56	2.62	T4	4.20	4.20	>3
T31-IX0200S1-7	7.72	30.12	0.00	37.84	949.62	2.47	T4	4.05	4.05	>3
T47-TE03049S1-1	16.71	18.35	0.00	35.05	913.55	3.18	T4	4.12	4.12	>3
T47-TE03049S1-2	6.44	19.06	0.00	25.50	1428.91	1.70	T4	3.39	3.39	>3
T47-TE03049S1-3	9.27	16.57	0.00	25.84	769.58	1.69	T3	2.63	2.63	>3
T47-TE03049S1-4	10.07	16.46	0.00	26.54	752.55	1.89	T3	2.83	3.76	>3
T47-TE03049S1-5	12.21	15.42	0.00	27.63	938.44	1.77	T4	2.96	2.96	>3
T47-TE03049S1-6	10.70	14.78	0.00	25.48	766.95	1.66	T3	2.60	2.60	>3

CÓDIGO	ESP. CAPA ASF. CM	ESP. MG 1 CM	ESP. MG 2 CM	ESP. TOTAL CM	MR DISEÑO (KG/CM²)	SN EFECT. 2019	ALT.	SN DESPUÉS DE INTERVENCIÓN 2020 - 2021	SN DESPUES DE ULTIMA INTERVENCIÓN	VIDA REMANENTE
T47-TE03049S1-7	9.89	15.28	0.00	25.17	873.87	1.96	T4	3.35	3.35	>3
T47-TE03049S1-8	9.36	15.61	0.00	24.97	1217.88	1.61	T4	3.04	3.04	>3
T47-TE03049S1-9	9.35	15.79	0.00	25.14	1268.20	1.55	T4	2.98	2.98	>3
T47-TE03049S1-10	7.06	19.98	0.00	27.04	1888.51	1.99	T4	3.62	4.56	>3
T47-TE03049S1-11	9.75	16.14	0.00	25.89	2290.95	1.64	T4	3.04	3.04	>3
T48-TE0250S1-1	19.66	27.63	22.41	69.41	456.57	6.44	T4	7.38	8.32	>3
T48-TE0250S1-2	17.06	24.32	21.96	63.34	268.78	4.09	T4	5.03	5.97	>3
T48-TE0250S1-3	15.70	22.00	18.75	56.45	243.76	3.87	T4	4.81	5.75	>3
T48-TE0250S1-4	12.70	22.72	20.00	55.42	158.73	3.33	T4	4.47	5.41	>3
T48-TE0250S1-5	10.04	25.50	19.40	54.94	166.96	2.89	T4	4.26	5.20	>3
T48-TE0250S1-6	9.60	28.22	19.84	57.66	124.48	3.07	T4	4.48	5.42	>3
T48-TE0250S1-7	8.64	27.56	31.44	67.62	105.08	3.44	T4	4.94	5.87	>3
T48-TE0250S1-8	8.49	26.22	32.22	66.92	123.29	3.79	T5	5.93	6.87	
T62-TE0032S1-1	10.54	20.92	0.00	31.46	196.69	2.44	T4	3.77	4.39	2
T62-TE0032S1-2	11.02	23.94	0.00	34.95	205.91	2.49	T3	3.10	3.72	2
T62-TE0032S1-3	11.01	25.31	0.00	36.33	186.51	2.45	T3	3.06	3.06	2
T62-TE0032S1-4	10.77	27.28	0.00	38.05	159.89	2.33	T3	2.94	2.94	2
T62-TE0032S1-5	9.95	26.88	0.00	36.83	148.24	2.01	T4	3.39	3.39	2
T62-TE0032S1-6	11.34	25.76	0.00	37.10	147.49	2.07	T4	3.33	3.95	2
T62-TE0032S1-7	12.40	25.43	0.00	37.83	180.99	2.48	T3	3.09	3.09	2
T62-TE0032S1-8	13.12	24.69	0.00	37.81	194.57	2.64	T3	3.25	3.87	2
T62-TE0032S1-9	11.88	25.41	0.00	37.29	175.98	2.52	T3	3.13	3.13	2
T62-TE0032S1-10	12.68	23.51	0.00	36.19	211.30	2.59	T4	3.74	4.35	2
T62-TE0032S1-11	15.89	25.31	0.00	41.19	150.28	4.76	T4	5.70	5.70	2
T62-TE0032S1-12	10.26	29.53	0.00	39.80	188.06	2.38	T4	3.74	4.35	2
T62-TE0032S1-13	10.42	30.27	0.00	40.69	220.67	2.36	T4	3.70	3.70	2
T62-TE0032S1-14	10.21	30.53	0.00	40.74	174.01	2.21	T3	2.82	3.44	2
T62-TE0032S1-15	10.47	30.68	0.00	41.15	369.80	2.25	T3	2.86	2.86	2
T64-TE1063S1-1	5.00	20.26	24.65	49.90	344.08	2.33	T3	3.27	3.27	2
T64-TE1063S1-2	5.22	19.48	25.11	49.81	290.68	2.32	T3	3.26	3.26	2
T73-TE3054S1-1	7.52	14.22	0.00	21.74	259.26	1.85	T4	3.44	3.44	2
T73-TE3054S1-3	7.63	14.04	0.00	21.67	117.87	2.17	T3	2.78	2.78	2
T74-TE0083S1-1	15.41	25.10	15.35	55.86	160.13	4.22	T4	5.16	6.10	>3
T74-TE0083S1-2	15.04	29.14	14.80	58.98	130.07	3.56	T3	4.50	5.43	>3
T74-TE0083S1-3	15.68	28.68	20.15	64.50	123.78	3.68	T3	4.62	5.55	>3
T74-TE0083S1-4	17.68	21.40	21.78	60.86	165.60	3.57	T3	4.51	5.44	>3
T74-TE0083S1-5	15.32	28.92	18.06	62.30	182.63	4.22	T3	5.16	6.09	>3
T74-TE0083S1-6	14.15	25.98	20.98	61.10	149.52	3.49	T3	4.43	5.36	>3
T74-TE0083S1-7	14.10	23.87	21.30	59.27	210.13	3.74	T5	5.93	6.87	>3
T74-TE0083S1-8	14.67	21.43	38.13	74.23	247.21	4.82	T4	5.79	6.73	>3
T77-TL0245S1-1	9.55	22.47	28.69	60.71	704.80	3.38	T4	4.80	5.73	>3
T77-TL0245S1-2	9.96	20.89	32.84	63.69	665.57	6.70	T3	7.64	8.57	>3
T77-TL0245S2-1	10.29	20.42	29.76	60.46	383.77	3.68	T3	4.61	5.55	>3

CÓDIGO	ESP. CAPA ASF. CM	ESP. MG 1 CM	ESP. MG 2 CM	ESP. TOTAL CM	MR DISEÑO (KG/CM²)	SN EFECT. 2019	ALT.	SN DESPUÉS DE INTERVENCIÓN 2020 - 2021	SN DESPUES DE ULTIMA INTERVENCIÓN	VIDA REMANENTE
T78-TL0250S1-1	13.64	21.23	0.00	34.87	253.72	2.82	T5	5.93	6.87	>3
T78-TL0250S2-1	13.06	19.73	0.00	32.79	378.98	2.38	T4	3.49	4.43	2
T80-TL0211S1-1	7.56	33.49	0.00	41.05	120.63	2.75	T4	4.34	6.21	2
T81-TL0337S2-1	9.62	24.52	20.71	54.86	290.26	4.60	T3	5.54	6.47	2
T81-TL0337S2-2	8.40	24.90	26.76	60.06	191.59	5.70	T3	6.64	7.57	2
T81-TL0337S2-3	10.13	22.73	26.70	59.57	177.05	5.10	T3	6.04	6.97	2
T81-TL0337S2-4	8.53	17.77	28.23	54.53	237.48	4.50	T3	5.44	6.37	2
T81-TL0337S2-5	17.80	21.55	23.10	62.45	158.49	4.80	T4	5.74	6.68	2
T81-TL0337S2-6	21.82	17.76	26.22	65.80	211.41	4.20	T4	5.14	6.08	2
T81-TL0337S2-7	17.27	18.67	23.00	58.94	132.62	4.20	T5	5.93	7.80	2
T81-TL0337S1-1	15.10	24.81	28.86	49.90	280.67	3.40	T4	4.34	6.22	2
T81-TL0337S1-2	13.18	24.30	30.56	68.04	236.21	4.10	T5	5.93	6.87	2
T81-TL0337S1-3	13.76	26.52	27.72	68.00	300.99	4.70	T4	5.75	6.69	2
T81-TL0337S1-4	15.73	26.17	29.30	71.20	195.21	4.50	T3	5.44	6.37	2
T81-TL0337S1-5	13.47	31.26	28.95	73.68	129.64	4.50	T4	5.58	6.51	2
T81-TL0337S1-6	15.08	25.00	29.47	69.55	216.78	5.70	T4	6.64	7.58	2
T81-TL0337S1-7	14.09	22.79	28.70	65.58	173.27	4.00	T4	5.02	6.90	2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 132. Cálculo Aashto. Caminos Tipo B

CÓDIGO	ESP. CA	ESP. CAP. ASF. CM	ESP. MG-1 CM	ESP. MG-2 CM	ESP. TOTAL CM	MR DISEÑO (KG/CM²)	SN EFECT. 2019	ALTER.	SN DESPUÉS DE INTERVENCIÓN 2020 - 2021	SN DESPUS DE ULTIMA INTERVECNIÓN	VIDA REMANENTE
T2-IX6209S1-1	8.44	8.44	22.17	26.78	57.39	533.74	3.38	T4	4.89	4.89	2
T7-IX0141S2-1	4	4	26	0	30	328.08	1.61	T4	3.50	3.50	2
T7-IX0141S2-2	6	6	26	0	32	261.43	2.35	T3	3.29	3.29	2
T7-IX0141S2-3	6	6	26	0	31	292.61	2.69	T3	3.63	3.63	2
T8-IX113S1-1	7	7	31	0	38	266.41	2.37	T5	5.04	5.04	2
T8-IX113S1-2	7	7	30	0	37	238.89	2.03	T5	5.04	5.04	2
T8-IX113S1-3	2	2	30	0	32	491.58	1.99	T4	4.07	4.07	2
T8-IX113S1-4	2	2	30	0	32	349.69	1.70	T4	3.77	3.77	2
T9-IX0108S1-1	3	3	25	0	29	345.42	1.8	T4	3.75	3.75	2
T9-IX0108S1-2	3	3	27	0	30	372.76	1.9	T3	2.86	2.86	2
T9-IX0108S1-3	3	3	31	0	34	273.86	2.1	T4	4.07	4.07	2
T9-IX0108S1-4	3	3	26	0	29	285.29	1.7	T3	2.68	2.68	2
T9-IX0108S1-5	3	3	29	0	32	410.65	1.8	T3	2.78	2.78	2
T10-IX1141S1-1	5	5	26	0	30	156.92	1.71	T4	3.56	3.56	2
T10-IX1141S1-2	5	5	20	0	24	165.97	1.65	T4	3.47	3.47	2
T10-IX1141S1-3	4	4	18	0	22	149.43	1.52	T3	2.46	2.46	2
T10-IX1141S1-4	5	5	24	0	29	214.99	1.92	T4	3.74	3.74	2
T13-IX0142S1-1	9	9	36	0	45	153.68	2.78	T4	4.28	4.28	2
T13-IX0142S1-2	8	8	30	0	38	214.56	2.28	T4	3.84	3.84	2
T13-IX0142S1-3	7	7	21	0	27	191.01	1.72	T3	2.66	2.66	2
T13-IX0142S1-4	7	7	21	0	28	129.31	1.69	T3	2.63	2.63	2
T13-IX0142S1-5	6	6	22	0	28	227.87	1.63	T4	3.34	3.34	2
T16-IX0099S1-1	6	6	21	0	27	174.25	1.4	T3	2.32	2.32	2
T16-IX0099S1-2	5	5	21	0	27	112.28	1.4	T4	3.19	3.19	2
T16-IX0099S1-3	4	4	16	0	20	160.11	1.2	T3	2.15	2.15	2
T16-IX0099S1-4	2	2	21	0	23	338.15	1.5	T3	2.47	2.47	2
T16-IX0099S1-7	5	20	17	0	37	315.69	1.8	T4	2.77	2.77	2
T16-IX0099S1-9	2	2	21	0	23	304.64	1.5	T4	3.53	3.53	2
T16-IX0099S1-10	5	5	20	0	25	256.99	1.5	T3	2.42	2.42	2
T16-IX0099S1-11	8	8	17	0	25	157.93	2.4	T3	3.30	3.30	2
T16-IX0099S1-12	9	9	15	0	24	254.90	2.1	T3	3.08	3.08	2
T16-IX0099S1-13	6	6	19	0	24	279.63	1.7	T4	3.41	3.41	2
T16-IX0099S1-14	6	6	18	0	24	475.43	1.7	T3	2.62	2.62	2

CÓDIGO	ESP. CA	ESP. CAP. ASF. CM	ESP. MG-1 CM	ESP. MG-2 CM	ESP. TOTAL CM	MR DISEÑO (KG/CM²)	SN EFECT. 2019	ALTER.	SN DESPUÉS DE INTERVENCIÓN 2020 - 2021	SN DESPUS DE ULTIMA INTERVECNIÓN	VIDA REMANENTE
T16-IX0099S1-15	6	6	20	0	26	631.68	1.7	T4	3.48	3.48	2
T18-IX0092S1-1	9.50	9.50	20.89	0	30.39	139.40	1.99	T4	3.41	3.41	2
T18-IX0092S1-2	9.53	9.53	20.95	0	30.48	151.38	1.96	T4	3.38	3.38	2
T18-IX0092S1-3	9.79	9.79	20.85	0	30.64	289.93	2.44	T3	3.38	3.38	2
T18-IX0092S1-6	9.47	9.47	20.59	0	30.06	214.89	2.09	T3	3.03	3.03	2
T18-IX0092S1-7	10.09	10.09	23.49	0	33.58	272.71	2.66	T3	3.60	3.60	2
T18-IX0092S1-8	10.93	10.93	29.81	0	40.73	388.18	3.56	T3	4.50	4.50	2
T18-IX0092S1-9	9.60	9.60	27.55	0	37.15	356.27	2.57	T4	3.98	3.98	2
T18-IX0092S1-10	7.11	7.11	26.93	0	34.04	323.43	2.26	T3	3.20	3.20	2
T18-IX0092S1-11	6.08	6.08	25.49	0	31.58	464.19	2.11	T4	3.83	3.83	2
T18-IX0092S1-12	7.12	7.12	22.82	0	29.94	197.39	1.77	T3	2.71	2.71	2
T18-IX0092S1-13	9.00	9.00	21.78	0	30.78	291.56	1.94	T3	2.88	2.88	2
T23-IX0154S1-1	9	9	22	0	31	200.76	2.15	T3	3.09	3.09	2
T23-IX0154S1-2	11	11	20	0	31	206.55	2.04	T3	2.98	2.98	2
T23-IX0154S1-4	8	8	23	0	30	249.42	1.88	T3	2.82	2.82	2
T24-IX0159S1-1	5	5	30	0	35	172.34	2.1	T3	3.05	3.05	2
T24-IX0159S1-2	6	6	22	0	28	184.32	1.9	T3	2.88	2.88	2
T24-IX0159S1-3	7	7	21	0	27	302.12	2.0	T4	3.68	3.68	2
T26-IX1031XS1-1	8	8	27	0	35	157.24	1.88	T4	3.46	3.46	2
T26-IX1031XS1-2	6	6	18	0	24	200.15	1.61	T3	2.55	2.55	2
T26-IX1031XS1-3	7	7	24	0	31	146.56	2.07	T3	3.01	3.01	2
T26-IX1031XS1-4	7	7	23	0	30	185.75	2.28	T3	3.22	3.22	2
T29-IX185S2-1	7	7	21	0	29	1209.07	1.58	T4	3.22	3.22	2
T29-IX185S2-2	7	7	21	0	28	1785.06	1.45	T3	2.39	2.39	2
T29-IX185S2-3	7	7	21	0	28	2374.14	1.82	T3	2.76	2.76	2
T29-IX185S2-4	6	6	18	0	24	2112.21	1.46	T3	2.40	2.40	2
T29-IX185S2-5	2	2	18	0	20	1706.08	1.00	T4	3.04	3.04	2
T33-IX0193S1-1	7	7	24	0	31	291.93	2.33	T4	3.99	3.99	2
T33-IX0193S1-2	7	7	32	0	40	360.73	2.55	T4	4.15	4.15	2
T33-IX0193S1-3	7	7	26	0	33	495.90	2.12	T4	3.76	3.76	2
T33-IX0193S1-4	5	5	33	0	38	1057.47	2.31	T4	4.09	4.09	2
T33-IX0193S1-5	5	7	32	0	39	732.04	2.56	T4	4.20	4.20	2
T35-IX0192S1-1	5	5	29	0	34	291.57	2.12	T3	3.06	3.06	2
T36-IX6208S1-1	10	10	25	0	35	408.51	1.86	T4	3.27	3.27	2
T37-IX0196S1-1	4	4	15	0	19	191.67	1.72	T4	3.58	3.58	2
T37-IX0196S1-2	4	4	14	0	18	493.59	1.19	T3	2.13	2.13	2
T37-IX0196S1-3	4	4	15	0	19	431.12	1.31	T4	3.20	3.20	2
T38-IX0036S1-1	8	8	26	0	34	640.27	2.73	T5	5.04	5.04	2
T38-IX0036S1-2	8	8	33	0	41	485.38	3.02	T4	4.56	4.56	2
T38-IX0036S1-3	8	8	39	0	46	448.09	3.24	T5	5.04	5.04	2
T38-IX0036S1-4	9	9	33	0	42	443.30	3.03	T5	5.04	5.04	2
T38-IX0036S1-5	10	10	29	0	39	677.18	3.10	T5	5.04	5.04	2
T38-IX0036S1-6	9	9	29	0	39	437.36	2.87	T4	4.31	4.31	2
T38-IX0036S1-7	10	10	33	0	43	392.83	3.41	T4	4.76	4.76	2
T38-IX0036S1-8	11	11	25	0	35	467.48	2.79	T5	5.04	5.04	2
T38-IX0036S1-9	9	9	23	0	32	1893.01	2.29	T4	3.76	3.76	2
T38-IX0036S1-10	9	9	23	0	31	565.21	2.51	T5	5.04	5.04	2
T38-IX0036S1-11	13	13	19	0	32	617.81	3.34	T4	4.44	4.44	2
T38-IX0036S1-12	17	17	20	0	37	833.95	3.23	T4	4.17	4.17	2
T39-IX1033S1-1	8	8	14	0	22	777.68	1.2	T4	2.80	2.80	2
T43-TE00O2S1-1	7	7	17	0	24	1109.05	1.39	T4	3.04	3.04	2
T43-TE00O2S1-2	5	5	24	0	28	454.61	1.71	T3	2.65	2.65	2
T43-TE00O2S1-3	9	9	16	0	26	283.26	1.51	T4	2.95	2.95	2
T43-TE00O2S1-4	7	7	14	0	20	393.64	1.32	T4	2.97	2.97	2
T43-TE00O2S1-5	7	7	19	0	26	383.41	1.84	T4	3.44	3.44	2
T43-TE00O2S1-6	8	8	18	0	26	1499.36	1.58	T4	3.12	3.12	2
T43-TE00O2S1-8	6	6	17	0	23	304.88	1.55	T4	3.28	3.28	2
T43-TE00O2S1-10	9	9	22	0	31	414.67	1.60	T4	3.04	3.04	2
T43-TE00O2S1-13	6	6	21	0	26	772.42	1.20	T3	2.14	2.14	2
T43-TE00O2S1-14	5	5	19	0	24	868.02	1.11	T5	5.04	5.04	2
T43-TE00O2S1-15	5	5	27	0	32	1152.50	1.57	T4	3.38	3.38	2
T43-TE00O2S1-17	6	6	33	0	38	972.38	2.08	T4	3.84	3.84	2
T46-TE0050S1-1	10	10	29	0	39	1512.16	2.59	T4	3.94	3.94	2
T46-TE0050S1-2	4	4	36	0	40	2707.80	2.51	T3	3.45	3.45	2
T46-TE0050S1-4	7	7	31	0	39	1097.25	2.31	T4	3.91	3.91	2
T46-TE0050S1-5	7	7	32	0	40	2126.95	2.55	T5	5.04	5.04	2
T46-TE0050S1-7	9	9	31	0	40	1921.89	2.59	T3	3.53	3.53	2
T46-TE0050S1-8	9	9	30	0	39	1437.86	2.32	T4	3.81	3.81	2

CÓDIGO	ESP. CA	ESP. CAP. ASF. CM	ESP. MG-1 CM	ESP. MG-2 CM	ESP. TOTAL CM	MR DISEÑO (KG/CM²)	SN EFECT. 2019	ALTER.	SN DESPUÉS DE INTERVENCIÓN 2020 - 2021	SN DESPUS DE ULTIMA INTERVECNIÓN	VIDA REMANENTE
T46-TE0050S1-9	8	8	32	0	40	3755.38	2.40	T4	3.96	3.96	2
T46-TE0050S1-11	10	10	27	0	37	1436.60	1.85	T3	2.79	2.79	2
T46-TE0050S1-12	6	6	34	0	40	1536.61	2.03	T4	3.78	3.78	2
T46-TE0050S1-14	6	6	33	0	40	1269.67	2.03	T4	3.73	3.73	2
T46-TE0050S1-15	7	7	33	0	40	1033.00	2.09	T4	3.71	3.71	2
T51-TE1016S1-1	7	7	21	0	27	351.70	1.57	T4	3.24	3.24	2
T51-TE1016S1-2	5	5	29	0	34	250.98	1.55	T4	3.37	3.37	2
T51-TE1016S1-3	5	5	34	0	39	230.81	1.66	T5	5.04	5.98	2
T51-TE1016S1-4	7	7	34	0	41	393.02	2.17	T4	3.83	4.76	2
T51-TE1016S1-5	6	6	35	0	41	392.90	2.37	T4	4.13	4.13	2
T52-TE1374S1-1	7	7	42	0	49	546.29	3.2	T3	4.15	4.15	2
T52-TE1374S1-2	8	8	21	0	29	306.65	1.8	T3	2.69	2.69	2
T52-TE1374S1-3	7	7	38	0	46	424.14	3.2	T3	4.13	4.13	2
T53-TE0374S1-1	8	8	12	0	21	554.12	1.3	T4	2.86	2.86	2
T53-TE0374S1-2	10	10	18	0	28	367.99	1.9	T4	3.30	3.30	2
T54-TE0376S1-1	7	7	25	0	32	270.03	1.8	T5	5.04	5.04	2
T54-TE0376S1-2	8	8	31	0	40	386.01	2.3	T4	3.82	3.82	2
T54-TE0376S1-3	8	8	34	0	42	392.16	2.2	T4	3.77	3.77	2
T54-TE0376S1-4	8	8	31	0	39	401.14	1.9	T4	3.43	3.43	2
T54-TE0376S1-5	8	8	29	0	37	212.10	1.8	T4	3.34	3.34	2
T54-TE0376S1-6	9	9	26	0	35	253.53	1.6	T3	2.55	3.48	2
T54-TE0376S1-7	13	13	24	0	37	474.62	1.9	T5	5.04	5.04	2
T54-TE0376S1-8	8	8	29	0	37	1042.64	1.8	T4	3.34	4.28	2
T54-TE0376S1-9	8	8	28	0	36	1384.73	2.1	T5	5.04	5.98	2
T55-TE1376S1-1	11	11	18	0	30	364.16	1.7	T4	3.30	3.30	2
T60-TE3032S1-1	6	6	27	0	34	167.48	1.9	T4	3.58	3.58	2
T65-TE0076S1-1	4	4	16	0	20	302.57	1.5	T4	3.46	3.46	2
T65-TE0076S1-2	4	4	17	0	20	349.91	1.4	T4	3.36	3.36	2
T68-TE0081S1-1	2	2	29	0	31	172.59	2.5	T3	3.47	3.47	2
T68-TE0081S1-3	2	2	29	0	31	203.57	2.0	T4	4.09	4.09	2
T68-TE0081S1-4	1	1	30	0	32	240.23	2.1	T4	4.19	4.19	2
T70-TE0071S1-1	6	6	24	0	30	268.70	2.0	T4	3.71	3.71	2
T70-TE0071S1-1	4	4	19	0	23	321.93	1.5	T4	3.42	3.42	2
T70-TE0071S1-2	6	6	18	0	24	291.72	1.5	T4	3.14	3.14	2
T70-TE0071S1-3	5	5	14	0	19	291.53	1.5	T3	2.48	2.48	2
T70-TE0071S1-4	8	8	13	0	21	245.83	1.8	T3	2.78	2.78	2
T70-TE0071S1-5	8	8	15	0	23	367.67	1.8	T3	2.72	2.72	2
T70-TE0071S1-6	6	6	13	0	19	227.67	1.4	T4	3.20	3.20	2
T70-TE0071S1-7	4	4	19	0	23	358.26	1.6	T4	3.48	3.48	2
T71-TE0086S1-1	12	12	26	8	45	308.86	2.8	T3	3.76	3.76	2
T71-TE0086S1-2	10	10	31	0	40	539.11	2.1	T3	3.01	3.01	2
T71-TE0086S1-3	10	10	25	0	34	438.38	1.9	T4	3.27	3.27	2
T71-TE0086S1-4	10	10	20	0	30	467.67	1.7	T4	3.06	3.06	2
T71-TE0086S1-5	10	10	23	0	33	787.99	1.9	T5	3.78	3.78	2
T71-TE0086S1-6	12	12	22	0	34	1013.87	1.8	T4	2.94	2.94	2
T72-TE-0087S1-2	19	19	25	0	44	243.47	3.0	T4	3.98	3.98	2
T72-TE-0087S1-4	20	21	23	0	44	75.46	2.4	T4	3.37	3.37	2
T72-TE-0087S1-6	12	12	28	0	40	190.81	2.5	T4	3.73	3.73	2
T72-TE-0087S1-7	6	6	30	0	36	211.71	2.5	T4	4.21	4.21	2
T75TL0036S1-1	8	8	26	0	34	186.97	2.7	T3	3.66	3.66	2
T75TL0036S1-2	8	8	26	0	33	280.91	3.0	T3	3.89	3.89	2
T75TL0036S1-3	8	8	26	0	34	174.63	2.6	T4	4.14	4.14	2
T75TL0036S1-4	8	8	36	0	44	162.86	3.3	T4	4.89	4.89	2
T75TL0036S1-5	8	8	39	0	48	161.12	3.4	T3	4.33	4.33	2
T75TL0036S1-6	8	8	39	0	46	150.01	3.3	T3	4.20	4.20	2
T75TL0036S1-7	8	8	35	0	43	180.26	3.2	T4	4.75	4.75	2
T79-TL08002S1-1	6	6	23	0	28	156.28	1.6	T3	2.57	3.50	2
T79-TL08002S1-2	7	7	25	0	31	106.07	1.8	T3	2.69	3.62	2
T79-TL08002S1-3	8	8	20	0	29	138.15	2.0	T3	2.94	3.87	2
T79-TL08002S1-4	7	7	19	0	26	199.68	1.9	T3	2.86	2.86	2
T82-TL1031S1-1	7	7	22	0	29	177.44	1.7	T4	3.36	3.36	2
T82-TL1031S1-2	7	7	24	0	31	145.92	2.0	T5	5.04	5.04	2
T82-TL1031S1-3	7	7	23	0	30	186.26	2.2	T5	5.04	5.04	2

Fuente: Elaboración propia.

4.13 DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES

La APP permitirá establecer un esquema de mediano y largo plazos considerando un horizonte de 12 años, estableciendo los estándares de servicio que deberán de alcanzar y sostener las vialidades, y que garantizan un buen estado de la red para hacer frente a las desigualdades económicas.

La responsabilidad de lograr esos estándares corresponde al inversionista privado o Desarrollador, por lo que la mayoría de los riesgos de sobrecostos y la obligación de sustentar la disponibilidad se trasladan del Gobierno al Desarrollador. El horizonte de 12 años permitirá al Desarrollador planear de manera eficiente las inversiones y el uso de los recursos humanos y financieros.

En la parte técnica, estos esquemas contemplan una filosofía de gestión preventiva de la red, planeando en periodos de medio y largo plazo el mantenimiento de los caminos con el objeto de cumplir en todo momento con unos niveles de servicio establecidos, que impongan el cumplimento de determinados factores (estándares de desempeño) asociados al estado de la infraestructura, de modo que se mejora el servicio al usuario, derivando en menores tiempos de recorrido, menores costos de operación y menor costo ambiental.

Asimismo, un elemento fundamental del proyecto consiste en promover una mayor integración de la zona sur del estado con los municipios de Toluca y Metepec que muestran un mayor grado de desarrollo. Una mejor conectividad con el centro del estado promoverá un mayor desarrollo económico y social de la zona sur.

Al mejorar la comunicación intrarregional y con el centro del estado, el Proyecto promoverá la productividad y la dotación de servicios públicos propiciando aumentos en el ingreso de la zona sur y disminuyendo las carencias de su población. Esto permitirá mayor desarrollo y reducir la pobreza y la desigualdad de la región con respecto al resto de los municipios de la entidad. De este modo se mejora la productividad de las actividades económicas, contribuyendo por tanto al fortalecimiento de la economía de la región, e incrementando la seguridad vial en las carreteras estatales.

El proyecto por tanto se considera técnicamente viable y congruente con el Plan Estatal de Desarrollo. Los estudios realizados para soportar estas conclusiones se encuentran en el Anexo A de este documento y en los documentos *D1 Descripción del Proyecto* y *D2 Viabilidad técnica* del *Estudio de Viabilidad*.

Desde el punto de vista legal, y una vez que se han identificado las autorizaciones, permisos y licencias, en los documentos *D3 Autorizaciones y Permisos* y *D5 Autorizaciones el Proyecto* del *Estudio de Viabilidad,* se concluye que desde el punto de vista legal es factible obtener dichas autorizaciones para el Proyecto APP Caminos del Sur.

Los inmuebles necesarios para el desarrollo del Proyecto, en este caso Caminos del Sur, forman parte de la red carretera libre de peaje propiedad del Estado, que tiene a su cargo la Junta de Caminos, y no es necesario obtener la propiedad sobre otros inmuebles o derechos, además de que ya cuentan con el uso de suelo requerido para la prestación de los servicios materia del contrato, y no cambiarán de destino ni se prestarán servicios adicionales sobre los mismos, tal como se refleja en el documento *D4 Inmuebles* del *Estudio de Viabilidad.*

En el documento *D7 Viabilidad Jurídica* del *Estudio de Viabilidad*, se concluye que el Proyecto Caminos del Sur puede ser ejecutado, desde el punto de vista jurídico, a través de una asociación público privada en términos de la LAPPEMM y el Reglamento de la LAPPEMM, toda vez que cumple con todos los requisitos necesarios para poder ser ejecutado mediante una asociación público privada en términos de dichas disposiciones y es susceptible de cumplir con las disposiciones federales, estatales y municipales que regulan el desarrollo del Proyecto.

Por otra parte, la naturaleza del proyecto APP Caminos del sur para mejoramiento de la Red Carretera de la Región Sur del Estado de México, que no prevé acciones de rectificación de tramos, ni ampliación de sección, únicamente actividades de conservación y mantenimiento en los caminos existentes, es compatible con el ordenamiento de las ANP's y OET's que atraviesa y por tanto ambientalmente viable, y susceptible de obtener todos los permisos y autorizaciones en materia ambiental, como se detalla en el Anexo D de este documento y en el documento *D6 Viabilidad Ambiental* del *Estudio de Viabilidad*.

Se ha evaluado el proyecto para 12 años, determinándose todos los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad para este horizonte, estudio reflejado en el documento *D11 Estimaciones de Inversión* del *Estudio de Viabilidad.*

La infraestructura de transporte, específicamente las carreteras libres de peaje son una pieza clave para el desarrollo económico y social de una región. Una carretera en buenas condiciones facilita diferentes procesos productivos (producción, distribución y comercialización), permite reducir costos de transporte y promueve mejoras en la competitividad y en la productividad de la región.

Este proyecto contribuirá a disminuir las desigualdades en la zona sur del estado, y a impulsar la creación de empleos mediante unas mejores condiciones de productividad, fomentando la creación de comunidades sustentables y resilientes y atrayendo a la inversión del sector privado en la región. La estructuración del proyecto mediante un esquema APP permite promover el financiamiento privado en inversión productiva dentro del estado.

Estos beneficios serán posibles, ya que el proyecto mejorará sustancialmente el nivel de servicio ofrecido a los usuarios, al proporcionar una mejor y más eficiente comunicación en la zona, aumentará las velocidades de operación y reducirá con ello los tiempos de recorrido y costos de operación vehicular. El proyecto continúa siendo rentable y proveyendo beneficios a la sociedad aun cuando los costos de Rehabilitación Inicial se incrementen en un 20%.

El APP Caminos del Sur, de acuerdo a la normatividad aplicable para la elaboración y presentación de Programas de Inversión de la Secretaría de Finanzas, resulta viable y presenta una rentabilidad social considerable, y que puede hacer frente a diferentes escenarios poco favorables.

Para el análisis de viabilidad económica y financiera se utilizó la metodología tradicional en este tipo de análisis, que consiste en proyectar y traer a valor presente flujos de efectivo.

Para el cálculo de flujo de efectivo se construyó un modelo financiero flexible que permite determinar la viabilidad económica y financiera del proyecto, el modelo cuenta con módulos de ingresos, gastos, deuda, capital, impuestos, reservas, entre otros. Una vez calculado el flujo de efectivo, se realizan los cálculos para que el inversionista obtenga un cierto retorno sobre su capital invertido, cuyo resultado es el monto de la contraprestación anual y el valor total del contrato. Este cálculo se encuentra en el documento *D12 Económico Financiero* del *Estudio de Viabilidad*.

En el análisis de conveniencia se desarrolla la metodología del comparador público privado o valor por el dinero (VPD). El objetivo de este es contar con un indicador objetivo y confiable que determine, para la Unidad Contratante, si es conveniente llevar a cabo un proyecto de infraestructura y servicios mediante un esquema APP.

Tal como se refleja en el documento *D9 Conveniencia* del *Estudio de Viabilidad*, el Comparador Público Privado resultó en un VPD positivo, indicando que el costo de realizar el proyecto mediante un esquema de obra pública es mayor que en un esquema APP, en otras palabras, realizar el proyecto con un esquema APP genera valor o beneficio positivo para el estado.

Por último, en el documento *D10 Riesgos* del *Estudio de Viabilidad*, se identificaron y valoraron los riesgos que pudieran afectar al contrato y se establecieron mitigantes a los mismos.

4.14 PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN A APLICAR

4.14.1 PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN QUE SERÁ APLICADO.

El "*Proyecto APP Caminos del Sur*" será contratado a través de una licitación o concurso público, conforme a lo previsto en el artículo 36, fracción I, La Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios ("LAPPEMM") y demás disposiciones de dicha ley y su Reglamento, sujetándose a las bases y principios establecidos en los artículos 25 y 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y el 129 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México. De esta forma se efectuará mediante convocatoria

pública a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

A continuación, se explican las etapas de la licitación o concurso.

4.14.2 ACTIVIDADES PREVIAS AL CONCURSO.

Como parte de los preparativos para el concurso o licitación, en caso de que así lo determinen el Comité Sectorial de Asociaciones Público Privadas o la Comisión Estatal de Asociaciones Público Privadas, se designará a un Testigo Social en términos del artículo 74 del Reglamento de la LAPPEMM. En tal caso, la contratación de dicho Testigo Social se sujetará a lo dispuesto en la Ley de Contratación Pública del Estado de México y Municipios y su contraprestación se determinará conforme a las condiciones de mercado.

4.14.3 PUBLICACIÓN DE LA CONVOCATORIA Y VENTA DE BASES.

La Convocatoria se publicará en el Periódico Oficial "Gaceta del Gobierno", en la Página Oficial de Internet de la Unidad Contratante, en la página de Internet de la Unidad Contratante y en un diario de mayor circulación en el Estado, así como en otras páginas que determine la propia Convocatoria. También deberá publicarse en términos de la normatividad aplicable en materia de transparencia y acceso a la información pública.

De conformidad con el artículo 17 del Reglamento de la Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios ("Reglamento LAPPEMM"), la Unidad Contratante deberá remitir a la Secretaría de Finanzas los documentos a que hace referencia el último párrafo del artículo 36 de la Ley, el día hábil siguiente a su generación y se publicarán en la Página Oficial de Internet de la Secretaría; por lo tanto las convocatorias, bases, actas y fallo de los concursos o licitaciones, así como los datos relevantes de los contratos adjudicados serán publicados en dicha página. Además, el artículo 76, fracción I, del Reglamento dispone en relación con la convocatoria que además de los elementos de la ley, la convocatoria del concurso deberá contener las páginas de internet en donde se publicará la convocatoria. De esta forma, la LAPPEMM es consistente con lo dispuesto en el artículo 129 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México antes citado al privilegiar el uso de las tecnologías de la información y comunicación.

De conformidad con la LAPPEMM y el Reglamento de la LAPPEMM, la Convocatoria deberá contener al menos lo siguiente:

> I. El nombre de la Unidad Contratante y la indicación de tratarse de un Concurso y un Proyecto regidos por la presente Ley;
>
> II. La descripción general del Proyecto, con indicación de los servicios a prestar y, en su caso, de la infraestructura a construir;
>
> III. Las fechas previstas para el Concurso, los plazos de la prestación de los servicios y, en su caso, de la ejecución de las obras de infraestructura, así como las fechas estimadas para el inicio de una y otra;
>
> IV. Los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán adquirir las Bases del Concurso; y
>
> V. Las páginas de internet en donde se publicará la convocatoria;
>
> II. El costo y forma de pago de las Bases;
>
> III. Fecha, lugar y hora del acto de presentación de propuestas técnicas y económicas;
>
> IV. Fecha, lugar y hora del acto de resultado de la evaluación de ofertas técnicas y de apertura de las ofertas económicas.

La adquisición de las Bases será requisito indispensable para participar en el Concurso, las Bases deberán contener al menos lo siguiente:

> I. Los requisitos, términos y condiciones para que cualquier interesado participe en el Concurso;

II. Los nombres, domicilios y direcciones de correo electrónico de los servidores públicos responsables del Concurso;

III. Los términos y condiciones de las aportaciones públicas que, en su caso, se realizarán para el Proyecto;

IV. Los necesarios para que los participantes estén en posibilidad de elaborar sus propuestas, que comprenderán, por lo menos:

a) Las características y especificaciones técnicas, así como los niveles mínimos de desempeño de los servicios a prestar; y

b) En su caso, las características y especificaciones técnicas para la Construcción y ejecución de las obras de infraestructura que se trate.

V. Los inmuebles, bienes y derechos necesarios para el desarrollo del Proyecto y, en su caso, el responsable de su obtención;

VI. El plazo de la prestación de los servicios y de la ejecución de las obras de infraestructura, con indicación de las fechas estimadas de inicio de una y otra;

VII. Los términos y condiciones en que los trabajos y servicios podrán subcontratarse;

VIII. El Proyecto del Contrato, que incluya los derechos y obligaciones de las partes, así como la distribución de riesgos del Proyecto;

IX. Los permisos y autorizaciones que se requieran para el desarrollo del Proyecto de asociación público privada;

X. La referencia a la documentación que deberán presentar los participantes, plazos y forma de su presentación;

XI. La indicación que los concursantes deberán entregar, con su oferta técnica, copia del recibo de adquisición de las Bases;

XII. La mención del lugar, fecha y hora para la realización de los actos y presentación de documentos en el Concurso;

XIII. Las características y requisitos estatutarios que deberá cumplir la sociedad con propósito específico a que se refiere la presente Ley, con la que se celebrará el Contrato, así como los requisitos que deban cumplir sus administradores;

XIV. La forma en que los participantes acreditarán su capacidad legal, experiencia y capacidad técnica, administrativa, económica y financiera que se requieran de acuerdo con las características, complejidad y magnitud del Proyecto;

XV. La obligación de constituir la persona jurídica colectiva en términos de la presente Ley;

XVI. Las garantías que los participantes deban otorgar;

XVII. Lugar, fecha y hora para la visita o visitas al sitio de realización de los trabajos;

XVIII. Lugar, fecha y hora de las juntas de aclaraciones, de la presentación de las propuestas, de la apertura de éstas, de la comunicación del fallo y de la firma del Contrato;

XIX. El idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las propuestas en su caso;

XX. La contraprestación solo podrá determinarse en moneda nacional y podrá ajustarse por variación de precios de acuerdo con los índices y fórmulas que se establezcan en el Contrato;

XXI. La relación de documentos que los concursantes deberán presentar con sus propuestas;

XXII. Los criterios, claros y detallados, para la evaluación objetiva de las propuestas y la adjudicación del Proyecto, de conformidad con lo señalado en esta Ley;

XXIII. Las causas de descalificación de los participantes;

XXIV. Las páginas web en las que podrá consultarse la información relativa al Concurso;

XXV. El nombre, domicilio y dirección de correo electrónico del testigo social; y

La LAPPEMM permite que cuando la información no pueda ser proporcionada a través de la página de Internet establecida en la convocatoria, se dé la indicación de que la misma estará a disposición de los interesados en el domicilio que señale la Unidad Contratante.

En términos del Reglamento de la LAPPEUMM, las bases también deberán incluir lo siguiente:

I. El tipo de garantías que deberán otorgar los participantes, las cuales podrán ser líquidas;

II. Cuando la Unidad Contratante considere la participación de un Testigo Social y/o fedatario público, deberá incluir sus datos y referencias de éstos en las propias Bases;

III. Los requisitos a cumplir por los Concursantes a efecto de contar con los elementos para evaluar las propuestas, en caso de que exista igualdad de condiciones entre dos o más propuestas;

IV. En el proyecto de contrato se deberá incluir el modelo de contrato del Vehículo Financiero que será utilizado para la aportación por parte del Desarrollador para cubrir los costos de terceros que auxiliarán a la Unidad Contratante para el control y supervisión del Proyecto, para dirimir divergencias de naturaleza técnica o económica y para la participación de árbitros, de conformidad a lo establecido en la Ley y este Reglamento, y

V. Los demás requisitos que la Unidad Contratante considere necesarios atendiendo a la naturaleza del Proyecto, sin que éstos limiten la libre participación de cualquier persona.

El artículo 43 de la LAPPEMM dispone que ninguna de las condiciones contenidas en la convocatoria, en las Bases y sus anexos, ni en las propuestas de los participantes, serán objeto de negociación, salvo aquéllas contempladas en esta Ley para la modificación y prórroga de los Proyectos. De esta forma se preserva también la imparcialidad e igualdad de condiciones en el proceso de contratación.

Un requisito para la participación en el Concurso es la adquisición de las Bases, de conformidad con el artículo 44 de la LAPPEMM, la convocatoria y las Bases estarán disponibles para adquisición de los interesados desde el día de publicación de la propia convocatoria y hasta el día hábil inmediato anterior a la fecha de presentación y apertura de propuestas.

En caso de consorcios, bastará que por lo menos uno de sus integrantes las adquiera.

El costo de las bases será fijado por la convocante.

Las garantías que los participantes deban otorgar no deberán exceder, en su conjunto, del equivalente al diez por ciento del valor estimado de las inversiones a realizar.

4.14.4 CONSULTAS O ACLARACIONES

El artículo 47 de la LAPPEMM prevé que los Concursos podrán tener una o más etapas de consultas y aclaraciones, en las que la Unidad Contratante contestará dudas y preguntas de los participantes. Fija como plazo mínimo entre la última junta de aclaraciones y el acto de presentación de las propuestas al menos, diez días hábiles. La LAPPEMM también dispone que las modificaciones a las bases deberán notificarse a más tardar el décimo día hábil previo a la presentación de las propuestas.

4.14.5 REGISTRO DE PARTICIPANTES

El artículo 46 de la LAPPEMM establece que la Unidad Contratante podrá efectuar el registro de participantes para facilitar el Concurso, previo al acto de presentación y apertura de las propuestas, la Unidad Contratante, y realizar la revisión preliminar de la documentación distinta a la referida al importe de la oferta económica, haciéndolo del conocimiento de todos los participantes, en los términos del Reglamento.

El Reglamento establece las reglas a las que se sujetará el registro de participantes, en el artículo 79 conforme a lo siguiente;

I. Implica la revisión de los documentos sobre la comprobación de la legal existencia y capacidad jurídica, experiencia y capacidad técnica, administrativa, económica y financiera de los Concursantes; personalidad de los representantes; el otorgamiento de garantías; así como de cualquier otro aspecto que, de conocerse y hacerse público, no dé lugar a competencia desleal ni a condiciones contrarias a los principios señalados en la Ley.

Ninguna revisión deberá referirse a elementos propios de la oferta económica o de la oferta técnica que contenga información que, por su naturaleza, deba mantenerse reservada hasta el acto de apertura;

II. Si el Concursante recibe el registro preliminar, no requerirá volver a presentar los documentos para obtenerlo y bastará que en su oferta técnica incluya su declaración, bajo protesta de decir verdad, de que los documentos e información así presentados siguen vigentes sin modificación alguna;

III. Los Concursantes que no cuenten con registro preliminar o deseen modificar los documentos e información presentados para obtener dicho registro, deberán presentar en su oferta técnica todos los documentos e información requeridos;

IV. En el caso de un consorcio, el registro preliminar se aplicará a sus integrantes. De cambiar su integración, deberán presentarse nuevamente en la oferta técnica todos los documentos e información requeridos, y

V. Los integrantes que se separen del consorcio y deseen participar de manera individual en el Concurso, también deberán presentar en su oferta técnica todos los documentos e información requeridos.

4.14.6 PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS.

A la presentación de propuestas son aplicables disposiciones y varios plazos previstos en el artículo 47 y 48 de la LAPPEMM: (i) las modificaciones a las bases deberán notificarse a más tardar el décimo día hábil previo a la presentación de las propuestas; (ii) entre la última junta de aclaraciones o de modificación a las bases y el acto presentación de las propuestas, deberá haber un plazo no menor a diez días hábiles, y (iii) el plazo para la presentación de propuestas no podrá ser inferior a veinte días hábiles contados a partir de la publicación de la convocatoria.

El artículo 46 de la LAPPEMM dispone que además de la posibilidad de realizar el registro de participantes se pueda llevar a cabo la revisión preliminar de la documentación distinta a la referida al importe de la oferta económica, haciéndolo del conocimiento de todos los participantes, en los términos del Reglamento.

Las propuestas se presentarán en sobres cerrados, de conformidad con lo establecido en el Reglamento y en las Bases del Concurso y serán abiertas en dos actos en sesión pública: i) el acto de presentación de las propuestas y apertura de las ofertas técnicas, y ii) el acto de resultado de la evaluación de ofertas técnicas y apertura de las ofertas económicas.

Los participantes solo podrán presentar una propuesta, con su oferta técnica y su oferta económica. Las propuestas se presentarán en firme, obligan a quien las hace y no serán objeto de negociación, sin perjuicio a que la Unidad Contratante pueda solicitar a los concursantes aclaraciones o información adicional, en términos de la LAPPEMM.

Iniciado el acto de presentación de las propuestas y apertura de las ofertas técnicas, las propuestas ya presentadas no podrán ser retiradas o dejarse sin efecto por los concursantes.

Para intervenir en el acto de presentación de las propuestas y apertura de las ofertas técnicas, y en el acto de resultado de la evaluación de ofertas técnicas y apertura de las ofertas económicas, bastará que los participantes presenten un escrito en el que manifiesten, bajo protesta de decir verdad, que cuentan con las facultades suficientes para ello, y que acrediten su personalidad jurídica correspondiente.

En términos del artículo 78 del Reglamento de la LAPPEMM para calcular el límite de las garantías que, en su caso, los participantes deban otorgar, el porcentaje señalado en el artículo 44 de la LAPPEMM se aplicará al monto de la Inversión Inicial Estimada del Proyecto, según los análisis realizados en términos del artículo 13 de la LAPPEMM. Las garantías se harán efectivas si el Concursante retira su propuesta antes del fallo, si recibe la adjudicación y el respectivo contrato no se suscribe por causas imputables al propio Concursante dentro del plazo señalado al efecto, o si incumple cualquier otra obligación a su cargo de conformidad con la LAPPEMM.

En cuanto a los requisitos de las propuestas, el artículo 80 del Reglamento de la LAPPEMM dispone que la oferta técnica deberá contener:

I. La obligación de constituir una sociedad con propósito específico en términos de la Ley, para el caso de que el Concursante que reciba la adjudicación del Proyecto no sea el Desarrollador, precisando los socios y participación de cada uno de ellos en el capital de la sociedad y la manifestación relativa que dicha sociedad con propósito específico cumplirá con los requisitos establecidos en la Ley y este Reglamento;

II. Si la propuesta es de un consorcio:
a) Los documentos que comprueben la legal existencia y capacidad jurídica, experiencia y capacidad técnica, administrativa, económica y financiera de cada uno de sus integrantes;
b) Las actividades, obligaciones y responsabilidades, debidamente diferenciadas, que corresponderán a cada uno de los integrantes, y
c) La obligación de que, de resultar ganador, cumplirá con los requisitos establecidos en la Ley y este Reglamento, en lo relativo al contrato del Proyecto;

III. La manifestación bajo protesta de decir verdad de quien firma la oferta, de que el mismo, sus representados, socios o accionistas, así como los administradores del Concursante, no se encuentran impedidos para participar en los concursos, en términos de los supuestos previstos en la Ley;

IV. En caso de registro preliminar, la declaración bajo protesta de decir verdad, de que los documentos e información presentados son vigentes, en términos de este Reglamento;
La mención expresa de que la oferta se presenta en firme, obliga a quien la hace y no será objeto de negociación, y

V. Los demás elementos señalados en las Bases.

VI. La oferta técnica deberá acompañarse con copia del recibo de adquisición de las Bases.

Con respecto a la oferta económica, el artículo 82 del Reglamento de la LAPPEMM, indica que deberá contener lo siguiente:

I. Requisitos financieros mínimos para el desarrollo del Proyecto;

II. Modelo financiero del Proyecto;

III. Programas de gasto, inversión y, en su caso, de otras erogaciones del Proyecto;

IV. Oferta económica que deberá presentar de manera detallada el régimen financiero del Proyecto, en el que se identifiquen de manera clara la Inversión Inicial Contractual y los costos de operación del Proyecto, así como el desglose del pago de la contraprestación en la identificación del pago de financiamiento, la recuperación de capital de riesgo, la contraprestación por operación del Proyecto y el retorno del capital esperado;

V. La mención expresa de que la oferta se presenta en firme, obliga a quien la hace y no será objeto de negociación, y

VI. Los demás elementos señalados en las Bases.

El artículo 85 del Reglamento de la LAPPEMM aclara quienes deben presentar las propuestas, es decir deberán presentarse por quien tenga capacidad jurídica para obligarse o con facultades legales suficientes para representar y obligar al Concursante, en los términos señalados en las Bases. Además, dispone que, para intervenir en los actos de presentación y apertura de propuestas, bastará que los participantes presenten un escrito en el que manifiesten, bajo protesta de decir verdad, que cuentan con facultades suficientes para comprometerse por sí o por su representado.

4.14.7 EVALUACIÓN DE PROPUESTAS.

El artículo 49 de la LAPPEMM señala que, en la evaluación de las propuestas, la Unidad Contratante verificará que cumplan con los requisitos señalados en las Bases, y que contengan elementos suficientes para desarrollar el Proyecto. Solo deberán considerarse los criterios establecidos en las propias Bases.

En cuanto a los mecanismos de evaluación establece que podrán utilizarse:

- Mecanismos de puntos y porcentajes. En relación con este mecanismo el Reglamento de la LAPPEMM indica que la Convocante deberá señalar en las bases lo siguiente:

  I. Los rubros y subrubros de las ofertas técnica y económica, así como la calificación numérica o de ponderación que pueda alcanzarse en cada uno de ellos;
  II. La forma en que deberá acreditarse el cumplimiento de los aspectos requeridos en cada rubro o subrubro para la obtención de la puntuación o ponderación, y
  III. El puntaje o porcentaje mínimo que deberá obtenerse en la oferta técnica, que permita continuar con la evaluación de la oferta económica.
  Se considerará como la propuesta más conveniente aquella con la mayor calificación, que se calculará con la suma de los resultados de la oferta técnica y de la económica.

- Criterios de costo-beneficio o cualquier otro, siempre que sean claros, cuantificables y permitan una comparación objetiva e imparcial de las propuestas. Con respecto a dicho mecanismo, el Reglamento agrega que la Convocante deberá señalar en las bases lo siguiente:

  I. La información que para la aplicación de este criterio deberán presentar los Concursantes como parte de sus propuestas;
  II. El método de evaluación del costo-beneficio que se utilizará, el cual deberá ser cuantificable y permitir la comparación objetiva e imparcial de las propuestas, con los elementos que serán objeto de evaluación, tales como operación, mantenimiento, rendimiento u otros elementos, así como las instrucciones que el Concursante deberá tomar en cuenta para elaborar su propuesta, y
  III. De ser necesario, el método de actualización de los precios.
  La adjudicación se hará en favor del Concursante cuya oferta técnica resulte solvente y su oferta económica presente el mayor beneficio neto.

Dispone que no será objeto de evaluación cualquier requisito cuyo incumplimiento por sí mismo no afecte la validez y solvencia de la propuesta. La inobservancia de dichos requisitos no será motivo para desechar la propuesta. En ningún caso podrán suplirse las deficiencias sustanciales de las propuestas presentadas.

El artículo 50 de la LAPPEMM permite que cuando para realizar la correcta evaluación de las propuestas, la Unidad Contratante tenga necesidad de solicitar aclaraciones o información adicional a algunos de los concursantes, lo hará en los términos que indique el Reglamento. En ningún caso, estas solicitudes deberán dar lugar a cambiar la propuesta originalmente presentada, ni vulnerar los principios establecidos en la presente Ley.

De conformidad con el artículo 86 del Reglamento de la LAPPEMM, los criterios de evaluación deberán dar preferencia, en igualdad de circunstancias, a las propuestas que empleen recursos humanos, bienes o servicios de procedencia nacional, observando en todo momento lo dispuesto por los tratados internacionales.

Los criterios podrán incluir elementos que consideren prestaciones a cargo del Desarrollador en términos de la LAPPEMM.

Además, el artículo 90 del Reglamento de la LAPPEMM dispone que primero se evaluarán las ofertas técnicas y únicamente se procederá a la apertura y evaluación de las ofertas económicas que hayan sido declaradas solventes técnicamente.

En la evaluación de las propuestas, la Unidad Contratante deberá procurar las mejores condiciones para atender las necesidades públicas a satisfacer con el Proyecto, por lo que se considerará que las mejores condiciones económicas son aquellas que hayan cumplido satisfactoriamente los requerimientos técnicos, ponderados con los elementos financieros, sin que necesariamente impliquen un menor gasto o inversión.

El artículo 52 de la LAPPEMM y el artículo 92 del Reglamento de la LAPPEMM indica que las condiciones que tengan como propósito facilitar la presentación de las propuestas y el desarrollo del Concurso, así como cualquier otro requisito cuyo incumplimiento, por sí mismo, no afecte la validez y solvencia de las propuestas, no serán objeto de evaluación. Su incumplimiento no será motivo para desechar las propuestas.

Agrega que cuando la Unidad Contratante detecte un error mecanográfico, aritmético, de cálculo o de cualquier otra naturaleza similar, que no afecte la evaluación de la propuesta, podrá rectificarlo cuando la corrección no implique modificar el sentido de la propuesta. Tratándose de discrepancias de cantidades con letras y guarismos, prevalecerán las primeras. En todo caso, se dará aviso al órgano interno de control de la convocante y las rectificaciones realizadas deberán hacerse constar en el dictamen del fallo correspondiente.

El artículo 50 de la LAPPEMM indica que cuando para realizar la correcta evaluación de las propuestas, la Unidad Contratante tenga necesidad de solicitar aclaraciones o información adicional a algunos de los concursantes, lo hará en los términos que indique el Reglamento. En ningún caso, estas solicitudes deberán dar lugar a cambiar la propuesta originalmente presentada, ni vulnerar los principios establecidos en la presente Ley. El artículo 93 del Reglamento LAPPEMM puntualiza que cuando para realizar la correcta evaluación de las propuestas sean necesarias aclaraciones o información adicional la Unidad Contratante deberá:

I. Cerciorarse de que se trata de aclaraciones o mera información complementaria, que no implican la entrega de nueva documentación relevante, ni propician condiciones para que el Concursante supla deficiencias sustanciales de su propuesta;

II. Formular las solicitudes por escrito;

III. Fijar en sus solicitudes plazo para que el Concursante las atienda, sin que dicho plazo retrase el Concurso, y

IV. Conservar en el expediente del Concurso la propuesta original, las solicitudes de aclaración, las aclaraciones realizadas y demás elementos que permitan la posterior comprobación que se cumplió con lo dispuesto en la Ley.

El artículo 94 del Reglamento de la LAPPEMM dispone que aun cuando existan denuncias o presunción de falsedad en relación con la información presentada por un Concursante, su propuesta no deberá desecharse. La Unidad Contratante que tenga conocimiento de tales hechos o presunciones deberá hacerlo del conocimiento de la autoridad competente. Si al Concursante de que se trata se le adjudica el Proyecto y con anterioridad a la celebración del contrato la autoridad competente determina la falsedad de la información, la Unidad Contratante deberá abstenerse de celebrar dicho contrato.

En caso de demostrarse la falsedad después de formalizado el contrato, se procederá a la rescisión del mismo y a la ejecución de las garantías en los términos previstos en la Ley, sin perjuicio de lo establecido en la Ley de Responsabilidades Administrativas del Estado de México y Municipios.

El artículo 54 de la LAPPEMM dispone que serán causas de descalificación, además de las que se indiquen en las Bases:

I. El incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las Bases, salvo aquéllos que esta Ley considere que no afecten la validez de las propuestas;

II. Las que hayan utilizado información privilegiada;

III. Si iniciado el Concurso sobreviene una de las causas de inhabilitación prevista en esta Ley;

IV. Si alguno de los participantes acuerda con otro u otros elevar el costo de los trabajos o cualquier otro acuerdo que tenga como fin obtener una ventaja indebida sobre los demás participantes; y

V. Si se demuestra que la información o documentos presentados en su propuesta son falsos o alterados.

El artículo 95 indica que además de los supuestos previstos en la Ley y en las Bases, no se considerarán solventes las propuestas siguientes:

I. Las incompletas en las que la falta de información o documentos impida su debida evaluación y determinar su solvencia, y

II. Las que incumplan las condiciones legales, técnicas o económicas, señaladas expresamente en las Bases como relevantes para la solvencia de la propuesta.

Si persiste la igualdad de condiciones, la Unidad Contratante optará por el Proyecto que ofrezca mayor empleo a la población del Estado o de los Municipios, como la utilización de bienes o servicios procedentes de la Entidad y propios de la localidad que se trate.

4.14.8 FALLO

En términos del artículo 51 de la LAPPEMM, realizada la evaluación de las propuestas, el Proyecto se adjudicará al participante que haya presentado la propuesta solvente por cumplir los requisitos legales, técnicos y económicos, conforme a los criterios establecidos en las Bases del Concurso y que garantice su cumplimiento. Cuando resulte que dos o más propuestas son solventes por satisfacer los requisitos solicitados, el Proyecto se adjudicará a la propuesta que asegure las mejores condiciones económicas para el Estado y sus Municipios, conforme a lo previsto en los propios criterios de evaluación señalados en las Bases del Concurso.

La LAPPEMM establece en el artículo 55 los casos en los que la Unidad Contratante procederá a declarar desierto el Concurso, cuando:

I. Todas las propuestas no reúnan los requisitos solicitados en las Bases; y

II. Sus ofertas económicas no fueren aceptables.

El artículo 56 enlista los casos en que la Unidad Contratante podrá cancelar un Concurso:

I. Por caso fortuito o fuerza mayor;

II. Cuando se modifiquen sustancialmente las condiciones para el desarrollo del Proyecto;

III. Cuando se extinga la necesidad de ejecutarlo;

IV. Cuando se presenten circunstancias que, de continuarse con el procedimiento, pudieren ocasionar un daño o perjuicio al interés público; y

V. Por razones de reprogramación presupuestal de carácter prioritario en la autorización de recursos públicos.

Salvo por las cancelaciones señaladas por la fracción I, la convocante cubrirá a los licitantes, los gastos no recuperables que, en su caso, procedan en términos de lo dispuesto por el Reglamento. El artículo 97 del Reglamento de la LAPPEMM señala lo supuesto de reembolso de gastos no recuperables en caso de cancelación de un Concurso procederá conforme a lo siguiente:

I. Será por los gastos no recuperables efectivamente realizados, comprobados, indispensables y directamente relacionados para la presentación de las propuestas en el Concurso cancelado y cuyo monto sea cuantificable en el mercado. En todo caso, quedarán limitados a los costos siguientes:

a) De adquisición de las Bases;

b) De las garantías que se hubieran solicitado para participar en el Concurso, y

c) De la preparación e integración de las propuestas.

II. En ningún caso podrá exceder, por participante, del equivalente al uno por ciento de la Inversión Inicial Estimada del Proyecto, y

III. Si la cancelación se efectúa en la fecha de presentación y apertura de propuestas o con posterioridad, el reembolso sólo procederá a quienes hayan presentado propuestas.

Los Concursantes podrán solicitar el reembolso dentro de un plazo máximo de veinte días hábiles contados a partir de la fecha de la cancelación del Concurso.

La LAPPEMM dispone en el artículo 57 que contra el fallo que adjudique el Concurso, los participantes podrán interponer los recursos o acciones legales que prevengan las leyes en materia del procedimiento administrativo o de justicia administrativa vigentes en el Estado. Contra las demás resoluciones de la Unidad Contratante emitidas durante el Concurso no procederá instancia ni medio ordinario de defensa alguno y, en caso de alguna irregularidad en tales resoluciones, ésta podrá ser combatida con motivo del fallo.

4.14.9 ACTOS POSTERIORES AL FALLO DE LA LICITACIÓN O CONCURSO.

Con posterioridad al fallo se prevé la firma del contrato, se efectuará en los plazos que las Bases del Concurso señalen, salvo que existan prórrogas.

Si el contrato no se suscribe en el plazo señalado, por causa injustificada imputable al ganador, se harán efectivas las garantías correspondientes. En este supuesto, el Proyecto podrá adjudicarse al segundo lugar y, de no aceptar, a los subsecuentes lugares, siempre y cuando no exista una diferencia del diez por ciento de la contraprestación prevista y se cumplan con todas las condiciones previstas en las Bases del Concurso.

Con referencia a las propuestas desechadas durante el Concurso, el artículo 59 de la LAPPEMM, indica que podrán destruirse o ser devueltas a los concursantes que lo soliciten, una vez transcurridos ciento ochenta días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo, salvo que exista algún procedimiento en trámite, en cuyo caso procederá su destrucción o devolución después de la total conclusión de dicho procedimiento, en cuyos casos deberá conservarse un archivo digital, que será constancia de lo actuado.

El artículo 60 de la LAPPEMM prevé que los medios de defensa, ordinarios o extraordinarios, mediante los cuales se pretenda impugnar el fallo, solamente suspenderán el Concurso o la obra en curso, cuando lo solicite el agraviado y concurra alguno de los requisitos indicados en dicho dispositivo legal.

La LAPPEMM señala en el artículo 61 que si realizado el Concurso, la Unidad Contratante decide no firmar el Contrato respectivo cubrirá, a solicitud escrita del ganador, los gastos no recuperables en que éste hubiere ocurrido. Los reembolsos sólo procederán en relación con gastos no recuperables, que sean razonables, debidamente comprobados y se relacionen directamente con el Concurso que se trate.

Por otra parte, el artículo 98 del Reglamento de la LAPPEMM es aplicable cuando la Unidad Contratante determina no firmar el contrato, el reembolso de los gastos no recuperables procederá conforme a lo siguiente:

I. Será por los gastos no recuperables efectivamente realizados, comprobados, indispensables y directamente relacionados para la presentación de la propuesta ganadora en el Concurso y cuyo monto sea cuantificable en el mercado. En todo caso, quedarán limitados a los costos siguientes:

a) De adquisición de las Bases;

b) De las garantías que se hubieran solicitado para participar en el Concurso, y

c) De la preparación e integración de la propuesta ganadora.

II. En ningún caso podrá exceder del equivalente al uno por ciento de la Inversión Inicial Estimada del Proyecto.

El ganador podrá solicitar el reembolso dentro de un plazo máximo de veinte días hábiles contado a partir de la fecha fijada en las Bases para la firma del contrato.

La fecha de firma del contrato podrá prorrogarse previa notificación que efectúe la Unidad Contratante al ganador del Concurso, hasta en tanto no se inscriba en los registros públicos establecidos en la Ley, por lo que en estos casos no resultará aplicable el reembolso

Otro acto relevante para los proyectos de asociación público privada previstos con posterioridad al fallo se encuentra previsto en el artículo 62, el cual dispone que posterior al fallo, se deberá llevar a cabo su inscripción en el Registro de Deuda Pública del Estado y en el Registro Público Único de Financiamientos de Obligaciones de Entidades Federativas y Municipios, como lo establece la Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios, así como la legislación en materia de obligaciones, empréstitos y deuda pública vigente en el Estado.

4.15 ELEMENTOS FORMALES DEL MODELO DE CONTRATO DE INVERSIÓN PÚBLICA A LARGO PLAZO

4.15.1 OBJETO.

A través del "*Proyecto APP Caminos del Sur*" el Desarrollador se obligará a prestar los servicios de (i) rehabilitación y (ii) mantenimiento, de carreteras de la red libre de peaje de la Zona Sur del Estado de México con una extensión de alrededor de 1,600 km. La descripción y ubicación de las carreteras será proporcionada en un Anexo del Contrato.

El Desarrollador será responsable de la rehabilitación de la red existente cumpliendo unos estándares de desempeño establecidos en el Contrato (en un anexo) y se obliga a mantener dichos estándares durante la vigencia del Contrato

4.15.2 CONTRAPRESTACIÓN Y CONDICIONES DE PAGO.

Se plantea que el Desarrollador tenga derecho a recibir pagos una vez concluida la rehabilitación de conformidad con el programa que haya presentado en su propuesta técnica en el Concurso y cumpliendo los estándares de desempeño establecidos por la Unidad Contratante. El programa podrá prever la rehabilitación por segmentos y una vez concluida la rehabilitación de cada segmento conforme a lo antes indicado, se iniciarán los pagos.

Se propone un esquema de pagos periódicos mensuales, los cuales se conformarán por un componente fijo que corresponde a los servicios de rehabilitación y un componente variable vinculado al servicio de mantenimiento en cumplimiento de los niveles o estándares de desempeño por el Desarrollador.

Los pagos se fijarán con base en las estimaciones que presente el Desarrollador y que serán revisadas y en su caso aprobadas por la Contratante con la intervención de un Supervisor Externo.

Las fórmulas y metodologías generales para la evaluación del cumplimiento de los Niveles de Desempeño y demás obligaciones del Desarrollador bajo el Contrato, incluyendo la aplicación de deducciones a los pagos que realice la Unidad Contratante serán definidas en el Contrato. El contrato también definirá en detalle la forma, plazo, términos y condiciones de pago.

4.15.3 VIGENCIA O PLAZO.

Vigencia del Contrato: 12 años:

Plazo para dar inicio y terminación de la rehabilitación: hasta 2 años a partir de la firma del contrato.

Plazo para el inicio de la prestación de los servicios: 2 años a partir de la firma del contrato.

4.15.4 MONTO DE LA INVERSIÓN.

Se fijará de conformidad con el Concurso en el Contrato y estará sujeta a revisión y en su caso aprobación por la Contratante con la intervención de un Supervisor Externo. El Desarrollador será responsable de la inversión y el financiamiento que, en su caso, sea necesario para el desarrollo del Proyecto.

4.15.5 AJUSTES FINANCIEROS.

Se fijarán estipulaciones para: a) Los ajustes financieros en caso de que, durante la vigencia del Contrato, el Desarrollador reciba mejores condiciones en los financiamientos destinados al Proyecto. Los beneficios que estos ajustes financieros generen deberán ser calculados y distribuidos conforme a lo que se establezca en el Contrato, considerando las condiciones específicas del proyecto y del financiamiento respectivo. La participación de la Unidad Contratante en dichos beneficios no podrá ser menor al cincuenta por ciento de los mismos, y b) Cualesquiera otros ingresos netos adicionales del Proyecto, mismos que deberán destinarse al pago de la contraprestación del Desarrollador, con la consecuente reducción de los montos que la Unidad Contratante adeuda a dicho Desarrollador.

4.15.6 METODOLOGÍA DE COMPROBACIÓN DE INCREMENTO DE COSTOS.

Se fijarán los términos y condiciones conforme a los cuales se efectuará la comprobación de incremento de costos y su actualización, la cual contendrá, por lo menos: a) la relación de insumos cuya variación de costo generará modificaciones en los costos del contrato; b) el índice de precios que se utilizará para calcular los ajustes correspondientes; c) La fórmula para realizar los ajustes, y d) Las fechas, plazos y demás términos y condiciones para realizar los ajustes.

4.15.7 FINANCIAMIENTO.

Se fijarán los términos y condiciones conforme a los cuales el Desarrollador deberá pactar con sus respectivos acreedores, en caso de incumplimiento frente a éstos, la transferencia temporal del control de la propia sociedad desarrolladora a los acreedores de ésta, previa autorización de la Unidad Contratante. La responsabilidad del financiamiento es del Desarrollador, la Unidad Contratante podrá apoyar con información al Desarrollador, quien deberá informarle de los financiamientos obtenidos para el proyecto de asociación público privada.

4.15.8 CESIÓN.

Los derechos al cobro y las garantías bajo el Contrato puedan cederse, en su caso, a los acreedores que financien al Desarrollador respecto del Proyecto y a otras personas, en ambos casos previa autorización de la Unidad Contratante y de la Secretaría.

4.15.9 RIESGOS DEL DESARROLLADOR.

El desarrollador asume el riesgo de la rehabilitación de la red existente cumpliendo unos estándares de desempeño y se obliga a mantener las carreteras con dichos estándares durante la vigencia del Contrato.

Se definirá el régimen de distribución de riesgos, técnicos, de ejecución de la obra, financieros, por caso fortuito o fuerza mayor y de cualquier otra naturaleza que asume el Desarrollador.

4.15.10 RIESGOS DE LA UNIDAD CONTRATANTE.

Se definirá el régimen de distribución de riesgos, técnicos, de ejecución de la obra, financieros, por caso fortuito o fuerza mayor y de cualquier otra naturaleza, entre las partes, que en todo caso deberá ser equilibrado. Las Unidades Contratantes no podrán garantizar a los Desarrolladores ningún pago por concepto de riesgos distintos de los establecidos en el Contrato o bien, establecidos por mecanismos diferentes de los señalados en la presente Ley.

4.15.11 SEGUROS.

El Desarrollador deberá obtener los seguros necesarios para cubrir daños a terceros, los riesgos a que estén expuestos los usuarios, la infraestructura y todos los bienes afectos al servicio, así como los de responsabilidad civil. Con la finalidad de que los seguros y coberturas sean adecuadas, el Desarrollador contratará con empresa especializada, previamente aprobada por la Unidad Contratante, la elaboración de un estudio de riesgos, coberturas, indemnizaciones, montos mínimos, vigencia y demás términos y condiciones de los seguros. Ficho estudio servirá de base para que las partes acuerden las características y alcances de tales seguros.

4.15.12 GARANTÍA DE PAGO.

En caso de obtenerse las autorizaciones correspondientes (Ver el Anexo sobre la Garantía de Pago), podría preverse que el Gobierno del Estado otorgue una fuente Alterna de Pago y, en su caso una Garantía de Pago Oportuno.

4.15.13 GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO.

El desarrollador deberá otorgar garantía del cumplimiento de sus obligaciones de conformidad con el contrato y el Contrato establecerá los supuestos en que dicha garantía puede ser ejecutada. Cuando en las Bases del Concurso se prevea que el Desarrollador otorgue garantías, el monto de éstas, en su conjunto, no deberá exceder:

I. Durante la construcción de la infraestructura, del equivalente al quince por ciento del valor de las obras; y

II. Durante la prestación de los servicios, del equivalente al veinticinco por ciento de la contraprestación anual por los servicios mismos.

El Reglamento establecerá los lineamientos y forma de cálculo de los importes citados. En las garantías citadas se incluirán aquéllas previstas en las leyes que regulen las autorizaciones para el desarrollo del Proyecto que se trate.

4.15.14 APORTACIONES AL FONDO DE SEGUIMIENTO Y SUPERVISIÓN

El Desarrollador deberá aportar el punto cinco por ciento a través de una retención de la contraprestación mensual para el Fondo de Seguimiento de Proyectos; el cual tendrá como función realizar trabajos de seguimiento, evaluación, análisis, modernización, mejora e institucionalización de los Proyectos, en términos de sus Reglas de Operación;

Además, deberá realizar la constitución del Vehículo Financiero que será utilizado para cubrir los costos de terceros que auxiliarán a la Unidad Contratante para el control y supervisión del Proyecto, para dirimir divergencias de naturaleza técnica o económica y para la participación de árbitros, de conformidad a lo establecido en la Ley y este Reglamento;

4.15.15 INTERVENCIÓN

Se establecerán los términos, condiciones y facultades de los interventores designados, para los procesos de intervención previstos en la Ley y su Reglamento y sin perjuicio de las disposiciones previstas al respecto en dichos ordenamientos.

4.15.16 TERMINACIÓN ANTICIPADA Y RESCISIÓN.

Las causas de incumplimiento que motiven la recisión de un contrato son las establecidas en el artículo 112 de la Ley, en el propio contrato, y en el artículo 130 del Reglamento, así lo reconocen los Lineamientos publicados el 11 de marzo de 2019 en el Periódico Oficial, Gaceta del Estado, y los enlista conforme a lo siguiente:

I. Cuando la terminación anticipada sea por una causa ajena al Desarrollador, éste tendrá derecho a recibir el reembolso de los gastos no recuperables que demuestre haber realizado a través del fideicomiso o instrumento financiero, y que estén directamente vinculados con el Proyecto, o de las inversiones pendientes de amortizar de acuerdo con el modelo financiero autorizado.

II. Los Desarrolladores tienen derecho a recibir un retorno por su capital de riesgo no devengado de acuerdo con lo pactado en los contratos y con lo establecido en el modelo financiero autorizado por la Secretaría. Dicho retorno se calculará sobre el capital de riesgo efectivamente aportado, a través del fideicomiso o instrumento financiero, de acuerdo con el periodo transcurrido de la inversión.

III. En los contratos no se podrán pactar costos extraordinarios o penas convencionales a cargo del Estado por terminación anticipada. Tampoco se podrá convenir que las rentas o contraprestaciones futuras no recibidas al momento de la terminación constituyan una pérdida del Desarrollador.

IV. Los Desarrolladores tendrán derecho a solicitar, como parte del finiquito, el costo de cancelación de contratos de proveeduría de servicios que hayan celebrado para cumplir sus obligaciones derivadas del Proyecto, siempre y cuando estos contratos y sus penas de cancelación hayan sido autorizados por la Unidad Contratante y por la Secretaría, previo a su firma.

V. Los contratos, fidecomisos e instrumentos financieros deberán contemplar la prelación para los pagos de finiquito; la operación del Proyecto, incluyendo los bienes necesarios para la prestación de los servicios y para el cumplimiento de las obligaciones, y lo pactado en los contratos de crédito autorizados, de acuerdo con lo que establecen la Ley y el Reglamento.

VI. Cuando la terminación anticipada o rescisión sea por causas imputables al Desarrollador, deberán aplicarse las penas y sanciones pactadas en el contrato y establecidas en la Ley. Dichas penas y sanciones podrán retenerse o descontarse de los pagos de finiquito, lo cual deberá estar convenido en los contratos, sin menoscabo de otras sanciones y acciones legales que pudiera tomar la Unidad Contratante.

4.15.17 MODIFICACIÓN.

Se estipularán los mecanismos para llevar a cabo la modificación del contrato con estricto apego a lo dispuesto en la Ley y el Reglamento, incluidas las autorizaciones requeridas. La Unidad Contratante, previo a realizar modificaciones al contrato, deberá enviar el Proyecto a la Secretaría para conocimiento y opinión sobre los posibles impactos económicos mediatos o futuros del Proyecto. Cuando dichos cambios impliquen un incremento a la contraprestación que deba pagar la Unidad Contratante derivada del contrato, deberá solicitar a la Secretaría la aprobación del aumento presupuestal correspondiente, especificando el destino del mismo.

La Secretaría analizará la viabilidad del aumento presupuestal a que se refiere el párrafo anterior con base en lo pactado en el Contrato y en los compromisos adquiridos por la Unidad Contratante y, en el caso de que el aumento presupuestal sea sustancial conforme al Reglamento, el Ejecutivo del Estado lo someterá para autorización de la Legislatura. De aprobarse por la Legislatura el incremento en el presupuesto, la Unidad Contratante deberá presupuestar los pagos ajustados derivados del Contrato con la preferencia prevista en la Sección II del Capítulo II de la Ley.

4.15.18 REVERSIÓN Y DESTINO DE LOS BIENES.

Se estipularán los mecanismos para la recepción de la infraestructura a revertirse al Estado.

4.15.19 SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS.

Se establecerán los requisitos que deberán reunir los miembros del comité de expertos en relación con conocimientos, capacidad y recursos técnicos relacionados con las divergencias a dirimir, de naturaleza técnica o económica en relación con el cumplimiento del contrato de asociación público privada.

Se establecerá la posibilidad de utilizar medios alternos para la solución de controversias derivadas del cumplimiento del Contrato, y la forma en que serán cubiertos los honorarios que puedan causarse por la participación de árbitros.

4.15.20 SUBCONTRATACIÓN

El contrato establecerá que la subcontratación de la ejecución de la obra o de la prestación de los servicios solo podrá realizarse en los términos y condiciones establecidos en las Bases y expresamente pactados por las partes y previa autorización de la Unidad Contratante. En todo caso, el Desarrollador será el único responsable.

4.15.21 DERECHOS DEL DESARROLLADOR

El Contrato establecerá los derechos del Desarrollador en términos de lo previsto en la Ley y el Reglamento, entre los que se encuentra:

I. Recibir las contraprestaciones por el desarrollo del Proyecto previstas en el régimen financiero del Contrato;

II. Solicitar prórroga de los plazos del Contrato cuando éstos se hayan demorado por causas imputables a la Unidad Contratante; y

III. Recibir las indemnizaciones previstas en el Contrato, por los daños originados por las demoras mencionadas en la fracción anterior.

4.15.22 OBLIGACIONES DEL DESARROLLADOR

El Contrato establecerá las obligaciones del Desarrollador en términos de lo previsto en la Ley y el Reglamento, entre los que se encuentra:

I. Prestar los servicios contratados con los niveles de desempeño convenidos;

II. Ejecutar, en su caso, la obra de infraestructura requerida para la prestación de los servicios objeto del Contrato;

III. Cumplir con las instrucciones de la Unidad Contratante, cuando se expidan con fundamento legal o de acuerdo con las estipulaciones del Contrato;

IV. Contratar los seguros y asumir los riesgos establecidos en el Contrato;

V. Proporcionar la información financiera y de cualquier otra naturaleza, que solicite la Unidad Contratante y cualquier otra autoridad competente;

VI. Permitir y facilitar la supervisión y auditorías conforme a las disposiciones aplicables y al contrato;

VII. Guardar confidencialidad respecto de la información y documentos relativos al Proyecto, en el alcance y plazos señalados en el Contrato;

VIII. Cumplir con el régimen de comunicación social pactado en el contrato; y

IX. Las demás que señale el Reglamento.

4.16 GARANTÍA ESTATAL

Para contar con inversionistas y permitir la bancabilidad y el financiamiento del "*Proyecto APP Caminos del Sur*" es necesario contar con una fuente alterna de pago y con una garantía de pago oportuno (GPO) para el desarrollador que le asegure que, una vez realizada la inversión e incluso obtenidos los créditos para el proyecto, recibirá el pago periódico previsto en el contrato de asociación público privada que le permitirá recuperar la inversión, pagar acreedores y cubrir los gastos del proyecto APP.

El artículo Sexto Transitorio de la Ley de Asociaciones Público Privadas del Estado de México y Municipios ("LAPPEMM") autoriza a la Secretaría de Finanzas para constituir un fideicomiso de administración y fuente de pago o modificar el Fideicomiso Público de Administración del Impuesto sobre Erogaciones por Remuneraciones al Trabajo Personal ("ISERTP"), para el cumplimiento de los fines de la LAPPEMM.

El Fideicomiso Público de Administración del Impuesto sobre Erogaciones por Remuneraciones al Trabajo Personal al que se refiere el artículo Sexto Transitorio de la LAPPEMM antes citado (o Fideicomiso 2253-0) fue constituido con la autorización del Congreso del Estado de México como un fideicomiso de garantía y/o fuente de Pago en los términos del artículo 16.16 del Libro Décimo Sexto del Código Administrativo del Estado de México, el cual fue derogado con la publicación y entrada en vigor de la LAPPEMM.

Actualmente, el Fideicomiso 2253-0 representa para los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS), una fuente Alterna de Pago y también el vehículo que a través se tiene contratada una Garantía de Pago Oportuno con el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C., Institución de Banca de Desarrollo ("BANOBRAS").

Por lo anterior, la realización del proyecto requiere la modificación al Fideicomiso 2253-0 o la constitución de un nuevo fideicomiso con el ISERTP, mediante las autorizaciones previstas en el contrato de Fideicomiso 2253-0 derivado de los compromisos estatales y los derechos adquiridos preexistentes a efecto de que el ISERTP funja como una fuente alterna de pago para el proyecto. Asimismo, como en el caso de proyectos PPS del Estado de México, será necesario negociar una garantía de pago oportuno (GPO) con Banobras.

4.17 ANÁLISIS DE LA OFERTA

El grado de calidad de servicio que resultante en cada tramo de la Red Caminos del Sur del Estado de México, se analiza de acuerdo a los estándares de desempeño que le son exigidos de acuerdo a su categoría.

El detalle de las intervenciones necesarias en cada camino se encuentra en el Anexo B de Estudios técnicos en los apartados:

3) Análisis de Intervenciones

4) Programas Calendarizados de Referencia

Los umbrales de desempeño establecidos para cada tipo de camino se encuentran en el Anexo B de Estudios técnicos en el apartado:

9) Fichas de los estándares de desempeño.

En las siguientes tablas se expone un breve comparativo de la situación actual de los tramos y la situación de los tramos con proyecto.

Categoría A

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 1. (IX6204). Libramiento Ixtapan de la Sal		
Longitud (km)	2.52	2.52
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	3	3
Ancho de sección (m)	11	11
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.57	3
TDPA (veh/día)	5409	5409

Tabla 133. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 1 (IX6204)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 14. (IX3206). Km. 58.0 (Tenancingo-Villa Guerrero)-San Miguel		
Longitud (km)	4.50	4.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.22	3
TDPA (veh/día)	5713	5713

Tabla 134. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 14 (IX3206)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 22 (IX0152) Tenancingo-Teneria-Tecomatlán-San Simón El Alto		
Longitud (km)	12.10	12.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	5.31	3
TDPA (veh/día)	11204	11204

Tabla 135. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 22 (IX0152)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 27. (IX1463) Km. 5.7 (Jajalpa-San Francisco Tepexoxuca)-Joquicingo		
Longitud (km)	3	3
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	6.05	3
TDPA (veh/día)	4548	4548

Tabla 136. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 27 (IX1463)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 28 (IX6207). Libramiento de Techuchulco		
Longitud (km)	1.23	1.23
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	9	9
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.26	3
TDPA (veh/día)	10685	10685

Tabla 137. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 28 (IX6207)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 31 (IX0200) Santiago Tianguistenco-Chalma		
Longitud (km)	30.20	30.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.4	3
TDPA (veh/día)	3134	3134

Tabla 138. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 31 (IX0200)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 38 (IX0036) Zinacantepec-Sultepec-San Miguel Totolmaloya		
Longitud (km)	106	106
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	3.56	3
TDPA (veh/día)	4843	4843

Tabla 139. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 38 (IX0036)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 47 (TE3049) Valle de Bravo-Santo Tomás de los Plátanos-Zuluapan -Lím. Méx. /Mich.		
Longitud (km)	70	70
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.66	3
TDPA (veh/día)	5453	5453

Tabla 140. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 47 (TE3049)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 48 (TE0250) Km. 7.5 (Toluca-Morelia) San Francisco Tlalcilalcalpan-Valle de Bravo		
Longitud (km)	36.50	36.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.2	3
TDPA (veh/día)	4662	4662

Tabla 141. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 48 (TE0250)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 62 (TE0032) Tejupilco-Amatepec-Tlatlaya		
Longitud (km)	49.20	49.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.74	3
TDPA (veh/día)	4646	4646

Tabla 142. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 62 (TE0032)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 64 (TE1063) Libramiento de Tejupilco		
Longitud (km)	5.90	5.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7.5	7.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	8.73	3
TDPA (veh/día)	11483	11483

Tabla 143. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 64 (TE1063)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 73 (TE3054) Acceso Avándaro		
Longitud (km)	4.50	4.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.37	3
TDPA (veh/día)	5247	5247

Tabla 144. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 73 (TE3054)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 74 (TE0083) Km. 40.5 (Toluca-Cd. Altamirano) Valle de Bravo		
Longitud (km)	36.30	36.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	8.4	8.4
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.49	3
TDPA (veh/día)	11345	11345

Tabla 145. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 74 (TE0083)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 77 (TL0245) Km. 10.1 (Toluca-Temascaltepec) Zinacantepec		
Longitud (km)	3.80	3.80
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	2	2
Ancho de sección (m)	16.12	16.12
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.81	3
TDPA (veh/día)	16074	16074

Tabla 146. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 77 (TL0245)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 78 (TL0250) Km. 7.5 (Toluca-Morelia) Valle de Bravo		
Longitud (km)	3.50	3.50
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	3.72	3
TDPA (veh/día)	21794	21794

Tabla 147. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 78 (TL0250)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 80 (TL0211) Km.12.5 (Toluca-Metepec-Tenango) Calimaya-Zaragoza		
Longitud (km)	3.80	3.80
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	2	2
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.88	3
TDPA (veh/día)	10339	10339

Tabla 148. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 80 (TL0211)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 81 (TL0337) Toluca-Metepec-Tenango del Valle		
Longitud (km)	23.50	23.50
Tipo de carretera	A	A
Número de carriles	3	3
Ancho de sección (m)	25.23	25.23
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.29	3
TDPA (veh/día)	76771	76771

Tabla 149. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 81 (TL0337)

Categoría B

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 2 (IX6209) Libramiento de Tonatico		
Longitud (km)	1.90	1.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7.50	7.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.54	4
TDPA (veh/día)	3392	3392

Tabla 150. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 2 (IX6209)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 7 (IX0141) Km. 71.9 (Villa Guerrero-Ixtapan)-Totolmajac		
Longitud (km)	8.10	8.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.81	4
TDPA (veh/día)	1548	1548

Tabla 151. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 7 (IX0141)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 8 (IX0113) San Alejo-Limites Edo. de México/Guerrero (Pilcaya)		
Longitud (km)	8	8
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.20	4.00
TDPA (veh/día)	2394	2394

Tabla 152. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 8 (IX0113)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 9 (IX0108) San Alejo-Puente de Los Sabinos		
Longitud (km)	16.10	16.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.53	4
TDPA (veh/día)	3290	3290

Tabla 153. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 9 (IX0108)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 10 (IX1141) Coatepec Harinas-Totolmajac		
Longitud (km)	12.80	12.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Bueno	Bueno
IRI (m/km)	2.71	4
TDPA (veh/día)	1953	1953

Tabla 154. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 10 (IX1141)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 13 (IX0142) Km. 60.5 (Tenancingo-Villa Guerrero)-Zacango-Totolmajac		
Longitud (km)	18.60	18.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.37	4
TDPA (veh/día)	2697	2697

Tabla 155. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 13 (IX0142)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 16 (IX0099) Km. 32.0 (Zinacantepec-Sultepec)-Chiltepec-Coatepec Harinas-Ixtapan de la Sal		
Longitud (km)	57.70	57.70
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.10	4
TDPA (veh/día)	2045	2045

Tabla 156. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 16 (IX099)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 18 (IX0092) Km 47.0 (Zinacantepec - Sultepec)- Almoloya de Alquisiras- Zacualpan.		
Longitud (km)	43	43
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.15	4
TDPA (veh/día)	3341	3341

Tabla 157. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 18 (IX0092)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 23 (IX0154) Tenería-San Nicolás		
Longitud (km)	7.60	7.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.69	4
TDPA (veh/día)	2587	2587

Tabla 158. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 23 (IX0154)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 24 (IX0159) Tenancingo-EL Carmen		
Longitud (km)	8.60	8.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.41	4
TDPA (veh/día)	3449	3449

Tabla 159. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 24 (IX0159)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 25 (IX0166) Tenancingo-Zumpahuacán-San Gaspar- Limites Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)		
Longitud (km)	44.30	44.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.87	4
TDPA (veh/día)	4100	4100

Tabla 160. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 25 (IX0166)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 26 (IX1031) San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techuchulco		
Longitud (km)	18.50	18.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.45	4
TDPA (veh/día)	2386	2386

Tabla 161. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 26 (IX1031)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 29 (IX0185) Km. 33.9 (Malinalco-Chalma)-Limite con Edo. de México/Morelos (San Andrés Nicolás Bravo)		
Longitud (km)	29.50	29.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.66	4
TDPA (veh/día)	1227	1227

Tabla 162. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 29 (IX0185)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 33 (IX0193) Km. 29.2 (México-Chalma)- Limites Edo. de México/Morelos (Cuernavaca)		
Longitud (km)	25.70	25.70
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
IRI (m/km)	4	4
TDPA (veh/día)	1619	1619

Tabla 163. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 33 (IX0193)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 35 (IX0192) Km. 31.3 (México-Chalma)-Ocuilan-E. C. (Cuernavaca)		
Longitud (km)	4.20	4.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.48	4
TDPA (veh/día)	2501	2501

Tabla 164. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 35 (IX0192)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 36 (IX6208) Libramiento del Ahuehuete		
Longitud (km)	1.20	1.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	2	2
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.01	4
TDPA (veh/día)	1304	1304

Tabla 165. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 36 (IX6208)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 37 (IX0196) Santa Mónica-Santa Cruz Tezontepec		
Longitud (km)	7.10	7.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.47	4
TDPA (veh/día)	2203	2203

Tabla 166. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 37 (IX0196)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 39 (IX1033) Libramiento de Sultepec		
Longitud (km)	3.60	3.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.32	4
TDPA (veh/día)	1633	1633

Tabla 167. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 39 (IX1033)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 43 (TE0002) Km.133.4 (Toluca-Cd. Altamirano)-Cerro del Campo -San Pedro Limón-Lím. Méx. /Gro.		
Longitud (km)	65	65
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.17	4
TDPA (veh/día)	1247	1247

Tabla 168. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 43 (TE0002)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 51 (TE1016) Km. 24.8 (A Ixtapan del Oro) Chirimoyo-San Juan Xoconusco-El Capulín-Llano, Redondo-Lím. Méx. /Mich.		
Longitud (km)	14.50	14.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6	4
TDPA (veh/día)	1874	1874

Tabla 169. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 51 (TE1016)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 52 (TE1374) Km. 19.5 (A Ixtapan del Oro) Donato Guerra		
Longitud (km)	8.80	8.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.06	4
TDPA (veh/día)	2395	2395

Tabla 170. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 52 (TE1374)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 53 (TE00374) El Salitre-Nanchititla Km.17.0 (Monumento-Valle de Bravo) Donato Guerra		
Longitud (km)	6.80	6.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Malo	Bueno
IRI (m/km)	4.08	4
TDPA (veh/día)	3074	3074

Tabla 171. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 53 (TE00374)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 54 (TE0376) Km. 63.5 (Toluca-Morelia) - Ixtapan del Oro.		
Longitud (km)	31.50	31.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.48	4
TDPA (veh/día)	1335	1335

Tabla 172. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 54 (TE0376)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 55 (TE1376) Libramiento San José Villa de Allende		
Longitud (km)	1.10	1.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.27	4
TDPA (veh/día)	3191	3191

Tabla 173. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 55 (TE1376)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 58 (TE0031) Km. 12.1 (El Grupo Nuevo Copaltepec)-Palmar Chico.		
Longitud (km)	10.40	10.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.76	4
TDPA (veh/día)	1685	1685

Tabla 174. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 58 (TE0031)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 60 (TE3032) Libramiento de Amatepec		
Longitud (km)	2.90	2.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4	4
TDPA (veh/día)	1238	1238

Tabla 175. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 60 (TE3032)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 65 (TE0076) Km.76.3 (Toluca-Cd. Altamirano) San Simón de Guerrero		
Longitud (km)	6.10	6.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	6.67	4
TDPA (veh/día)	1549	1549

Tabla 176. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 65 (TE0076)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 68 (TE0081) Km. 45.7 (Toluca-Cd. Altamirano) Tequesquipan		
Longitud (km)	7.90	7.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.72	4
TDPA (veh/día)	1088	1088

Tabla 177. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 68 (TE0081)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 70 (TE0071) Km. 13.5 (El Fresno-Temascaltepec) San Pedro Tenayac -Zacazonapan		
Longitud (km)	33.60	33.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.26	4
TDPA (veh/día)	1280	1280

Tabla 178. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 70 (TE0071)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 71 (TE0086) El Fresno-Temascaltepec		
Longitud (km)	17.80	17.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4.57	4
TDPA (veh/día)	3578	3578

Tabla 179. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 71 (TE0086)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 72 (TE0087) Km.30.8 (Valle de Bravo-San Francisco de los Ranchos) Circuito Avándaro		
Longitud (km)	10.60	10.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.50	6.50
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.28	4
TDPA (veh/día)	1185	1185

Tabla 180. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 72 (TE0087)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 75 (TL0036) La Puerta Sultepec-San Miguel Totolmaloya		
Longitud (km)	17.50	17.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.72	6.72
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	4	4
TDPA (veh/día)	2982	2982

Tabla 181. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 75 (TL0036)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 79 (TL8002) Calimaya-San Felipe Tlalmimilolpan		
Longitud (km)	9	9
Tipo de carretera	B	B
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	7.19	4
TDPA (veh/día)	2493	2493

Tabla 182. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 79 (TL8002)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 82 (TL1031) San Francisco Tepexoxuca-San Pedro Techochulco y Libramiento		
Longitud (km)	11	11
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
IRI (m/km)	5.45	4
TDPA (veh/día)	2178	2178

Tabla 183. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 82 (TL1031)

Categoría C

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 3 (IX0123) Tonatico-El Salto		
Longitud (km)	1.20	1.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	803	803

Tabla 184. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 3 (IX0123)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 4 (IX0114) Km. 95.0 (Tonatico-Taxco)-Grutas de la Estrella		
Longitud (km)	2.00	2.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	86	86

Tabla 185. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 4 (IX0114)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 5 (IX0130) Ixtapan-Plan de San Miguel		
Longitud (km)	3.40	3.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	5	5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	127	127

Tabla 186. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 5 (IX0130)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 6 (IX0175) Km. 4.7 (A San Miguel Laderas)-Tequimilpa		
Longitud (km)	17.00	17.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	4	4
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Terracería	Bueno
TDPA (veh/día)	S/D	S/D

Tabla 187. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 6 (IX0175)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 11 (IX0136) Porfirio Díaz-El Carmen		
Longitud (km)	5.30	5.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	97	97

Tabla 188. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 11 (IX0136)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 12 (IX1130) Plan de San Miguel-Porfirio Díaz		
Longitud (km)	7.90	7.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	650	650

Tabla 189. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 12 (IX1130)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 15 (IX0390) Coatepec Harinas-Nevado de Toluca		
Longitud (km)	38.00	38.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	996	996

Tabla 190. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 15 (IX0390)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 17 (IX0098) Chiltepec-Las Vueltas		
Longitud (km)	5.00	5.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	449	449

Tabla 191. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 17 (IX0098)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 19 (IX0001) San Antonio del Rosario-Zacualpan		
Longitud (km)	51.40	51.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	430	430

Tabla 192. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 19 (IX0001)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 20 (IX0097) Km. 0.4 (Vuelta del Agua-Almoloya)-Arroyo Seco-Chiquiontepec-Capulmanca		
Longitud (km)	7.20	7.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	488	488

Tabla 193. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 20 (IX0097)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 21 (IX1098) Almoloya de Alquisiras-Las Mesas		
Longitud (km)	6.50	6.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	495	495

Tabla 194. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 21 (IX1098)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 30 (IX0189) Puente Caporal-Tepehuajes-E. C. Km. 12.0 (A San Andrés Nicolas Bravo)		
Longitud (km)	6.60	6.60
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	724	724

Tabla 195. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 30 (IX0189)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 32 (IX0198) Km. 19.8 (México-Chalma)-Laguas de Zempoala (Limites Edo. de México/Morelos)		
Longitud (km)	15.00	15.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	184	184

Tabla 196. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 32 (IX0198)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 34 (IX0194) Km. 24.6 (Ocuilan-Cuernavaca)-Tlatempan-Ahuatenco		
Longitud (km)	10.10	10.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	691	691

Tabla 197. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 34 (IX0194)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 40 (IX0033) Amatepec-La Goleta-Sultepec		
Longitud (km)	43.10	43.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	649	649

Tabla 198. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 40 (IX0033)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 41 (IX0057) Km. 53.4 (Zinacantepec-Sultepec)-E.C. (Tejupilco-Amatepec)		
Longitud (km)	9.80	9.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	425	425

Tabla 199. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 41 (IX0057)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 42 (TE0001) San Antonio del Rosario-Zacualpan		
Longitud (km)	65.20	65.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7.5	7.5
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	246	246

Tabla 200. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 42 (TE001)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 44 (TE0045) Km. 103.5 (Toluca-Cd. Altamirano) El Estanco-El Corupo		
Longitud (km)	37.40	37.40
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	507	507

Tabla 201. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 44 (TE0045)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 45 (TE0046) El Salitre-Nanchititla		
Longitud (km)	31.10	31.10
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.5	6.5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	146	146

Tabla 202. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 45 (TE0046)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 46 (TE0050) Zuluapan-Zacazonapan-Luvianos-Cuadrilla de López		
Longitud (km)	50.20	50.20
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
TDPA (veh/día)	1031	1031

Tabla 203. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 46 (TE0050)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 49 (TE0338) Km. 36.4 (Toluca-Valle de Bravo)-Turcio		
Longitud (km)	8.80	8.80
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	5.5	5.5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Bueno	Bueno
TDPA (veh/día)	510	510

Tabla 204. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 49 (TE0338)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 50 (TE3048) San Nicolás Tolentino-Ixtapan del Oro-Lím. Mex/Mich		
Longitud (km)	46.00	46.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	5	5
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	393	393

Tabla 205. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 50 (TE3048)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 56 (TE0004) Los Ocotes-Santa Ana Zicatecoyacan-E. Km. 10.2 (San Antonio del Rosario-Zacualpan)		
Longitud (km)	33.30	33.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	763	763

Tabla 206. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 56 (TE0004)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 57 (TE0024) Puerto Frio-Cerro del Campo		
Longitud (km)	12.30	12.30
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	669	669

Tabla 207. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 57 (TE0024)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 59 (TE0017) Km. 146.0 (Toluca-Cd. Altamirano)-Palmar Chico-Palmar Grande.		
Longitud (km)	36.90	36.90
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Llano	Llano
Estado físico	Sin datos	Bueno
TDPA (veh/día)	236	236

Tabla 208. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 59 (TE0017)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 61 (TE0033) Amatepec-La Goleta-Sultepec.		
Longitud (km)	18.00	18.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	Sin datos	Sin datos
Ancho de sección (m)	6	6
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	4.81	4.81

Tabla 209. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 61 (TE0033)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 63 (TE0057) km. 53.4 / (La Puerta-Sultepec)-E. Km.5.0 (Tejupilco-Tlatlaya)		
Longitud (km)	26.00	26.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	805	805

Tabla 210, Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 63 (TE0057)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 66 (TE1076) San Simón de Guerrero-Las Juntas		
Longitud (km)	21.00	21.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	5	5
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	73	73

Tabla 211. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 66 (TE1076)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 67 (TE6019) San Simón de Guerreros-San Andrés de los Gama.		
Longitud (km)	7.00	7.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Regular	Bueno
TDPA (veh/día)	309	309

Tabla 212. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 67 (TE6019)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 69 (TE6023) Temascaltepec-Las Juntas		
Longitud (km)	27.50	27.50
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	7	7
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Malo	Bueno
TDPA (veh/día)	749	749

Tabla 213. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 69 (TE6023)

CONCEPTO	SITUACIÓN OPTIMIZADA SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
Tramo 76 (TL0306) Km. 7.5 (La Puerta-Sultepec) Nevado de Toluca		
Longitud (km)	20.00	20.00
Tipo de carretera	C	C
Número de carriles	1	1
Ancho de sección (m)	6.17	6.17
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Estado físico	Terracería	Bueno
TDPA (veh/día)	S/D	S/D

Tabla 214. Comparativo de la oferta en la situación optimizada y con proyecto del tramo 76 (TL0306)

4.18 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Dentro de los trabajos de campo contratados por la Junta de Caminos del Estado de México se incluye un estudio de tránsito que permite conocer los flujos vehiculares en la región sur del Estado.

El análisis de la demanda se realiza a partir de los trabajos realizados por Avanti Engineering Group para la Junta de Caminos del Estado de México en el mes de diciembre de 2018.

Avanti determina la proyección del tránsito en los años futuros a partir de unas tasas de crecimiento determinadas para cada camino en función del crecimiento que se ha venido registrando en las diferentes zonas.

En estas tasas de crecimiento no se está teniendo en cuenta la posible atracción de demanda a generar por el proyecto.

Tabla 215 Demanda Actual y crecimiento previsto.

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA		
				2018	2029	2049
1	IX6204	2.52	1.12%	2,512	2,808	3,510
1	IX6204	2.52	1.12%	2,897	3,240	4,049
2	IX6209	1.90	1.12%	1,667	1,863	2,329
2	IX6209	1.90	1.12%	1,725	1,929	2,411
3	IX0123	1.20	1.12%	803	898	1,123
4	IX0114	2.00	2.72%	86	112	192
5	IX0130	3.40	1.12%	127	141	177
6	IX0175	17.00	2.76%	S/D	S/D	S/D
7	IX0141	8.10	1.12%	1,548	1,730	2,163
8	IX0113	8.00	1.12%	2,394	2,677	3,346

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA		
				2018	2029	2049
9	IX0108	16.10	1.12%	3,290	3,678	4,598
10	IX1141	12.80	2.76%	1,953	2,565	4,423
11	IX0136	5.30	2.76%	51	66	114
11	IX0136	5.30	2.76%	46	61	105
12	IX1130	7.90	2.76%	650	854	1,472
13	IX0142	18.60	1.12%	2,697	3,015	3,769
14	IX3206	4.50	0.39%	5,713	5,941	6,426
15	IX0390	38.00	2.76%	996	1,308	2,256
16	IX0099	57.70	2.76%	2,045	2,686	4,631
17	IX0098	5.00	2.76%	449	589	1,016
18	IX0092	43.00	1.44%	3,341	3,855	5,130
19	IX0001	51.40	2.72%	430	563	963
20	IX0097	7.20	1.44%	488	563	750
21	IX1098	6.50	1.44%	495	571	761
22	IX0152	12.10	0.39%	5,977	6,217	6,724
22	IX0152	12.10	0.39%	5,227	5,436	5,880
23	IX0154	7.60	0.39%	2,587	2,691	2,911
24	IX0159	8.60	0.39%	3,449	3,587	3,880
25	IX0166	44.30	0.39%	4,100	4,264	4,613
26	IX1031	18.50	0.39%	2,386	2,481	2,684
27	IX1463	3.00	0.39%	2,267	2,358	2,550
27	IX1463	3.00	0.39%	2,281	2,372	2,566
28	IX6207	1.23	0.39%	10,685	11,113	12,020
29	IX0185	29.50	3.39%	1,227	1,711	3,330

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA		
				2018	2029	2049
30	IX0189	6.60	3.39%	724	1,011	1,967
31	IX0200	30.20	1.00%	3,134	3,462	4,224
32	IX0198	15.00	1.66%	184	217	301
33	IX0193	25.70	1.00%	1,619	1,789	2,183
34	IX0194	10.10	1.00%	691	764	932
35	IX0192	4.20	1.00%	2,501	2,763	3,371
36	IX6208	1.20	1.00%	1,304	1,440	1,757
37	IX0196	7.10	1.00%	2,203	2,434	2,970
38	IX0036	106.00	1.44%	4,843	5,587	7,435
39	IX1033	3.60	4.10%	1,633	2,440	5,451
40	IX0033	43.10	4.10%	649	971	2,169
41	IX0057	9.80	4.10%	425	635	1,419
42	TE0001	65.20	0.86%	246	268	318
43	TE0002	65.00	2.76%	1,247	1,638	2,826
44	TE0045	37.40	2.76%	507	665	1,148
45	TE0046	31.10	2.76%	146	191	330
46	TE0050	50.20	1.09%	1,031	1,149	1,427
47	TE3049	70.00	1.71%	5,453	6,460	9,068
48	TE0250	36.50	1.71%	4,662	5,523	7,753
49	TE0338	8.80	1.71%	510	604	849
50	TE3048	46.00	-3.91%	393	264	119
51	TE1016	14.50	-3.91%	1,874	1,257	566
52	TE1374	8.80	0.45%	2,395	2,505	2,741
53	TE00374	6.80	0.45%	3,074	3,215	3,518

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA		
				2018	2029	2049
54	TE0376	31.50	-3.91%	1,335	896	403
55	TE1376	1.10	-3.91%	3,191	2,141	964
56	TE0004	33.30	0.86%	411	448	532
56	TE0004	33.30	0.86%	352	384	456
57	TE0024	12.30	2.76%	669	879	1,516
58	TE0031	10.40	2.76%	1,685	2,214	3,819
59	TE0017	36.90	2.76%	236	310	535
60	TE3032	2.90	0.86%	1,238	1,349	1,602
61	TE0033	18.00	0.86%	481	524	622
62	TE0032	49.20	0.86%	4,646	5,063	6,013
63	TE0057	26.00	0.86%	805	877	1,042
64	TE1063	5.90	0.86%	11,483	12,514	14,863
65	TE0076	6.10	0.28%	1,549	1,594	1,687
66	TE1076	21.00	0.28%	73	75	79
67	TE6019	7.00	0.28%	309	318	337
68	TE0081	7.90	0.28%	1,088	1,120	1,185
69	TE6023	27.50	0.28%	749	771	816
70	TE0071	33.60	1.09%	1,280	1,427	1,772
71	TE0086	17.80	0.28%	3,578	3,681	3,896
72	TE0087	10.60	-0.75%	1,185	1,098	944
73	TE3054	4.50	-0.75%	5,247	4,865	4,182
74	TE0083	36.30	-0.75%	11,345	10,519	9,042
75	TL0036	17.50	4.54%	2,982	4,649	11,296
76	TL0306	20.00	0.37%	S/D	S/D	S/D

NO. CONSECUTIVO	ID TRAMO	LONGITUD (KM)	TASA DE CRECIMIENTO (%)	TDPA		
				2018	2029	2049
77	TL0245	3.80	1.29%	7,753	8,811	11,382
77	TL0245	3.80	1.29%	8,322	9,459	12,218
78	TL0250	3.50	1.21%	21,794	24,577	31,257
79	TL8002	9.00	4.10%	2,493	3,726	8,323
80	TL0211	3.80	1.60%	4,790	5,615	7,712
80	TL0211	3.80	1.60%	4,922	5,768	7,923
81	TL0337	23.50	0.57%	35,702	37,793	42,349
81	TL0337	23.50	0.57%	41,069	43,475	48,716
82	TL1031	11.00	0.81%	2,178	2,362	2,777

Fuente: AVANTI Mejorar la infraestructura carretera de la región sur del Estado de México. (Trabajos de tránsito).

4.19 INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA

4.19.1 COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR.

En el caso de conservación de carreteras, la oferta está limitada por las carreteras existentes y su estado. Considerando que para el usuario de una vía es importante el estado superficial del pavimento, más allá de su estado estructural, se considera como variable principal para la oferta la irregularidad del pavimento, la cual tiene como principal indicador el Índice de Regularidad Internacional o IRI, el cual es la variable principal para la determinación del costo de operación vehicular (COV) y su sensibilidad.

Para los proyectos y programas de mantenimiento se considera que el Costo de Operación Vehicular es la mejor variable que interrelaciona la oferta y la demanda, dado que en éste se ve el efecto positivo o negativo que tiene en el usuario una variación del estado superficial del camino, siendo el COV el coste que asume el usuario por circular en una carretera dadas las condiciones físicas de la misma.

Para valorar estos costes vehiculares y su incremento en el tiempo se ha cargado en el programa HDM4 la red vehicular con su estado tras la rehabilitación inicial y conservación con el proyecto y se han calculado los costos de operación vehicular y el valor del tiempo de los ocupantes.

Tabla 216. Costos de Operación Vehicular. Proyecto

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX6204	325.8	26.3	25.7	26.0	26.3	26.7	26.9	27.2	27.5	27.9	28.1	28.5	28.8
IX6209	186.9	15.0	14.7	14.9	15.1	15.3	15.4	15.6	15.8	16.0	16.1	16.3	16.5
IX0123	20.5	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8
IX0114	4.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
IX0130	9.1	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
IX0141	279.0	23.2	21.9	22.2	22.4	22.8	23.0	23.2	23.5	23.8	24.0	24.3	24.6
IX0113	406.3	33.2	32.0	32.3	32.7	33.2	33.5	33.9	34.3	34.8	35.1	35.5	36.0
IX0108	1,499.4	124.7	117.8	119.2	120.5	122.3	123.3	124.7	126.2	128.0	129.2	130.8	132.6
IX1141	809.6	58.0	59.3	60.9	62.6	64.5	66.2	68.0	69.9	72.1	73.9	76.0	78.2
IX0136	11.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
IX1130	126.8	9.2	9.3	9.5	9.8	10.1	10.4	10.6	10.9	11.3	11.6	11.9	12.2
IX0142	1,415.0	113.0	111.5	112.8	114.1	115.7	116.7	118.1	119.5	121.2	122.4	124.1	125.8
IX3206	580.9	49.0	47.4	47.6	47.8	48.1	48.1	48.3	48.5	48.8	48.9	49.1	49.3
IX0390	1,010.5	73.5	73.8	75.9	78.0	80.4	82.4	84.7	87.1	89.8	92.2	94.9	97.7
IX0099	3,610.2	268.7	263.3	270.6	278.1	286.6	293.8	302.1	310.6	320.4	328.8	338.5	348.7
IX0098	64.8	4.9	4.7	4.9	5.0	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.9	6.1	6.2
IX0092	3,707.2	290.1	287.9	292.1	296.4	301.7	305.6	310.5	315.1	319.8	324.0	329.3	334.7
IX1098	78.8	6.3	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1
IX0152	2,700.0	228.8	219.9	220.8	221.7	223.2	223.6	224.5	225.4	227.0	227.4	228.3	229.3
IX0154	491.9	41.2	40.1	40.3	40.4	40.7	40.8	40.9	41.1	41.4	41.5	41.7	41.9
IX0159	637.6	53.2	52.0	52.2	52.4	52.8	52.9	53.1	53.3	53.7	53.8	54.0	54.3
IX0166	5,334.1	456.4	434.2	436.0	437.8	440.8	441.4	443.3	445.1	447.9	448.5	450.4	452.4
IX1031	647.8	55.4	52.6	52.9	53.1	53.5	53.5	53.8	54.0	54.4	54.6	54.9	55.2
IX1463	312.1	26.8	25.4	25.5	25.6	25.8	25.8	26.0	26.0	26.2	26.2	26.3	26.4
IX6207	258.7	22.4	21.0	21.1	21.2	21.3	21.4	21.5	21.6	21.7	21.8	21.8	21.9
IX0185	1,106.1	78.1	78.6	81.3	84.0	87.1	89.8	92.9	96.0	99.6	102.7	106.2	109.8
IX0189	137.8	9.7	9.8	10.1	10.5	10.9	11.2	11.6	12.0	12.4	12.8	13.2	13.7
IX0200	2,970.8	241.0	235.5	237.9	240.4	243.5	245.4	248.0	250.5	253.5	255.5	258.3	261.3
IX0198	107.4	8.3	8.3	8.4	8.6	8.7	8.8	9.0	9.1	9.3	9.5	9.6	9.8
IX0193	1,015.2	81.2	80.6	81.4	82.3	83.3	83.9	84.8	85.7	86.8	87.4	88.4	89.3
IX0194	187.3	15.5	14.8	15.0	15.1	15.3	15.4	15.6	15.8	16.0	16.1	16.3	16.4
IX0192	272.7	22.4	21.6	21.8	22.0	22.3	22.5	22.7	22.9	23.3	23.4	23.7	24.0
IX6208	45.2	3.7	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	4.0
IX0196	362.5	30.1	28.6	28.9	29.2	29.6	29.8	30.1	30.4	30.9	31.2	31.6	32.1
IX0036	14,236.0	1,106.2	1,105.4	1,121.6	1,138.1	1,158.1	1,172.1	1,189.7	1,207.8	1,230.1	1,247.0	1,268.6	1,291.3
IX1033	213.8	14.6	14.6	15.2	15.9	16.6	17.2	17.9	18.7	19.5	20.3	21.1	22.1
IX0057	144.7	9.8	9.9	10.3	10.8	11.2	11.7	12.2	12.7	13.2	13.7	14.3	14.9
TE0002	2,389.9	179.9	174.4	179.3	184.3	189.9	194.6	200.0	205.6	211.9	217.2	223.3	229.5
TE0045	617.9	44.5	45.3	46.5	47.8	49.3	50.5	51.9	53.3	55.0	56.3	57.9	59.5
TE0046	126.9	9.3	9.3	9.5	9.8	10.1	10.4	10.6	10.9	11.3	11.6	11.9	12.2
TE0050	1,395.5	112.2	110.3	111.5	112.7	114.3	115.2	116.5	117.8	119.4	120.4	121.8	123.2
TE3049	10,573.1	824.9	811.6	825.7	840.0	856.9	869.4	884.5	899.9	917.5	931.0	947.4	964.4

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
TE0250	3,947.3	306.6	303.2	308.4	313.8	320.1	324.8	330.5	336.0	342.6	347.6	353.7	359.9
TE0338	109.7	8.4	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.2	9.3	9.5	9.7	9.9	10.0
TE3048	334.6	35.7	32.9	31.6	30.3	29.2	28.0	26.9	25.9	25.0	23.9	23.0	22.1
TE1016	607.2	65.6	59.5	57.1	54.9	53.0	50.9	49.0	47.0	45.2	43.3	41.7	40.1
TE1374	455.8	37.8	37.0	37.2	37.4	37.7	37.8	37.9	38.1	38.4	38.6	38.8	39.1
E00374	513.8	42.7	41.8	42.0	42.2	42.5	42.6	42.8	43.0	43.3	43.4	43.7	44.0
TE0376	1,289.0	137.5	126.3	121.4	116.7	112.5	107.9	103.9	100.1	96.1	92.2	88.8	85.5
TE1376	53.4	5.7	5.2	5.0	4.8	4.7	4.5	4.3	4.1	4.0	3.8	3.7	3.6
TE0004	653.6	53.1	52.1	52.6	53.1	53.7	54.0	54.5	55.0	55.6	56.0	56.6	57.2
TE0024	249.8	18.8	18.2	18.7	19.3	19.8	20.3	20.9	21.5	22.1	22.7	23.3	24.0
TE0031	493.5	37.5	36.0	37.0	38.0	39.2	40.2	41.3	42.4	43.7	44.8	46.1	47.4
TE3032	106.0	8.5	8.5	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3
TE0033	237.7	19.3	19.0	19.2	19.3	19.5	19.7	19.8	20.0	20.2	20.4	20.6	20.8
TE0032	6,090.9	496.0	486.4	490.7	495.0	500.7	503.8	508.2	512.8	518.4	521.6	526.3	531.1
TE0057	520.2	44.3	41.4	41.7	42.1	42.6	42.8	43.2	43.6	44.1	44.4	44.8	45.2
TE1063	1,476.1	121.6	117.7	118.8	119.8	121.2	121.9	123.0	124.1	125.6	126.3	127.5	128.6
TE0076	196.2	17.1	16.0	16.1	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.4	16.4	16.5	16.5
TE1076	35.7	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TE6019	56.1	4.7	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.8
TE0081	225.7	19.6	18.4	18.5	18.5	18.7	18.7	18.7	18.8	18.9	18.9	19.0	19.0
TE6023	534.9	45.9	43.7	43.9	44.0	44.3	44.3	44.4	44.6	44.8	44.8	45.0	45.2
TE0071	1,364.2	110.8	107.7	108.8	110.0	111.6	112.5	113.8	115.0	116.6	117.7	119.1	120.6
TE0086	1,611.4	135.6	131.9	132.3	132.7	133.5	133.5	133.9	134.4	135.2	135.5	136.2	136.9
TE0087	279.3	24.7	24.0	23.8	23.6	23.5	23.3	23.1	22.9	22.8	22.6	22.5	22.4
TE3054	553.2	50.5	47.4	47.0	46.7	46.5	46.0	45.6	45.3	45.1	44.7	44.4	44.1
TE0083	9,874.2	883.5	847.3	841.2	835.2	831.5	823.5	817.5	811.2	806.1	798.1	792.4	786.7
TL0036	1,813.6	117.4	121.8	127.4	133.2	139.6	145.6	152.3	159.3	167.2	174.6	183.1	192.0
TL0245	1,083.0	88.2	84.6	85.7	86.9	88.3	89.2	90.3	91.4	92.9	93.9	95.2	96.6
TL0250	1,494.6	118.4	116.7	118.3	120.0	122.0	123.3	124.9	126.7	128.7	130.1	131.9	133.5
TL8002	928.2	65.4	63.4	66.0	68.7	71.8	74.7	78.0	81.0	84.4	87.8	91.5	95.5
TL0211	1,032.1	83.1	79.2	80.6	82.0	83.7	84.6	86.1	87.5	89.2	90.4	92.0	93.6
L0337a	12,502.0	1,058.4	1,001.8	1,009.7	1,017.9	1,029.0	1,035.0	1,040.3	1,047.4	1,054.8	1,060.2	1,069.0	1,078.8
L0337b	14,420.5	1,219.9	1,162.8	1,170.2	1,177.1	1,188.4	1,192.8	1,200.0	1,206.4	1,215.6	1,220.4	1,229.0	1,238.0
TL1031	598.7	49.5	47.8	48.2	48.6	49.2	49.4	49.9	50.3	50.8	51.2	51.6	52.1
Total	126,173.7	10,309.3	10,002.0	10,099.3	10,199.0	10,330.8	10,408.9	10,514.5	10,622.5	10,756.1	10,847.6	10,974.8	11,109.0

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia.

Tabla 217. Valor del Tiempo de los ocupantes. Proyecto.

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
IX6204	98.3	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7
IX6209	86.3	6.8	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.6
IX0123	13.3	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
IX0114	2.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
IX0130	17.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
IX0141	100.9	8.0	8.0	8.1	8.2	8.3	8.3	8.4	8.5	8.7	8.7	8.8	8.9
IX0113	188.2	14.8	14.9	15.1	15.2	15.4	15.6	15.7	15.9	16.1	16.3	16.5	16.7
IX0108	405.3	31.7	32.1	32.5	32.8	33.3	33.6	33.9	34.3	34.8	35.1	35.5	35.8
IX1141	274.3	19.7	20.2	20.7	21.3	21.9	22.5	23.1	23.7	24.4	25.0	25.6	26.3
IX0136	9.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
IX1130	46.8	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.5
IX0142	821.5	64.5	65.2	65.7	66.5	67.4	67.9	68.7	69.4	70.4	71.1	72.0	72.8
IX3206	385.3	31.6	31.5	31.6	31.8	32.0	32.0	32.1	32.3	32.5	32.5	32.7	32.8
IX0390	416.7	29.8	30.6	31.4	32.3	33.3	34.1	35.0	36.0	37.1	38.0	39.0	40.1
IX0099	1,189.0	85.2	87.3	89.7	92.1	94.9	97.3	99.9	102.7	105.8	108.4	111.4	114.4
IX0098	27.8	2.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7
IX0092	1,295.9	99.8	101.2	102.4	103.9	105.8	107.1	108.6	110.2	112.1	113.3	115.0	116.6
IX1098	47.6	4.2	4.3	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1	4.1	4.2
IX0152	1,592.1	130.1	130.2	130.8	131.3	132.2	132.3	132.8	133.4	134.2	134.4	134.9	135.5
IX0154	226.6	18.5	18.6	18.6	18.7	18.8	18.8	18.9	19.0	19.1	19.2	19.2	19.3
IX0159	271.3	22.2	22.2	22.3	22.4	22.5	22.5	22.6	22.7	22.9	22.9	23.0	23.1
IX0166	1,366.4	111.5	111.9	112.0	112.5	113.2	113.5	114.1	114.6	115.3	115.5	115.9	116.4
IX1031	285.3	23.3	23.4	23.4	23.5	23.7	23.7	23.8	23.9	24.1	24.1	24.2	24.3
IX1463	128.9	10.5	10.5	10.6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.9	10.9	10.9	11.0
IX6207	259.0	21.2	21.2	21.3	21.4	21.5	21.5	21.6	21.7	21.8	21.9	21.9	22.0
IX0185	596.7	41.2	42.6	43.9	45.4	47.1	48.5	50.2	51.8	53.8	55.5	57.4	59.3
IX0189	45.9	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.6
IX0200	1,793.1	141.6	142.8	144.0	145.4	147.3	148.6	150.0	151.5	153.5	154.6	156.1	157.7
IX0198	42.4	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9
IX0193	670.3	53.0	53.4	53.9	54.4	55.1	55.5	56.1	56.6	57.3	57.7	58.3	58.9
IX0194	83.8	6.6	6.7	6.7	6.8	6.9	6.9	7.0	7.1	7.2	7.2	7.3	7.4
IX0192	128.5	10.1	10.3	10.3	10.4	10.6	10.6	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.3
IX6208	20.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8
IX0196	255.5	20.3	20.3	20.5	20.7	21.0	21.2	21.4	21.6	21.9	22.0	22.2	22.5
IX0036	5,631.7	433.6	439.9	446.1	452.4	460.0	465.3	471.9	478.5	486.6	492.2	499.2	506.2
IX1033	103.6	6.9	7.2	7.4	7.7	8.1	8.4	8.7	9.1	9.5	9.8	10.3	10.7
IX0057	63.9	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.1	6.3	6.6
TE0002	950.4	68.1	69.7	71.6	73.6	75.8	77.7	79.9	82.1	84.6	86.7	89.1	91.5
TE0045	350.5	25.1	25.8	26.4	27.2	28.0	28.7	29.5	30.3	31.2	31.9	32.8	33.7
TE0046	49.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.8
TE0050	720.8	56.6	57.3	57.7	58.3	59.1	59.6	60.2	60.9	61.8	62.4	63.1	63.7
TE3049	5,952.5	451.8	459.1	466.0	474.0	483.3	490.2	498.6	507.2	518.3	525.6	534.6	543.7

Tramo	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
TE0250	1,825.9	138.9	140.6	143.0	145.5	148.4	150.5	153.1	155.7	158.8	161.0	163.8	166.6
TE0338	45.7	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2
TE3048	175.2	18.0	17.3	16.6	16.0	15.4	14.7	14.2	13.6	13.1	12.6	12.1	11.6
TE1016	209.2	21.5	20.7	19.8	19.1	18.4	17.6	16.9	16.3	15.7	15.0	14.4	13.9
TE1374	163.7	13.3	13.3	13.4	13.5	13.6	13.6	13.7	13.7	13.8	13.8	13.9	14.0
E00374	239.8	19.5	19.6	19.6	19.7	19.9	19.9	20.0	20.1	20.3	20.3	20.4	20.5
TE0376	1,120.5	115.5	110.6	106.2	102.1	98.4	94.3	90.6	87.1	83.9	80.4	77.3	74.2
TE1376	36.4	3.8	3.6	3.5	3.3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4
TE0004	241.4	19.2	19.4	19.5	19.7	19.9	20.0	20.1	20.3	20.6	20.7	20.9	21.1
TE0024	90.8	6.5	6.7	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.1	8.3	8.5	8.8
TE0031	195.2	14.0	14.3	14.7	15.1	15.6	16.0	16.4	16.9	17.4	17.8	18.3	18.8
TE3032	49.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.3
TE0033	103.5	8.2	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0
TE0032	2,238.6	177.8	179.5	180.2	182.5	184.6	185.7	187.2	188.8	191.1	192.1	193.8	195.4
TE0057	199.4	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.7	16.8	17.0	17.1	17.2	17.4
TE1063	1,492.3	118.8	119.5	120.5	121.6	123.0	123.7	124.8	125.8	127.3	128.0	129.1	130.2
TE0076	107.3	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.1
TE1076	40.1	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
TE6019	20.4	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
TE0081	100.3	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5
TE6023	212.4	17.5	17.5	17.5	17.6	17.7	17.7	17.7	17.8	17.9	17.9	17.9	18.0
TE0071	495.5	38.9	39.4	39.6	40.0	40.6	41.0	41.5	42.0	42.5	42.9	43.3	43.8
TE0086	607.2	49.9	50.0	50.0	50.2	50.4	50.4	50.6	50.8	51.1	51.1	51.3	51.4
TE0087	96.4	8.4	8.3	8.2	8.2	8.1	8.1	8.0	7.9	7.9	7.8	7.8	7.7
TE3054	221.7	19.2	19.1	18.9	18.7	18.7	18.5	18.4	18.3	18.2	18.0	17.9	17.7
TE0083	5,228.6	453.8	451.5	445.6	442.0	439.8	435.9	434.3	431.1	429.4	425.0	421.7	418.4
TL0036	630.1	40.8	42.6	44.4	46.4	48.6	50.6	52.9	55.5	58.2	60.6	63.3	66.2
TL0245	1,359.6	106.5	106.7	108.1	109.5	111.2	112.3	113.7	115.2	117.0	118.2	119.8	121.3
TL0250	1,072.7	83.8	84.6	85.6	86.6	87.9	88.7	89.8	90.9	92.2	93.1	94.2	95.4
TL8002	267.0	17.7	18.4	19.1	19.9	20.8	21.6	22.5	23.4	24.4	25.3	26.4	27.5
TL0211	313.0	24.0	24.2	24.6	25.0	25.5	25.8	26.2	26.6	27.1	27.5	27.9	28.4
L0337a	5,342.7	437.0	433.2	435.6	438.1	441.9	443.2	445.7	448.2	452.0	453.4	455.9	458.6
L0337b	6,118.1	498.1	496.2	499.1	501.9	506.2	507.7	510.6	513.5	517.8	519.3	522.3	525.3
TL1031	228.8	18.2	18.4	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.8	19.9
Total	57,904.4	4,614.3	4,636.9	4,667.5	4,707.8	4,761.6	4,791.5	4,836.4	4,880.8	4,941.1	4,974.3	5,021.9	5,070.4

Fuente: Salida HDM-4 y Elaboración Propia.

Tabla 218. Resumen de COV y Valor Tiempo Proyecto

Con Proyecto			
Año	**VOC**	**Valor tiempo**	**Suma**
2020	$ 10,309,286,056.80	$ 4,614,250,459.14	$ 14,923,536,515.94
2021	$ 10,001,980,476.03	$ 4,636,901,149.67	$ 14,638,881,625.71
2022	$ 10,099,279,842.75	$ 4,667,517,992.47	$ 14,766,797,835.21
2023	$ 10,199,001,817.13	$ 4,707,824,540.31	$ 14,906,826,357.44
2024	$ 10,330,806,828.70	$ 4,761,616,892.40	$ 15,092,423,721.10
2025	$ 10,408,899,155.58	$ 4,791,527,231.87	$ 15,200,426,387.45
2026	$ 10,514,489,116.47	$ 4,836,433,807.78	$ 15,350,922,924.25
2027	$ 10,622,503,643.78	$ 4,880,765,280.01	$ 15,503,268,923.79
2028	$ 10,756,102,396.36	$ 4,941,096,000.42	$ 15,697,198,396.78
2029	$ 10,847,559,799.77	$ 4,974,269,476.66	$ 15,821,829,276.43
2030	$ 10,974,822,392.53	$ 5,021,890,849.64	$ 15,996,713,242.17
2031	$ 11,109,012,343.08	$ 5,070,355,900.03	$ 16,179,368,243.11
Total	**$ 126,173,743,868.98**	**$ 57,904,449,580.40**	**$ 184,078,193,449.38**

Fuente: Elaboración propia

5 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

5.1 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

Para la cuantificación y valoración de los costos del proyecto se estimaron los costos Rehabilitación Inicial (inversión) y mantenimiento para el proyecto APP requeridos para el cumplimiento de los estándares de desempeño. Se asume que durante los primeros dos años del proyecto se realizarán las obras de Rehabilitación Inicial necesarias para que todos los tramos de la Red cumplan con los estándares de desempeño a más tardar a final del segundo año del contrato. Los costos se calcularon utilizando el programa de gestión vial Highway Development and Management system (HDM-4).

Considerando la Situación Actual sin proyecto y la longitud de la Red (1,637.8 km), desde el punto de vista técnico se analizaron la programación y el costo de las actividades de Rehabilitación Inicial y mantenimiento. A partir de la programación de las obras y tomando en cuenta la evaluación económica financiera del proyecto, se determinó que el plazo óptimo del contrato es de 12 años.

5.1.1 ETAPA DE REHABILITACIÓN INICIAL

Dentro de la Rehabilitación Inicial, que se llevará a cabo en los primeros 24 (veinticuatro) meses del proyecto, se consideraron todos los trabajos que son necesarios para alcanzar los estándares de desempeño estipulados. El tipo de intervención y el momento en que es necesaria se determinó mediante el modelo de deterioro de pavimentos que es internacionalmente utilizado (HDM-4).

La Rehabilitación Inicial se dividió para cada uno de los 14 segmentos que componen los 1,637.8 km. Para cada uno de éstos se realizó un proyecto básico de rehabilitación para determinar las partidas o actividades necesarias para llevar el paquete de caminos de la situación actual al cumplimiento de estándares. El costo de cada partida o actividad se obtuvo del producto de las cantidades resultantes del proyecto por sus precios unitarios, posteriormente se suman los importes de las actividades por capítulo y segmento.

El monto total de la Rehabilitación Inicial para los 1,637.8 KM es de 4,665.5 millones de pesos de 2019 y se distribuye en cada segmento como se muestra a continuación:

Tabla 219. Coste de Rehabilitación Inicial por segmento

COSTO REHABILITACIÓN INICIAL POR SEGMENTO (PESOS 2019, MXN)	
Segmento (S1)	$ 342,617,396.26
Segmento (S2)	$ 372,508,942.96
Segmento (S3)	$ 313,785,024.28
Segmento (S4)	$ 478,302,993.64
Segmento (S5)	$ 440,913,819.82
Segmento (S6)	$ 304,680,105.25
Segmento (S7)	$ 250,104,163.78
Segmento (S8)	$ 346,552,882.85
Segmento (S9)	$ 241,884,157.89
Segmento (S10)	$ 349,010,692.69
Segmento (S11)	$ 295,424,232.00
Segmento (S12)	$ 404,285,687.35
Segmento (S13)	$ 325,399,908.09
Segmento (S14)	$ 200,000,000.00
TOTAL	**$ 4,665,470,006.86**

Fuente: Elaboración propia

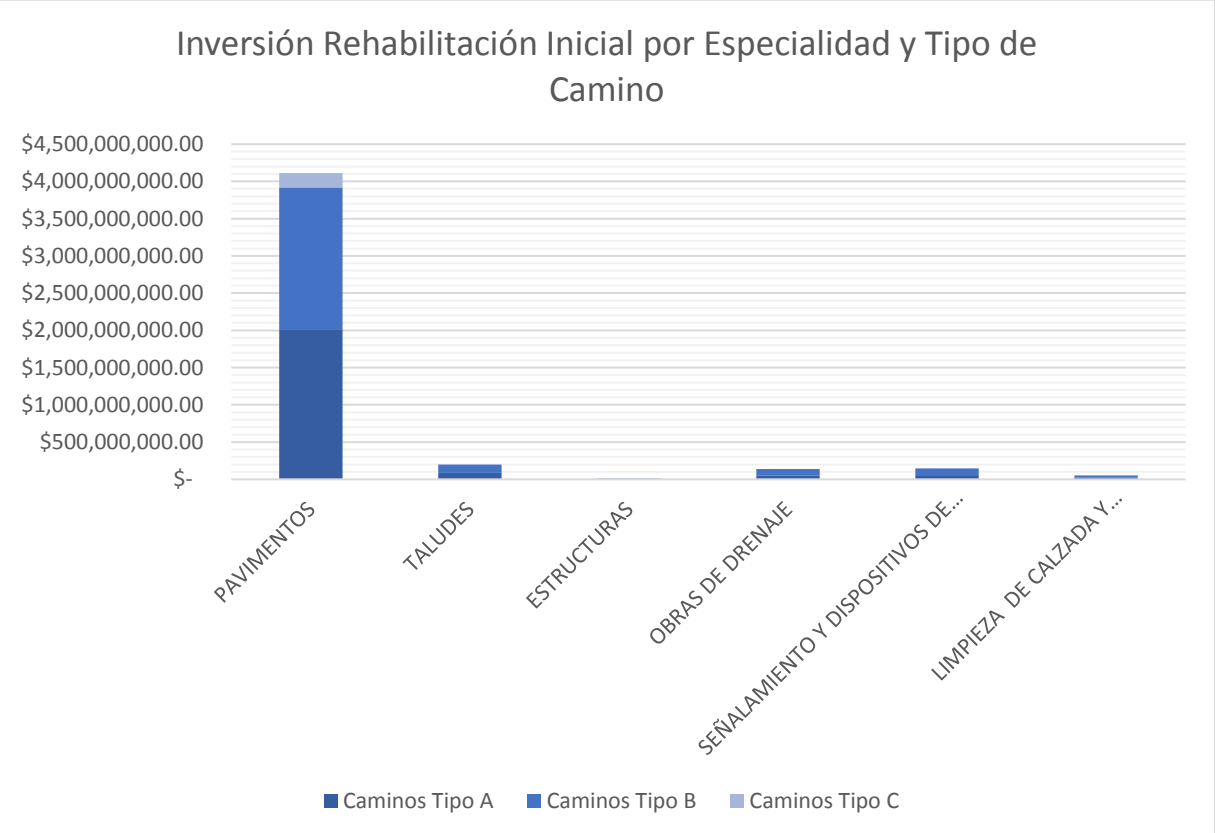
En la siguiente tabla se presenta de manera global el desglose del costo de Rehabilitación Inicial por cada uno de los capítulos tomados en cuenta:

Tabla 220. Costo de Rehabilitación Inicial por tipo de camino y capítulo.

REHABILITACIÓN INICIAL	CAMINOS TIPO A		CAMINOS TIPO B		CAMINOS TIPO C		TOTAL	
PAVIMENTOS	$ 2,015,836,783.95	89.91%	$ 1,904,617,677.00	85.66%	$ 190,535,353.98	95.27%	$ 4,110,989,814.93	88.12%
TALUDES	$ 87,628,376.87	3.91%	$ 109,036,924.93	4.90%	$ -	0.00%	$ 196,665,301.80	4.22%
ESTRUCTURAS	$ 5,015,255.25	0.22%	$ 4,407,239.18	0.20%	$ 9,464,646.02	4.73%	$ 18,887,140.45	0.40%
OBRAS DE DRENAJE	$ 54,191,754.06	2.42%	$ 85,403,712.42	3.84%	$ -	0.00%	$ 139,595,466.48	2.99%
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	$ 56,118,453.36	2.50%	$ 90,950,539.59	4.09%	$ -	0.00%	$ 147,068,992.95	3.15%
LIMPIEZA DE CALZADA Y FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VÍA	$ 23,330,739.21	1.04%	$ 28,932,551.03	1.30%	$ -	0.00%	$ 52,263,290.24	1.12%
TOTAL REHABILITACIÓN INICIAL	**$ 2,242,121,362.70**		**$ 2,223,348,644.16**		**$ 200,000,000.00**		**$ 4,665,470,006.86**	

Fuente: Elaboración propia

Figura 67: Costo de Rehabilitación inicial por tipo de camino y capítulo.



Fuente: Elaboración propia

Los mayores costos de la Rehabilitación inicial corresponden a la reconstrucción estructural de los pavimentos de los caminos de mayor tránsito, así como a la reparación de la superficie de rodadura de los caminos de menos tránsito o locales.

También se invierte de forma importante en la reparación de los taludes de cortes en los caminos principales que actualmente presentan problemas de inestabilidades, caídos, deslaves y de taludes de terraplenes que presentan problemas de asentamientos.

Para solventar los problemas de inundaciones y encharcamientos que se están dando en los caminos principales, se incluye en los trabajos la reconstrucción de las obras de drenaje transversal (alcantarillas) que presentan actualmente sección insuficiente, y la construcción o reposición de los elementos de drenaje longitudinal (cunetas, lavaderos y bordillos) actualmente faltantes, así como la limpieza de todas las obras azolvadas.

Con la reposición del señalamiento (tanto horizontal como vertical) y de las barreras y defensas faltantes y reposición de los elementos en mal estado, se mejoran las condiciones de seguridad en las que circulan los usuarios.

De la misma forma, en todas las estructuras que presentan daños significativos o graves se contemplan las reparaciones necesarias para devolverlas a unas condiciones adecuadas de funcionalidad y seguridad.

Terminada la rehabilitación inicial, en el costo de mantenimiento se contemplan los trabajos necesarios para mantener la infraestructura en buenas condiciones durante los años sucesivos del proyecto, asegurándose de que se cumplen los estándares o niveles de calidad establecidos.

5.1.2 ETAPA DE MANTENIMIENTO

Como parte del mantenimiento, se consideran todos los trabajos que sean necesarios para conservar los estándares de desempeño de los diferentes segmentos considerados en el "*Proyecto APP Caminos del Sur*". Los trabajos de mantenimiento se activan de manera diferenciada por cada segmento, en otras palabras, el mantenimiento de cada segmento comienza una vez que el segmento fue totalmente rehabilitado. Dicho mantenimiento finaliza en el año 12, el cual es el último año del contrato. El tipo de intervención y el momento en que es necesaria se determinó mediante el modelo HDM-4.

Al igual que la Rehabilitación Inicial, el mantenimiento se dividió para cada uno de los 14 segmentos, para cada uno de éstos se llevó a cabo un proyecto básico de mantenimiento con el que se determinaron las cantidades de las actividades a llevar a cabo. El costo de cada partida o actividad se obtuvo del producto de las cantidades resultantes del proyecto por sus precios unitarios, posteriormente se suman los importes de las actividades por capítulo y segmento.

El monto total de las actividades de mantenimiento para los 1,637.8 KM es de 4,203.5 millones pesos de 2019 y se distribuye en cada segmento como se muestra a continuación:

Tabla 221. Coste de Mantenimiento por segmento

COSTO DE MANTENIMIENTO POR SEGMENTO (PESOS 2019, MXN)		
Segmento (S1)	$	337,044,391.71
Segmento (S2)	$	279,465,608.98
Segmento (S3)	$	247,543,822.93
Segmento (S4)	$	363,333,137.42
Segmento (S5)	$	323,583,289.90
Segmento (S6)	$	218,842,935.34
Segmento (S7)	$	108,846,671.95
Segmento (S8)	$	231,448,029.51
Segmento (S9)	$	156,973,460.24
Segmento (S10)	$	297,426,386.54
Segmento (S11)	$	159,656,135.49
Segmento (S12)	$	212,715,504.85
Segmento (S13)	$	213,475,319.30
Segmento (S14)	$	1,053,182,912.98
TOTAL	**$**	**4,203,537,607.15**

Fuente: Elaboración propia

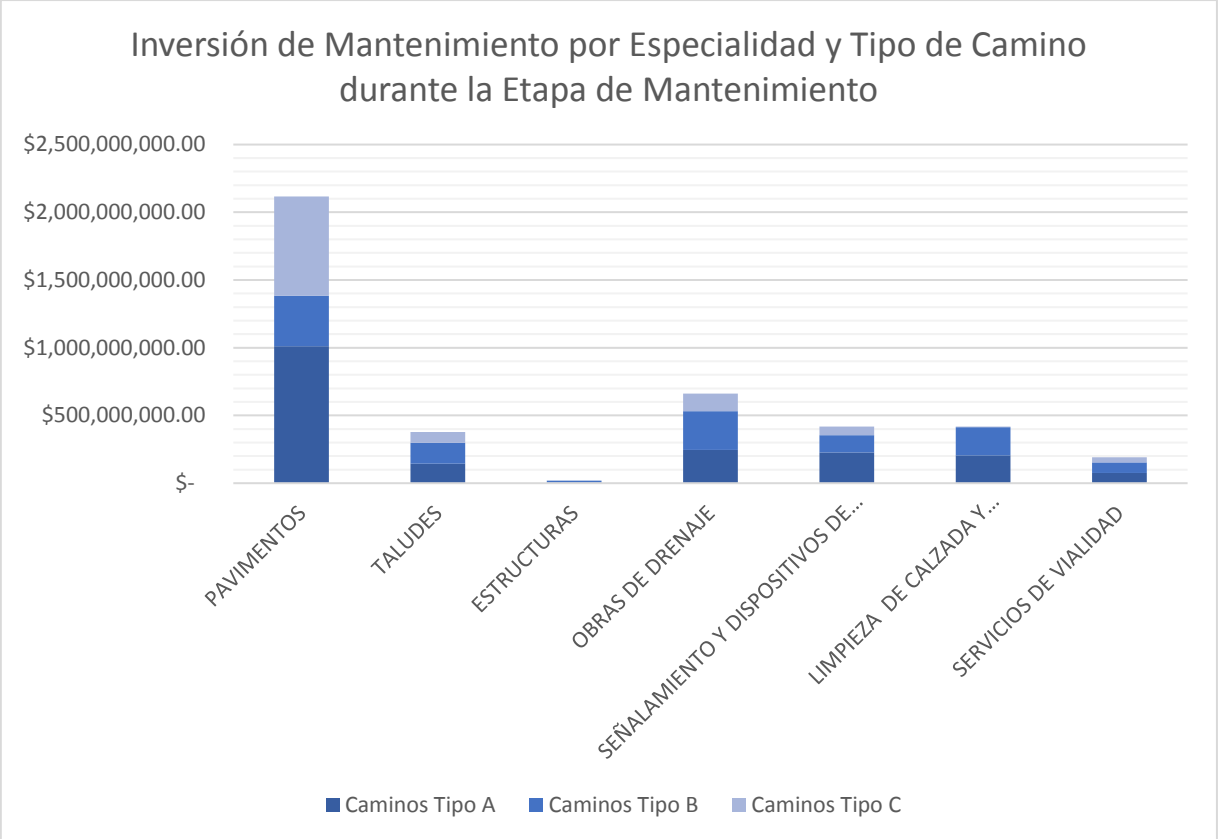
En la siguiente tabla se presenta de manera global el desglose del costo de mantenimiento por cada uno de los capítulos tomados en cuenta:

Tabla 222. Costo de Mantenimiento por tipo de camino y capítulo.

MANTENIMIENTO	CAMINOS TIPO A		CAMINOS TIPO B		CAMINOS TIPO C		TOTAL	
PAVIMENTOS	$ 1,010,285,133.50	52.91%	$ 373,530,379.27	30.10%	$ 733,950,142.71	69.69%	$ 2,117,765,655.48	50.38%
TALUDES	$ 143,258,563.82	7.50%	$ 153,930,941.02	12.40%	$ 81,649,112.15	7.75%	$ 378,838,616.99	9.01%
ESTRUCTURAS	$ 4,956,798.01	0.26%	$ 13,134,321.14	1.06%	$ -	0.00%	$ 18,091,119.15	0.43%
OBRAS DE DRENAJE	$ 244,937,339.50	12.83%	$ 287,422,559.33	23.16%	$ 129,931,094.79	12.34%	$ 662,290,993.62	15.76%
SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	$ 226,878,941.93	11.88%	$ 126,675,740.25	10.21%	$ 63,722,542.95	6.05%	$ 417,277,225.13	9.93%
LIMPIEZA DE CALZADA Y FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VÍA	$ 204,457,851.25	10.71%	$ 207,912,045.15	16.75%	$ 5,686,500.39	0.54%	$ 418,056,396.79	9.95%
SERVICIOS DE VIALIDAD	$ 74,498,376.96	3.90%	$ 78,475,703.04	6.32%	$ 38,243,520.00	3.63%	$ 191,217,600.00	4.55%
TOTAL MANTENIMIENTO	**$ 1,909,273,004.96**		**$ 1,241,081,689.21**		**$ 1,053,182,912.99**		**$ 4,203,537,607.15**	

Fuente: Elaboración propia

Figura 68: Costo de Rehabilitación inicial por tipo de camino y capítulo.



Fuente: Elaboración propia

Una vez más, la inversión principal corresponde al mantenimiento del pavimento. Se consideran aquí reencarpetados, bacheos, fresados, y sellados de fisuras a realizar en todos los años posteriores a la rehabilitación inicial.

En el capítulo de drenaje se están considerando todas las operaciones necesarias para mantener los diversos dispositivos (alcantarillas, cunetas, lavaderos, etc.) limpios, desazolvados y sus cauces y canales de entrada y salida limpios y libres de obstáculos; así como las reparaciones y reposiciones que requerirán todos ellos a lo largo de la vida del proyecto.

También se considera la conservación en buenas condiciones de todos los taludes rehabilitados, así como las actuaciones necesarias en demás taludes que puedan presentar inestabilidades, caídos, deslaves o asentamientos durante los años sucesivos posteriores a la rehabilitación inicial.

Se realizará la reposición del señalamiento horizontal (pintura) después de las intervenciones en el pavimento, y la reposición del señalamiento tanto horizontal como vertical, y de las barreras y defensas cuando resulten dañadas o se encuentren deterioradas.

De la misma forma, se contempla el mantener en buenas condiciones las estructuras rehabilitadas, así como las reparaciones que han de ser necesarias en las demás estructuras para devolverlas a unas condiciones adecuadas de funcionalidad y seguridad cuando se vayan deteriorando con el transcurso del tiempo.

Para todos los tipos de camino se exige mantener central de aviso 24h para dar respuesta y manejar situaciones de emergencia con la mayor celeridad posible. Los servicios de vialidad contemplan que, ante cualquier accidente o incidente en la infraestructura, se desplace una patrulla con señalización y balizamiento, se de apoyo a autoridades y a servicios de emergencia y se realicen los trabajos necesarios para la restitución de la transitabilidad de la vía.

Para términos de la evaluación del proyecto, para la situación optimizada se estima destinar a mantenimiento recursos superiores en 10% al monto promedio histórico que destinó la Unidad Contratante a estas actividades entre 2013 y 2018 (en pesos 2019). Es decir, se estima un costo de mantenimiento anual de 204.8 millones de pesos.

5.2 IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO

Los beneficios que aportará el "*Proyecto APP Caminos del Sur*" en la red carretera libre de peaje serán:

- Elevación de la calidad del servicio. Mejoras en el estado físico de la red carretera mediante el establecimiento de estándares de desempeño que serán mantenidos por el Desarrollador en la situación con proyecto.
- Eficiencia en la conservación de las carreteras por reducción en el número de contratos y contratistas.
- Planeación de largo plazo. El establecimiento del Proyecto cambiaría el tipo de gestión hecha hasta ahora en los tramos que componen la red de un modelo reactivo a uno de gestión preventiva con gestión de largo plazo. En último término, esto permite tener la red en un adecuado estado de conservación en todo el ciclo de vida del Proyecto, disminuyendo el costo total del mantenimiento frente al que, mediante el modelo correctivo, sería necesario para mantener la infraestructura en buenas condiciones.
- El mantener las vías de comunicación en buen estado genera una base para un desarrollo económico de la zona, en la cual se incluyen algunos de los municipios más rezagados del Estado de México.

Para los fines de la evaluación social del proyecto, se consideran solamente aquellos beneficios que son cuantificables económicamente y que son los considerados en las evaluaciones estándares para este tipo de proyectos.

Las velocidades libres registradas para la situación actual y sin proyecto están afectadas por los tiempos de cortes o restricciones en la vía. En la situación con proyecto, esta afectación es mínima, ya que el Desarrollador tiene la obligación de mantener la transitabilidad de los caminos desde el inicio del contrato y en todo momento, incluso durante las obras de rehabilitación.

Finalmente, 7 de los tramos contemplados en el proyecto no pudieron ser auscultados, por lo cual no fue posible calcular los beneficios por ahorros en Costos de Operación Vehicular y Valor del Tiempo de Recorrido. Sin embargo, sí se consideran en los costos totales del proyecto, por lo cual las estimaciones de rentabilidad social son conservadoras en este sentido.

5.2.1 AHORROS EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV)

Los COV están directamente relacionados con el estado físico del camino y con el tránsito diario promedio anual. Conceptualmente, éstos son los costos que enfrentan los usuarios del camino debido al desgaste del motor y de las llantas, el consumo de combustibles y lubricantes, y la depreciación propia del vehículo. Así, cuando un camino no cuenta con buenas condiciones, se presenta un mayor desgaste del motor y las llantas, y un mayor consumo de combustibles y lubricantes.

Al mejorar las condiciones de la red mediante el proyecto, el desgaste y el consumo de combustibles se reduciría, por lo cual el COV total disminuiría. Este ahorro (por menor COV) se considera un beneficio del proyecto para el usuario. El beneficio anual se obtiene de restar los COV totales de la situación sin proyecto optimizada menos los resultantes en la situación con proyecto para todos los años del horizonte de evaluación. En la siguiente tabla, se presentan los supuestos utilizados en el HDM-4 para el cálculo de los COV, estos supuestos se basan en las publicaciones del Instituto Mexicano del Transporte.

Tabla 5.2.1.1 Supuestos para el cálculo del COV

Costes Económicos Unitarios

No	PARÁMETRO	UNIDAD	AUTOMÓVIL	AUTOBUS	VEHÍCULOS PESADOS				
					C-2	C-3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4
1	Vehículo Nuevo	Un	$ 292,051.16	$ 2,211,961.75	$ 534,112.06	$ 627,129.31	$ 1,173,681.00	$ 1,233,854.00	$ 1,391,267.00
2	Neumático Repuesto	Un	$ 1,010.00	$ 2,830.70	$ 2,650.00	$ 2,650.00	$ 2,650.00	$ 2,650.00	$ 2,650.00
3	Combustible	Litro	$ 15.21	$ 16.15	$ 16.15	$ 16.15	$ 16.15	$ 16.15	$ 16.15
4	Aceite Lubricante	Litro	$ 34.48	$ 33.62	$ 33.62	$ 33.62	$ 33.62	$ 33.62	$ 33.62
5	Mantenimeinto	Hora	$ 27.15	$ 62.15	$ 43.00	$ 43.00	$ 43.00	$ 43.00	$ 43.00
6	Tripulación	Hora	$ 27.70	$ 71.60	$ 51.40	$ 51.40	$ 58.00	$ 58.00	$ 58.00
7	Gastos Indirectos	Veh - Km	$ 11,250.00	$ 312,000.00	$ 120,000.00	$ 165,000.00	$ 266,400.00	$ 300,600.00	$ 376,200.00
8	Interés Anual	%	3.31%	3.31%	3.31%	3.31%	3.31%	3.31%	3.31%

Fuente: Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2018. IMT. Publicación Técnica No 526. Sanfandila, Qro. 2018. José Antonio Arroyo Osorno, Guillermo Torres Vargas, José Alejandro González García, Salvador Hernández García.

Fuente: Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2018. IMT. Nota Número 170. Sanfandila, Qro.2018. Lic. Ana Karen Bustamante Cano

5.2.2 AHORROS EN TIEMPO DE RECORRIDO

Para la estimación de los Costos en Tiempo de Recorrido es necesario conocer las velocidades de los tramos incluidos en la red. Los datos de la velocidad actual de estos tramos se obtuvieron en el estudio realizado por Avanti (para mayor detalle consultar el Anexo A). Para determinar la variación de estas velocidades dados los cambios en la TPDA y las condiciones de los caminos se utilizó el modelo HDM-4. Éstas se calcularon para las situaciones con y sin proyecto. A partir de estos resultados, se determinó el tiempo de los recorridos para cada tramo en las dos situaciones.

Las velocidades en la situación con proyecto se incrementan debido a las mejoras en las condiciones de la red. Estos incrementos se traducen en menores tiempo de recorrido y, por lo tanto, en un ahorro en horas-usuario y en horas-carga desaprovechadas que podrían utilizarse en alguna otra actividad económica. Para calcular los costos de oportunidad, se utilizan los valores publicados por el Instituto Mexicano del Transporte. Para el valor

del tiempo de trabajo y de ocio se utilizó NOTAS núm. 176, artículo 1[4]; y, para el cálculo del valor de la carga se utilizó la Publicación Técnica No. 455[5]. Estos datos se muestran en la siguiente tabla. Para la evaluación se asume que el 75% de los viajes se realizan por motivos de trabajo y el 25% por ocio. Además, se asumen 2 pasajeros por automóvil y 23 por autobús. El costo en tiempo de la carga se estima "como el costo de oportunidad que tendría el usuario de los vehículos de carga para llevar los bienes a los centros de consumo en el menor tiempo posible"[6].

Tabla 5.2.2.1 Parámetros para estimación del valor del tiempo

Concepto	Valor
Valor de tiempo de viaje de trabajo (MXN/hr-pasajero)	55.4
Valor de tiempo de viaje de ocio (MXN/hr-pasajero)	33.3
Valor de la carga (MXN/hr) (a)	133.3
Número de pasajeros por automóvil	2.0
Número de pasajeros por autobús	23.0
% de viajes por motivo de trabajo	75.0%

(a) Se actualizaron los valores a 2019 por inflación.

Fuente: NOTAS núm. 176, ENERO-FEBRERO 2019, artículo 1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2019, IMT, 2019.

Fuente: Publicación Técnica No. 455. Estimación del valor económico del tiempo de recorrido de las mercancías como insumo en el análisis costo-beneficio de proyectos de inversión en infraestructura carretera, IMT, 2015.

Los beneficios totales por este ahorro se calculan restando los costos de tiempo de la situación con proyecto a los costos de la situación sin proyecto optimizada. Este costo toma en cuenta el tránsito diario para cada tipo de vehículos, el número de pasajeros promedio por vehículo, los días en el año y los valores del tiempo. Este beneficio se calcula para todos los años en el horizonte de evaluación.

5.2.3 BENEFICIOS TOTALES

El beneficio total del proyecto (es decir, la suma de los ahorros en COV y en tiempos de recorrido) es de 17,409.6 millones de pesos 2019 en flujos corrientes y de 8720.8 millones de pesos en valor presente. Los flujos se detallan en la siguiente tabla.

[4] Guillermo Torres, et. Al., "NOTAS núm. 176, ENERO-FEBRERO 2019, artículo 1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2019", IMT, 2019.
[5] Guillermo Torres, et. Al., "Publicación Técnica No. 455. Estimación del valor económico del tiempo de recorrido de las mercancías como insumo en el análisis costo-beneficio de proyectos de inversión en infraestructura carretera", IMT, 2015.
[6] *Ibidem.*

Tabla 5.2.3.1 Beneficios totales (cifras en millones de pesos de 2019)

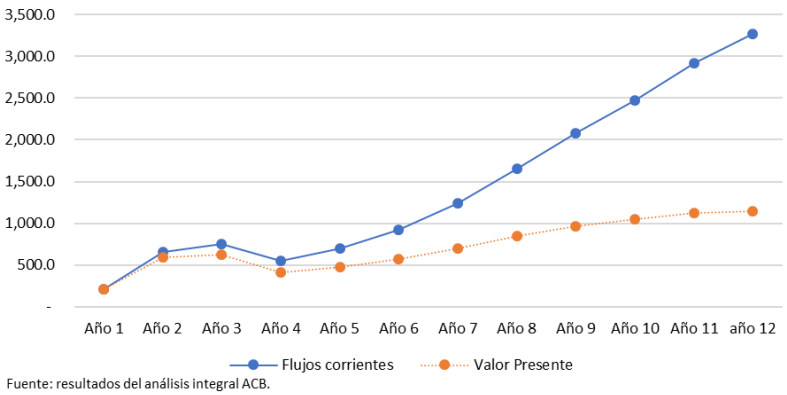
Año	Flujos corrientes			Valor presente (a)		
	COV	Valor de tiempo	Total	COV	Valor de tiempo	Total
Año 1	58.4	152.2	210.6	58.4	152.2	210.6
Año 2	490.7	161.9	652.6	446.1	147.2	593.2
Año 3	571.2	178.3	749.5	472.1	147.3	619.4
Año 4	503.2	44.0	547.2	378.1	33.1	411.1
Año 5	632.2	69.0	701.1	431.8	47.1	478.9
Año 6	795.7	123.2	918.9	494.1	76.5	570.6
Año 7	1,016.9	225.4	1,242.3	574.0	127.2	701.2
Año 8	1,283.9	369.7	1,653.6	658.9	189.7	848.6
Año 9	1,567.3	507.0	2,074.2	731.1	236.5	967.6
Año 10	1,846.0	628.0	2,474.0	782.9	266.3	1,049.2
Año 11	2,123.0	796.3	2,919.3	818.5	307.0	1,125.5
Año 12	2,330.8	935.4	3,266.2	816.9	327.9	1,144.8
Total	**13,219.2**	**4,190.3**	**17,409.6**	**6,662.8**	**2,058.0**	**8,720.8**

(a) Flujos descontados con la tasa social de descuento de 10%.
Fuente: resultados del análisis integral ACB.

Estos beneficios son los que se presentan en la situación con proyecto contra la situación optimizada. Las actividades que se realizan en la situación optimizada no son suficientes para contrarrestar el deterioro de los caminos en el tiempo. El proyecto presenta un alto nivel de beneficios para la sociedad.

Además, estos beneficios son crecientes en el tiempo (como se puede apreciar en la siguiente gráfica). Esto debido al deterioro que se presentaría en las condiciones de la carretera en los próximos años si no se ejecuta el Proyecto y se mantienen los niveles de inversión de la situación optimizada.

Gráfica 5.2.3.1 Beneficios del proyecto (cifras en millobnes de pesos de 2019)



Fuente: resultados del análisis integral ACB

5.3 CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD

Los indicadores de rentabilidad considerados son el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), ya que son los más utilizados en el análisis de este tipo de proyecto. Para el presente análisis se determinaron los costos y beneficios del Proyecto a partir de los parámetros obtenidos con el HDM-4 y con las diversas fuentes del IMT para el horizonte de evaluación, como se explicó previamente. También, se realizó el mismo análisis para la situación sin proyecto optimizada. A partir de estos datos se calculan los diferenciales para estimar los costos y beneficios del proyecto.

A partir de esto, se calculan los indicadores presentados en la siguiente tabla (para mayor detalle ver Anexo E), de los cuales se puede concluir que el Proyecto es socialmente rentable, es decir, viable desde el punto de vista económico.

Tabla 5.3.1 Indicadores de rentabilidad del proyecto

Indicadores de rentabilidad	
Valor Presente Neto (VPN) (Millones de pesos de 2019)	3,436.5
Tasa Interna de Retorno (TIR)	22.2%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	10.3%

Fuente: resultados del análisis integral ACB.

5.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad permite observar que tan sensible es el proyecto en su rentabilidad social a cambios en las principales variables. Para este análisis se consideró que las principales variables que podrían tener un impacto sobre la rentabilidad del proyecto son el monto de la Rehabilitación Inicial y el monto del Mantenimiento. En el Anexo F se presentan la sensibilidad de la rentabilidad social del proyecto a estas variables.

A continuación, se presenta una tabla sensibilidades de la rentabilidad social del Proyecto donde la variable con mayor impacto, la Rehabilitación Inicial, varía en 5%, 10%, 15% y 20%.

Tabla 5.4.1 Sensibilidad a variaciones en el monto de Rehabilitación Inicial

Variación	VPN (Mill. MXN 2019)	TIR
-	3,436.5	22.2%
5.00%	3,215.8	20.9%
10.00%	2,995.1	19.8%
15.00%	2,774.4	18.8%
20.00%	2,553.7	17.8%

Fuente: resultados del análisis integral ACB.

La rentabilidad social del proyecto se ve afectada en mayor magnitud por la Rehabilitación Inicial. Como se observa en la tabla anterior, cuando ésta aumenta en 20%, el VPN del proyecto se disminuye en 882.8 millones de pesos (-25.7%) y la TIR pasa de 22.2% a 17.8%. Sin embargo, aún ante un incremento de esta magnitud en la Rehabilitación Inicial, el proyecto sigue siendo rentable socialmente.

Un incremento en la inversión de 77.9% haría que el valor presente neto del proyecto fuera igual a cero. Por otro lado, un incremento de esta misma variable en 78.7% provocaría que la TIR fuese de 9.9%, es decir, que estuviera por debajo de la tasa social de descuento. Los detalles de estos cálculos se encuentran en el Anexo F.

5.5 ANÁLISIS DE RIESGO

En la tabla siguiente se presenta la matriz de riesgos identificados y relevantes para este proyecto. Dados los resultados del análisis de sensibilidad, los riesgos del Proyecto tienen diversas fuentes, orígenes e impactos. Los riesgos se presentan de acuerdo con la categoría de éstos (implementación, construcción, mantenimiento y conservación, legales y regulatorios, y financieros). Además, en la matriz se muestra la etapa en la que se podrían presentar estos riesgos. Se consideraron las probabilidades de ocurrencias a impactos altos, medios y bajos para el Proyecto.

Los riesgos de implementación se presentan en toda la etapa licitatoria y de contratación, y tienen que ver, principalmente, con la selección del Desarrollador, atrasos en la obtención de autorizaciones y demás documentación, cancelaciones de la adjudicación, entre otros. Destaca el riesgo por deficiencia en información, estudios y bases de datos para el proceso de licitación. Este riesgo es muy relevante debido a que la falta de estudios adecuados podría originar que los participantes de la licitación no cuenten con la información necesaria para llevar a cabo un análisis correcto del proyecto, repercutiendo en las siguientes etapas de este. Para mitigar este riesgo, es importante que la Unidad Contratante provea a los licitantes de un adecuado perfil informativo de los distintos tramos que componen la red; además, es necesario otorgar a los licitantes tiempo suficiente para que procesen los datos y puedan realizar visitas a los sitios para tener una mejor evaluación del estado físico de las carreteras.

Por otro lado, durante esta etapa podría presentarse el riesgo de que los precios ofertados por los concursantes estén por arriba del valor de referencia. Esto podría ocasionar que la licitación se declare desierta. Por esto, es importante que durante el proceso licitatorio se entreguen a los concursantes con suficiente anticipación un catálogo de conceptos para que las cotizaciones sean comparables y buscar que se genere un ambiente competitivo entre los licitantes.

Se pueden consultar en el Anexo D de Estudios Legales las diferencias entre la contratación de obra pública tradicional y la contratación APP que se han considerado en el análisis de riesgos.

Los riesgos de construcción se presentan durante las etapas de diseño y de Rehabilitación Inicial en el proyecto. Dentro de estos destacan el riesgo por sobrecostos por volumetría, desabasto de materiales, aumentos en costos de distintos rubros (por ejemplo, aumento en costos de materiales), atrasos en la planificación, ejecución y seguimiento de las obras, sobrecostos por la ubicación de bancos de materiales, y conflictos sociales. Todos estos podrían presentar incrementos significativos en los costos de la Rehabilitación Inicial del proyecto, afectando su viabilidad.

En particular, el riesgo por conflicto social es importante debido a que puede generar sobrecostos, principalmente por retrasos en el proyecto, así como por posposición de los beneficios de este. Si bien el sobrecosto podría transferírsele hasta cierto punto al Desarrollador, es posible que una parte la tenga que absorber el Gobierno del Estado debido a que existe la posibilidad de que ciertos tramos no puedan ser rehabilitados por algún tema social. Por ejemplo, algunos caminos dentro de la red del proyecto se encuentran en zonas de muy alta inseguridad, por lo que podría dificultar la realización de los trabajos necesarios en tiempo y forma.

Los riesgos mantenimiento del proyecto son todos aquellos que podrían presentarse durante la conservación de la red carretera, es decir, con posterioridad a la rehabilitación de los tramos. Uno de los riesgos más relevantes tiene que ver con la falta de capacidad y personal clave en el proyecto. Esto podría originar que las obras de la Rehabilitación Inicial no sean adecuadas para las condiciones físicas de la red o para la TDPA de esta lo cual podría tener como consecuencia que, en la etapa de mantenimiento, el Desarrollador tenga que desembolsar más recursos. También, este riesgo se relaciona con una administración deficiente del contrato lo cual podría generar que el Desarrollador no alcance los estándares de desempeño establecidos, provocando descuentos en su contraprestación. Por todo esto, es necesario que en las bases de licitación se establezcan requisitos estrictos de experiencia y capacidad del Desarrollador y del personal clave; y, que, durante la evaluación de las propuestas se realice un estricto análisis del cumplimiento de estos requisitos.

Por otro lado, los riesgos legales y regulatorios podrían materializarse durante todas las etapas del proyecto y tienen que ver con modificaciones a la legislación aplicable (en términos generales y fiscales). Estos riesgos podrían tener como consecuencia incrementos en el valor del contrato. Típicamente, en los contratos APP se

establecen cláusulas relacionadas que definen y limitan las modificaciones a la contraprestación debido a cambios en la normatividad.

Finalmente, los riesgos financieros se presentan en distintas etapas. Para la Bancabilidad del proyecto resulta de particular importancia el riesgo de cumplimiento crediticio en caso de recisión del contrato o terminación anticipada.

Tabla 5.5.1 Matriz de riesgos

Matriz de Riesgos												
						Probabilidad de ocurrencia			Impacto		
Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Descripción	Base del costo	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Medio	Bajo
1.01	Riesgo de implementación	Licitación	Precios ofertados por arriba del valor de referencia	Grandes variaciones en contraprestación del contrato presentadas por los oferentes. Precios por arriba del valor de referencia	Contrato	1.00%	0.50%	98.50%	6.00%	4.00%	2.50%
1.02	Riesgo de implementación	Licitación	Oferente ganador con experiencia limitada en proyectos de gran alcance	Oferente ganador con experiencia técnica limitada o con capacidad financiera limitada.	Contrato	3.00%	12.00%	85.00%	8.00%	6.00%	4.00%
1.03	Riesgo de implementación	Contratación	Riesgo de demora en presentación de documentos para la firma del contrato	Demora en garantías de cumplimiento para el proyecto.	Contrato	7.50%	20.00%	72.50%	0.50%	0.25%	0.01%
1.04	Riesgo de implementación	Contratación	Cancelación de la adjudicación al mejor oferente	Demora en la formalización del contrato conforme a las bases de licitación.	Contrato	4.00%	2.00%	94.00%	2.50%	2.00%	1.00%
1.05	Riesgo de implementación	Contratación	Riesgo de demora en elaboración, revisión y firma del contrato por parte de la Unidad Contratante	Demora en la elaboración y firma del contrato por parte de la Unidad Contratante.	Contrato	15.00%	20.00%	65.00%	3.00%	2.00%	0.50%
1.06	Riesgo de implementación	Licitación	Deficiencia en información, estudios y bases de datos para el proceso de licitación	Proyecto Ejecutivo o estudios de demanda con deficiencias y poco claros.	Rehabilitación inicial	40.00%	35.00%	25.00%	10.00%	5.00%	2.00%
2.01	Riesgo de construcción	Diseño	Deficiencia en el proyecto ejecutivo del Desarrollador	Proyecto Ejecutivo con deficiencias, errores en número de intervenciones, volumetría o montos de Rehabilitación Inicial.	Rehabilitación inicial	5.00%	8.00%	87.00%	10.00%	5.00%	2.00%
2.02	Riesgo de construcción	Diseño	Demora en procesos y autorizaciones por atrasos en la coordinación de la Unidad Contratante	Falta de coordinación entre las áreas de la Unidad Contratante.	Rehabilitación inicial	25.00%	20.00%	55.00%	3.00%	2.00%	1.00%
2.03	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de sobrecostos por modificaciones en normatividad nacional	Cambios en las especificaciones y estándares mínimos de calidad por cambios en la normatividad.	Rehabilitación inicial	1.50%	3.00%	95.50%	2.00%	1.20%	0.40%
2.04	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de sobrecostos por volumetría	Aumentos no previstos en la volumetría inicial estimada por el Desarrollador.	Rehabilitación inicial	8.50%	17.00%	74.50%	8.00%	7.00%	5.00%
2.05	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Aumento de costos de distintos rubros en la etapa de Rehabilitación Inicial	Incremento en costos por aumento de precios de los materiales.	Rehabilitación inicial	6.00%	12.00%	82.00%	6.00%	4.00%	1.50%
2.06	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Aumento de costos por atrasos en planificación, ejecución y seguimiento	Gestión de la ejecución de la Rehabilitación Inicial poco eficiente. Planificación del calendario de ejecución con deficiencias.	Rehabilitación inicial	2.50%	10.00%	87.50%	6.50%	5.00%	4.50%
2.07	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Desabasto de materiales para la Rehabilitación Inicial	Desabasto de materiales indispensables para la Rehabilitación Inicial.	Rehabilitación inicial	8.00%	12.00%	80.00%	7.00%	5.00%	3.00%
2.08	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de sobrecostos por la ubicación de los bancos de materiales que cumplan la normatividad	Deficiente localización de bancos de materiales en cumplimiento con la normatividad durante el proceso de licitación.	Rehabilitación inicial	45.00%	35.00%	20.00%	7.50%	5.50%	3.00%
2.09	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de conflicto social que afecte al proyecto	Terceros impidan la ejecución oportuna de la Rehabilitación Inicial.	Rehabilitación inicial	1.00%	1.50%	97.50%	5.00%	4.00%	1.50%
2.10	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo laboral	Descontento de los trabajadores, retrasando el calendario establecido.	Rehabilitación inicial	1.50%	3.00%	95.50%	3.50%	2.00%	1.00%
2.11	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo por condiciones climatológicas	Retrasos en la ejecución por condiciones climatológicas adversas.	Rehabilitación inicial	20.00%	30.00%	50.00%	6.50%	3.50%	1.50%
2.12	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Caso fortuito o fuerza mayor	Riesgo de ocurrencia de eventos imprevistos fuera del control de una o ambas partes. Caso fortuito o fuerza mayor incluye desastres naturales, guerras, entre otros.	Rehabilitación inicial	20.00%	20.00%	60.00%	6.00%	4.00%	1.50%
3.01	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo de sobrecostos por modificaciones en normatividad nacional	Cambios en las especificaciones y estándares mínimos de calidad por cambios en la normatividad.	Mantenimiento	1.50%	3.00%	95.50%	2.50%	1.20%	0.50%
3.02	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Aumento de costos de distintos rubros en la etapa de mantenimiento	Incremento en costos por aumento de precios de los materiales.	Mantenimiento	1.00%	6.00%	93.00%	3.50%	2.00%	1.25%
3.03	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Desabasto de materiales	Desabasto de materiales indispensables para el mantenimiento y conservación.	Mantenimiento	2.50%	8.00%	89.50%	8.00%	6.00%	4.00%
3.04	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Aumento de costos por atrasos en planificación, ejecución y seguimiento	Gestión de la ejecución poco eficiente. Planificación del calendario de ejecución con deficiencias.	Mantenimiento	1.00%	10.00%	89.00%	5.00%	4.00%	2.50%
3.05	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo de sobrecostos por la ubicación de los bancos de materiales que cumplan la normatividad	Deficiente localización de bancos de materiales en cumplimiento con la normatividad durante el proceso de licitación.	Mantenimiento	45.00%	35.00%	20.00%	7.50%	5.50%	3.00%

Fuente: grupo de trabajo y referencias y análisis de otros proyectos.

Tabla 5.5.1 Matriz de riesgos (continuación)

Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Descripción	Base del costo	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Medio	Bajo
3.06	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo por falta de capacidad y personal clave en el proyecto	Capacidad limitada del Desarrollador para la ejecución del contrato, así como personal con poca experiencia en contratos de este tipo.	Mantenimiento	40.00%	30.00%	30.00%	15.00%	10.00%	5.00%
3.07	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo laboral	Descontento de los trabajadores, retrasando el calendario establecido.	Mantenimiento	1.00%	2.00%	97.00%	3.00%	2.00%	1.00%
3.08	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo por cambio en la TPDA esperada	Incrementos en la demanda por causas exógenas.	Mantenimiento	2.50%	10.00%	87.50%	4.00%	3.00%	2.00%
3.09	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo por condiciones climatológicas	Retrasos en la ejecución por condiciones climatológicas adversas.	Mantenimiento	20.00%	30.00%	50.00%	6.00%	4.00%	3.00%
3.10	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Caso fortuito o fuerza mayor	Riesgo de ocurrencia de eventos imprevistos fuera del control de una o ambas partes. Caso fortuito o fuerza mayor incluye desastres naturales, guerras, entre otros.	Mantenimiento	20.00%	20.00%	60.00%	6.50%	4.00%	1.50%
4.01	Riesgos legales y regulatorios	Todas las etapas del proyecto	Modificaciones al régimen fiscal aplicable	Modificaciones al régimen fiscal aplicable al proyecto.	Contrato	5.00%	15.00%	80.00%	5.00%	3.00%	1.50%
4.02	Riesgos legales y regulatorios	Todas las etapas del proyecto	Modificaciones en la legislación aplicable	Modificaciones en la legislación aplicables al proyecto.	Contrato	5.00%	15.00%	80.00%	5.00%	3.00%	1.50%
5.01	Riesgo financiero	Licitación	Riesgo de financiamiento del contrato	Demora en la obtención del financiamiento adecuado por falta de información, limitada capacidad financiera del Desarrollado, retrasos de las instituciones financieras, entre otros.	Contrato	7.50%	10.00%	82.50%	2.00%	1.00%	0.50%
5.02	Riesgo financiero	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de bancabilidad, tasas de interés, tipo de cambio u otros relacionados con el mercado financiero	Cambios desfavorables en el costo financiero por eventos financieros fuera del control de los agentes involucrados en el proyecto.	Contrato	7.50%	15.00%	77.50%	6.00%	4.00%	1.50%
5.03	Riesgo financiero	Contrato	Riesgo de cumplimiento crediticio en caso de recisión del contrato o terminación anticipada	Recursos disponibles para el cumplimiento de las obligaciones crediticias.	Contrato	1.00%	0.50%	98.50%	8.00%	5.00%	4.00%

Fuente: grupo de trabajo y referencias y análisis de otros proyectos.

5.5.1 MITIGANTES

En la siguiente tabla, se describen los diversos mitigantes para cada uno de los riesgos identificados y valorados en el proyecto.

Tabla 5.5.1 Mitigantes de los Riesgos

Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Mitigantes
1.01	Riesgo de implementación	Licitación	Precios ofertados por arriba del valor de referencia	• Entrega a los desarrolladores con suficiente anticipación los perfiles informativos de todos los tramos considerados en la red. • Otorgar un plazo suficiente a los licitantes para el análisis, procesamiento de datos y una mejor evaluación del estado de los tramos. • Otorgar la posibilidad de realizar visitas a los sitios.
1.02	Riesgo de implementación	Licitación	Oferente ganador con experiencia limitada en proyectos de gran alcance	• Elaboración de las bases de licitación haciendo especial énfasis en la experiencia, capacidad y cumplimiento de contratos del licitante, en la solvencia financiera, en el planteamiento del Desarrollador, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita. • Establecer criterios estrictos de selección de los licitantes, en la medida

Tabla 5.5.1 Mitigantes de los Riesgos

Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Mitigantes
				que la normatividad correspondiente lo permita. • Garantía de seriedad de la propuesta y Garantía de cumplimiento.
1.03	Riesgo de implementación	Contratación	Riesgo de demora en presentación de documentos para la firma del contrato	• Solicitud de una carta de intención u otros instrumentos por parte de alguna institución financiera para otorgar las garantías de cumplimiento del contrato. • Establecer criterios estrictos de selección de los licitantes con énfasis en la solvencia económica de éstos, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita. • Establecer la obligación de mantener una reserva de mantenimiento en el contrato.
1.04	Riesgo de implementación	Contratación	Cancelación de la adjudicación al mejor oferente	• Garantía de seriedad. • Solicitud de una carta de intención u otros instrumentos por parte de alguna institución financiera para otorgar las garantías de cumplimiento del contrato. • Establecer criterios estrictos de selección de los licitantes con énfasis en la solvencia económica de éstos, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita.
1.05	Riesgo de implementación	Contratación	Riesgo de demora en elaboración, revisión y firma del contrato por parte de la Unidad Contratante	• Coordinación entre las áreas de la Unidad Contratante. • Modelo de contrato incluido en las bases de la licitación revisado por las áreas relevantes de la Unidad Contratante.
1.06	Riesgo de implementación	Licitación	Deficiencia en información, estudios y bases de datos para el proceso de licitación	• Correcta realización de los estudios previos. • Estudios exhaustivos de auscultación y de tránsito. • Permitir a los visitantes realizar visitas al sitio.
2.01	Riesgo de construcción	Diseño	Deficiencia en el proyecto ejecutivo del Desarrollador	• La Unidad Contratante dará seguimiento al proceso de elaboración del proyecto ejecutivo. • Establecer plazos máximos en la entrega del proyecto ejecutivo.
2.02	Riesgo de construcción	Diseño	Demora en procesos y autorizaciones por atrasos en la coordinación de la Unidad Contratante	• Coordinación entre las áreas de la Unidad Contratante.
2.03	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de sobrecostos por modificaciones en normatividad nacional	• Para el caso del Contrato APP, establecer cláusulas específicas respecto a las adecuaciones a la nueva normatividad y ajustes a la contraprestación.
2.04	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de sobrecostos por volumetría	• Presentar con detalle un catálogo de conceptos para que las cotizaciones sean equivalente, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita.

Tabla 5.5.1 Mitigantes de los Riesgos

Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Mitigantes
				• Entrega a los desarrolladores con suficiente anticipación los perfiles informativos de todos los tramos considerados en la red. • Otorgar un plazo suficiente a los licitantes para el análisis, procesamiento de datos y una mejor evaluación del estado de los tramos. • Establecer como criterio de selección del licitante, la experiencia de este en la cuantificación de volumetría, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita.
2.05	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Aumento de costos de distintos rubros en la etapa de Rehabilitación Inicial	• En el contrato establecer cláusulas específicas que limiten el reconocimiento en la contraprestación de incrementos extraordinarios en los precios de los insumos no contemplados en el Índice Nacional de Precios al Consumidor.
2.06	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Aumento de costos por atrasos en planificación, ejecución y seguimiento	• Obligación del licitante de recabar y considerar información de las condiciones climatológicas en los tramos. • Organizar talleres explicativos para la presentación de propuestas. • Establecer como criterio de selección del licitante, la capacidad técnica y de gestión del licitante, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita. • Solicitar cartas de compromiso de subcontratistas y proveedores en la presentación de propuestas. • Supervisión del Gerente Supervisor durante el horizonte del contrato, en el cual proporcionará información de atrasos a la Unidad Contratante.
2.07	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Desabasto de materiales para la Rehabilitación Inicial	• Capacidad del Desarrollador de dar anticipos al proveedor para asegurar cantidades y precios.
2.08	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de sobrecostos por la ubicación de los bancos de materiales que cumplan la normatividad	• Otorgar a los licitantes plazos suficiente para el análisis de bancos de materiales. • Realizar visitas al sitio. • Considerar experiencia del licitante en el conocimiento de las zonas de los tramos, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita. • Establecer adecuados incentivos de pago al Desarrollador, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita.
2.09	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo de conflicto social que afecte al proyecto	• Incluir en el contrato cláusulas de caso fortuito y fuerza mayor que incorporen los temas de conflicto social de forma adecuada.

Tabla 5.5.1 Mitigantes de los Riesgos

Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Mitigantes
2.10	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo laboral	• Cumplimiento de legislación laboral y de la normativa de seguridad.
2.11	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Riesgo por condiciones climatológicas	• Obligación del licitante de recabar y considerar información de las condiciones climatológicas en los tramos. • Correcta planificación de obra para hacer frente a periodos de lluvias. • Correcta rehabilitación y mantenimiento de los sistemas de drenaje de los tramos.
2.12	Riesgo de construcción	Rehabilitación Inicial	Caso fortuito o fuerza mayor	• Incluir en el contrato cláusulas de caso fortuito o fuerza mayor. • Creación de reservas para que el Desarrollador haga frente a sus obligaciones.
3.01	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo de sobrecostos por modificaciones en normatividad nacional	• En el caso del Contrato APP, establecer cláusulas específicas respecto a las adecuaciones a la nueva normatividad y ajustes a la contraprestación.
3.02	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Aumento de costos de distintos rubros en la etapa de mantenimiento	• En el contrato establecer cláusulas específicas que limiten el reconocimiento en la contraprestación de incrementos extraordinarios en los precios de los insumos no contemplados en el Índice Nacional de Precios al Consumidor.
3.03	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Desabasto de materiales	• Capacidad del Desarrollador de dar anticipos al proveedor para asegurar cantidades y precios.
3.04	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Aumento de costos por atrasos en planificación, ejecución y seguimiento	• Obligación del licitante de recabar y considerar información de las condiciones climatológicas en los tramos. • Organizar talleres explicativos para la presentación de propuestas. • Establecer como criterio de selección del licitante, la capacidad técnica y de gestión del licitante, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita. • Solicitar cartas de compromiso de subcontratistas y proveedores en la presentación de propuestas. • Supervisión del Gerente Supervisor durante el horizonte del contrato, en el cual proporcionará información de atrasos a la Unidad Contratante.
3.05	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo de sobrecostos por la ubicación de los bancos de materiales que cumplan la normatividad	• Otorgar a los licitantes plazos suficiente para el análisis de bancos de materiales. • Realizar visitas al sitio. • Considerar experiencia del licitante en el conocimiento de las zonas de los tramos, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita.

Tabla 5.5.1 Mitigantes de los Riesgos

Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Mitigantes
				• Establecer adecuados incentivos de pago al Desarrollador, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita.
3.06	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo por falta de capacidad y personal clave en el proyecto	• La Unidad Contratante revisará en el proceso licitatorio que el personal clave cumpla con la experiencia y capacidad requerida en las bases de licitación.
3.07	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo laboral	• Cumplimiento de legislación laboral y de la normativa de seguridad
3.08	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo por cambio en la TPDA esperada	• Correcto diseño del proyecto ejecutivo tomando en consideración el estudio de tránsito realizado por el consultor de la Unidad Contratante. • Correcto diseño del mantenimiento considerando los crecimientos en la TDPA para los años del Contrato, ajustando de acuerdo con datos observados de la TDPA en los años subsecuentes.
3.09	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Riesgo por condiciones climatológicas	• Obligación del licitante de recabar y considerar información de las condiciones climatológicas en los tramos. • Correcta planificación de obra para hacer frente a periodos de lluvias. • Correcta rehabilitación y mantenimiento de los sistemas de drenaje de los tramos.
3.10	Riesgo de mantenimiento y conservación	Mantenimiento y conservación	Caso fortuito o fuerza mayor	• Incluir en el contrato cláusulas de caso fortuito o fuerza mayor. • Creación de reservas para que el Desarrollador haga frente a sus obligaciones.
4.01	Riesgos legales y regulatorios	Todas las etapas del proyecto	Modificaciones al régimen fiscal aplicable	• Creación de una reserva de servicio de la deuda. • Incluir cláusulas en el contrato relacionadas con este evento y considerando modificaciones a la contraprestación.
4.02	Riesgos legales y regulatorios	Todas las etapas del proyecto	Modificaciones en la legislación aplicable	• En el caso del Contrato APP, establecer cláusulas específicas respecto a las adecuaciones a la nueva normatividad y, en su caso, ajustes a la contraprestación.
5.01	Riesgo financiero	Licitación	Riesgo de financiamiento del contrato	• Realizar un preanálisis de crédito. • Establecer criterios estrictos de selección de los licitantes con énfasis en la solvencia financiera de éstos, en la medida que la normatividad correspondiente lo permita. • Garantía de seriedad. • Estructuración financiera del proyecto a través de la cual se distingan los flujos

Tabla 5.5.1 Mitigantes de los Riesgos

Clave	Categoría	Etapa	Riesgo	Mitigantes
				disponibles de servicio a la deuda y se aporten garantías específicas. • Reserva del servicio de la deuda.
5.02	Riesgo financiero	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de bancabilidad, tasas de interés, tipo de cambio u otros relacionados con el mercado financiero	• Creación de reserva de servicio de la deuda. • En el caso del Contrato APP, establecer cláusulas específicas respecto a estos eventos y, en su caso, ajustes a la contraprestación.
5.03	Riesgo financiero	Contrato	Riesgo de cumplimiento crediticio en caso de recisión del contrato o terminación anticipada	• Establecer una cascada de pagos adecuada en el fideicomiso de administración del contrato. • Cláusulas en el contrato respecto a la liquidación en la cual se contemple la continuidad de pago a las instituciones financieras o liquidación anticipada aplicando penalidades respecto a la proporción de la tarifa que liquide el capital.

Fuente: grupo de trabajo y referencias y análisis de otros proyectos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La infraestructura de transporte, específicamente las carreteras libres de peaje son una pieza clave para el desarrollo económico y social de una región, ya que permiten el traslado de diferentes mercancías por el territorio e impulsan el comercio y la producción industrial. Asimismo, una carretera en buenas condiciones facilita diferentes procesos productivos (producción, distribución y comercialización), permite reducir costos de transporte y promueve mejoras en la competitividad y en la productividad de la región.

Especialmente en zonas con elevado rezago social y económico, todos estos factores se ven potenciados cuando una carretera está en buenas condiciones, debido a que son las vías principales por las que se desplazan bienes y personas.

Este proyecto contribuirá a disminuir las desigualdades en la zona sur del estado, la de menor desarrollo, y a impulsar la creación de empleos mediante unas mejores condiciones de productividad, fomentando la creación de comunidades sustentables y resilientes y atrayendo a la inversión del sector privado en la región. La estructuración del proyecto mediante un esquema APP permite promover el financiamiento privado en inversión productiva dentro del estado.

Estos beneficios serán posibles, ya que el proyecto mejorará sustancialmente el nivel de servicio ofrecido a los usuarios, al proporcionar una mejor y más eficiente comunicación en la zona. Aumentará las velocidades de operación y reducirá los tiempos de recorrido y costos de operación vehicular. De acuerdo con los indicadores de rentabilidad obtenidos, se recomienda la ejecución de proyecto en los tiempos y alcances previstos.

Finalmente, como se observa a lo largo de este documento, el "*Proyecto APP Caminos del Sur*" presenta una rentabilidad social considerable, que puede hacer frente a diferentes escenarios poco favorables. El proyecto continúa siendo rentable y proveyendo beneficios a la sociedad aun cuando los costos de Rehabilitación Inicial se incrementen en un 20%.

7 ANEXOS

Acompañan al presente documento los siguientes Anexos:

- ANEXO A. ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA
- ANEXO B. ESTUDIOS TÉCNICOS
- ANEXO C. ESTUDIOS LEGALES
- ANEXO D. ESTUDIOS AMBIENTALES
- ANEXO E. MEMORIA DE CÁLCULO CON LOS COSTOS, BENEFICIOS, E INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO
- ANEXO F. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

8 BIBLIOGRAFÍA

Para el presente documento se han utilizado las siguientes referencias:

1. Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Raúl Coss Bu, Editorial Limusa, 2006.
2. Boletín Notas Número 136, mayo-junio de 2012, Dr. Guillermo Torres Vargas y Salvador Hernández García, Instituto Mexicano del Transporte.
3. Estado superficial y costos de operación en carreteras; José Antonio Arroyo Osorno Roberto y Aguerrebere Salido. IMT Publicación Técnica No. 202
4. Sistema de evaluación de pavimentos versión 2.0; Juan Manuel Orozco y Orozco, Rodolfo Téllez Gutiérrez, Ricardo Solorio Murillo, Alfonso Pérez Salazar, María Ariadna Sánchez Loo y Sandra Torras Ortiz. IMT Publicación Técnica No 245.
5. Análisis de sensibilidad de los modelos de deterioro del HDM-4 para pavimentos asfálticos; Ricardo Solorio Murillo, Roberto Israel Hernández Domínguez y José Antonio Gómez López. IMT Publicación Técnica No 253.
6. Análisis paramétrico del submodelo efectos ambientales del HDM-4; Sandra Torras Ortiz, Rodolfo Téllez Gutiérrez y Juan Fernando Mendoza Sánchez. IMT Publicación Técnica No 266.
7. Metodología para la elaboración de anteproyectos de presupuesto para la conservación de autopistas con HDM-4; José Ricardo Solorio Murillo, Roberto Israel Hernández Domínguez, Monserrat Montoya Ortega y Santa Ludinette Cárdenas Rodríguez. IMT Publicación Técnica No. 375.
8. Metodología basada en el HDM-4 para la selección de metas de desempeño en la red federal de carreteras; José Ricardo Solorio Murillo, Paul Garnica Anguas, Monserrat Montoya Ortega y Roberto Hernández Domínguez. IMT Publicación Técnica no. 457.
9. Criterios de Evaluación de Proyectos, Nassir Sapag Chain, Mc Graw Hill, 1993.
10. Evaluación de proyectos, Gabriel Baca Urbina, Editorial Mc Graw Hill, 2000.
11. Gestión de Infraestructura Vial, Hernán de Solminihac Tampier; Universidad Católica de Chile, 1998.
12. La Conservación de Carreteras en México, la experiencia reciente, Cedric Iván Escalante Sauri, Asociación Mexicana de Ingeniería en Vías Terrestres A. C., 2002.
13. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. DOF del 27 de abril de 2012.
14. Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C. 2006.
15. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT, 1991.
16. NIT-SCT Normativa para la Infraestructura del transporte, Conservación (CSV)
17. Metodología General para la Evaluación de Proyectos, CEPEP Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México, D. F. 2008.
18. Estimating Vehicle Operating Costs, Rodrigo S. Archondo Callao y Asif Faiz, World Bank Technical Paper Number 234, Washington, D. C. 1994.
19. Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2010; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 337.
20. Propuesta metodológica para la estimación del valor del tiempo de los usuarios de la infraestructura carretera en México, el caso del transporte de pasajeros, Dr. Guillermo Torres Vargas y Salvador Hernández García. IMT Publicación Técnica 291. 2006.
21. The Little Book of Profiling, Michael W. Sayers and Steven M. Karamihas, University Of Michigan, 1998.
22. INSITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE, El Clima y las carreteras de México, Publicación Técnica No. 498 Sanfandila, Qro, 2017.