



**PROYECTO DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS MEDIANTE EL  
ESQUEMA ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA  
APP SAN LUIS POTOSÍ – MATEHUALA  
PARA EL PERIODO 2018-2028**

**I. Descripción del Proyecto y Viabilidad Técnica del mismo**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Para efectos del cumplimiento al artículo 14 de la Ley de Asociaciones Público Privadas y los artículos 26, 27, 28 y 30 del Reglamento de la Ley de Asociaciones Público Privadas, así como a los Criterios para la realización de Proyectos mediante un esquema de Asociación Público Privada y los Lineamientos que establecen las disposiciones para determinar la rentabilidad social, así como la conveniencia de llevar a cabo un proyecto mediante un esquema de Asociación Público Privada, se describe en el presente documento el cumplimiento expreso de los análisis que determinan la viabilidad del Proyecto, en lo sucesivo y para todos los efectos de este documento se le identificará, indistintamente como ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICA – PRIVADA (APP) PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN RUTINARIA Y PERIÓDICA, ASÍ COMO LOS DE REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL TRAMO CARRETERO “SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA”, EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ o bien “APP SAN LUIS POTOSÍ– MATEHUALA”.

La presente descripción del proyecto explica las características y viabilidad técnica para la realización del APP SAN LUIS POTOSÍ– MATEHUALA, así como la metodología y criterios técnicos que dan origen a este proyecto APP.

## **2. ANTECEDENTES**

En los años noventa el proceso de reestructuración financiera del programa de autopistas llevó al gobierno federal a instrumentar diferentes tipos de estrategias durante casi diez años, al final el esfuerzo no ha sido en vano. Actualmente, se tiene una infraestructura carretera operando en condiciones físicas adecuadas, y viable en términos económicos en el mediano plazo, que será capaz de sustentar por medio de sus propios ingresos el mantenimiento de la red, así como apoyar la construcción de las nuevas carreteras de altas especificaciones.

En otros aspectos, el interés principal del personal técnico de la SCT fue mantener los niveles de servicio de la red federal de carreteras en las mejores condiciones posibles, dadas las restricciones presupuestales del sector público para realizar modernizaciones importantes, sólo disponibles para ejecutar obras de conservación y mantenimiento o mejoras de poco presupuesto. En ausencia de recursos públicos para construir obras nuevas, la SCT se concentró en la elaboración de programas de mediano y largo plazo para completar y modernizar la red nacional de carreteras, el resultado de estas actividades quedó inscrito en la formulación del actual programa carretero mexicano, cuyas partes más importantes son: modernización estratégica de la red, libramientos y accesos a ciudades, conservación de la red federal, carreteras interestatales y caminos rurales, así como la configuración de los corredores carreteros que atraviesan el país en forma longitudinal (que comunican las fronteras norte y sur del país) y transversal (que comunican los litorales del Océano Pacífico con los del Golfo de México); en los que se mueve la mayor parte del transporte por carretera de carga y pasajeros del país y en los que se localizan la mayoría de las autopistas de altas especificaciones.

Sin embargo, partes sustanciales de los corredores carreteros están incompletos o son carreteras de bajas especificaciones. Para solucionar los problemas de conectividad y de calidad de las carreteras en estos corredores la SCT busca atraer inversión privada en la construcción de carreteras de altas especificaciones y en la modernización de las carreteras existentes a través de mecanismos de participación público-privada mediante la ejecución de los proyectos considerados en los subprogramas: modernización estratégica de la red y libramientos y accesos a ciudades.

En este contexto, las autoridades mexicanas diseñaron nuevos esquemas de participación entre los sectores público y privado para la provisión de infraestructura carretera de altas especificaciones a partir de la experiencia adquirida en la construcción y administración de autopistas como obra pública, en el programa correspondiente a 1989-1994 y tomando en cuenta las tendencias internacionales en la materia. De esta manera, la SCT otorgó en el 2003 los primeros proyectos de autopistas de peaje utilizando el esquema denominado nuevo modelo de concesión. Dos años después, la SCT asignó el primer Proyecto de Prestación de Servicios (PPS), modelo de asociación público-privada para convertir carreteras existentes en autopistas de libre circulación. Por último, en el 2007 la SCT entregó en concesión a cambio de una contraprestación el primer paquete de autopistas rescatadas mediante un esquema de re-concesión (modelo de aprovechamiento de activos).

A diferencia de lo ocurrido en el programa de autopistas 1989-1994, ahora la SCT tiene establecido un proceso de planeación, evaluación, diseño, programación, presupuestación y ejecución para el

desarrollo de nuevos proyectos carreteros, que sean ejecutados con recursos fiscales o con apoyo de inversiones privadas. Además, los proyectos de APP para infraestructura carretera requieren la elaboración de un análisis de rentabilidad y el registro en la cartera de proyectos de inversión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Por otra parte, para la conservación de carreteras la SCT efectúa la contratación tradicional, que se realiza conforme al presupuesto asignado a ésta. Las actividades de conservación se programan con base en el presupuesto asignado, mismo que ha llevado a que la red federal de carreteras libre de peaje no se encuentra en condiciones ideales, por lo tanto, requiere una serie de trabajos a fin de mejorar su estado físico para ofrecer un mejor nivel de servicio y disminuir los costos de operación a los usuarios.

En la contratación por resultados, se requiere que el contratista cumpla con una batería de indicadores que optimicen el nivel de servicio de las carreteras a su cargo. El presupuesto para cada contrato se define con base en las actividades necesarias para alcanzar y mantener estos indicadores.

La Secretaría ha evolucionado en su sistema de contratación de la conservación de carreteras, primero con contratos por actividades tradicionales, posteriormente con contratos integrales plurianuales (varias actividades en un solo contrato - PROPIMI y PROMAI) y finalmente con los Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC) a 7 años, en que durante los tres primeros se levanta la condición de la carretera a estándares pagándose por precio unitario de obra terminada (PUOT) y a partir de que se logran éstos, por precio unitario mensual (PUM) por cumplimiento de estándares.

Como resultado del propio proceso evolutivo y de aprendizaje de la DGCC, así como del análisis de otros modelos de contratación alrededor del mundo, la SCT optó por migrar hacia un esquema de contratación basado en resultados. Estos esquemas por sí mismos requieren de plazos largos, a fin de que el Contratista pueda, a partir de diversas actividades de reconstrucción y rehabilitación, llevar las carreteras a cumplir con estándares de desempeño y a partir de allí mantener dichos estándares. Si el estado físico de las carreteras fuera bueno (es decir se requiriera poca reconstrucción y se invirtiera continuamente en mantenimiento), los plazos podrían ser menores, sin embargo, en el caso de nuestro país, parte de los tramos federales no cumplen con todos los estándares que se han definido por lo que el contrato necesariamente debe ser plurianual.

Buscando nuevos esquemas de atención a las necesidades de mantenimiento de la red federal carretera, mediante un contrato plurianual de conservación de carreteras se pretende mejorar la atención a los tramos carreteros, buscando eficiencias por economías de escala y aprovechamiento del personal, lo cual redundará en un mejor estado de la red.

La SCT denominó a este esquema de contratación, Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC), que evoluciona al Programa Asociación Público Privada de Conservación Plurianual de la Red de Carreteras (APP) con objeto de asegurar, en tiempo y forma, los requerimientos presupuestales.

Los trabajos que se desarrollarán con la contratación de este proyecto son los siguientes:

- 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

Por medio de este proyecto, se busca adquirir experiencia con una nueva forma de contratar la conservación carretera, con la finalidad de reducir los costos que actualmente se contratan en forma tradicional y asegurar su financiamiento.

### Principales corredores de transporte

Los corredores de transporte vienen definidos por el mayor movimiento de carga y pasajeros a través de la red de carretera y ferroviaria del país; siendo los ejes troncales que conectan los principales puertos del país y los cruces fronterizos, además de proveer accesibilidad a las principales ciudades capitales de las 32 entidades que conforman la República Mexicana.

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018 define 15 corredores carreteros, que en distintos puntos del país conectan el Océano Atlántico con el Pacífico (Corredores Transversales) y a las fronteras del norte con el sur (Corredores Longitudinales). Entre estos corredores se desplaza el tránsito más importante de viajeros, comercio y comunicaciones.



La red de carreteras de México consta de tres ejes norte-sur; uno a lo largo de la costa del Pacífico, compuesto por las carreteras México - Nogales, Transpeninsular y México - Chetumal; otro en el centro, que incluye las vías Querétaro - Ciudad Juárez; y el tercero en la región noreste compuesto por las carreteras México - Nuevo Laredo y Veracruz - Monterrey. Un eje enlaza Ciudad de México con Yucatán. Los ejes transversales conectan entre sí estos ejes básicos.

De acuerdo con el Programa Nacional Estratégico de Infraestructura Carretera 2030 de la SCT, como parte conformante del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018, está previsto un decimoquinto corredor, el Corredor del Pacífico, que conectará a Salina Cruz con Tepic por la costa del Pacífico, atravesando Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y VIABILIDAD TÉCNICA DEL MISMO**

#### **3.1. Objetivos**

- Preservar el patrimonio vial de la red federal libre de peaje, reduciendo el costo de operación de sus usuarios.
- Proporcionar un mejor servicio al usuario, tanto en lo que se refiere a su comodidad como seguridad.
- Contar con un instrumento en materia de conservación que permita reducir costos de contratación y facilitar la gestión vial agrupando las diversas actividades en un solo contrato.

#### **3.2. Alcances**

Los esquemas de asociación público-privada tienen por finalidad satisfacer las necesidades de la colectividad, con la participación conjunta del sector privado y el sector público, mediante la prestación de servicios de largo plazo en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado, con el objeto de aumentar el bienestar social y los niveles de inversión en el país. Los proyectos que pueden contratarse mediante esquemas de asociaciones público privadas comprenden proyectos de infraestructura que pueden incluir escuelas, universidades, centros de salud, hospitales, carreteras, plantas de tratamiento de aguas, centros penitenciarios, entre otros.

Por otra parte, para la conservación de carreteras la SCT ha efectuado hasta el momento la contratación tradicional, que se realiza conforme al presupuesto asignado a ésta. Las actividades de conservación se programan con base en el presupuesto asignado, mismo que ha llevado a que la red federal de carreteras libre de peaje no se encuentre en condiciones ideales, por lo tanto, requiere una serie de trabajos a fin de mejorar su estado físico para ofrecer un mejor nivel de servicio y disminuir los costos de operación a los usuarios.

En la contratación por resultados, se requiere que el contratista cumpla con una serie de indicadores que optimicen el nivel de servicio de las carreteras a su cargo. El presupuesto para cada

contrato se define con base en las actividades necesarias para alcanzar y mantener dichos indicadores.

El esquema de conservación plurianual (APP), considerando el cumplimiento estricto de los estándares de desempeño, asume que durante los primeros 2.5 años se ejecutarán cuantas obras sean necesarias para el tramo Carretero que cumplan con los estándares de desempeño a más tardar al final de los 30 primeros meses del contrato. Determinándose las actividades de conservación periódica y reconstrucción a realizar tanto en los primeros 2.5 años del APP como en el resto del contrato.

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

- Pavimento (corona),
- Terracerías,
- Drenaje,
- Señalamiento,
- Dispositivos de Seguridad (barreras),
- Pasos, Puentes y Estructuras, y
- Derecho de Vía, y
- Servicios de Vialidad

Para mantener todos estos elementos en las condiciones establecidas por los estándares predefinidos, a continuación, se describen los trabajos que estarán incluidos en el APP:

- Conservación Rutinaria de Tramos: trabajos efectuados de manera cotidiana para preservar la funcionalidad de las carreteras, actuando sobre: (i) las obras de drenaje y subdrenaje; (ii) pavimentos y (iii) señalamiento y dispositivos de seguridad; incluyendo en todos los casos corona, terracerías y derecho de vía.
- Conservación Rutinaria de Puentes y Pasos: tareas efectuadas por lo menos dos veces al año para preservar la funcionalidad de las estructuras, incluyendo pintura de elementos metálicos o de concreto no estructurales como parapetos y defensas.
- Conservación Periódica de Obras de Drenaje, Complementarias y Subdrenaje: acciones efectuadas con frecuencia de 2 a 5 años, para mantener el estado físico adecuado de las obras de drenaje, complementarias y de subdrenaje, incluyendo la limpieza y reparación de cajas desarenadoras, cajas disipadoras de energía y pozos de visita.
- Conservación Periódica de Puentes y Pasos: trabajos necesarios, para mantener el estado físico de los puentes y pasos a desnivel, se incluye la reposición de apoyos y juntas.
- Conservación Periódica de Terracería: trabajos efectuados para mantener el estado físico adecuado de las terracerías: relleno de deslaves, recargue de taludes, retiro de derrumbes, estabilización de taludes, limpieza y reparación de muros de protección, protección de taludes (zampeados, concreto lanzado, mallas, anclajes, etc.).
- Conservación Periódica del Pavimento: trabajos efectuados con frecuencia de 3 a 8 años, para mantener el estado físico adecuado de la superficie del pavimento. Para los efectos de este APP, se incluyen fresados, riegos de sello, y tratamientos superficiales como Open Graded, SMA, CASAA, y otros tipos de sobrecarpetas delgadas de hasta 5.0 cm de espesor.

- Conservación Periódica del Señalamiento y Dispositivos de Seguridad: acciones necesarias, para reponer, rehabilitar y reparar los elementos de la infraestructura carretera relativos al señalamiento y dispositivos de seguridad, incluyendo reductores de velocidad.
- Rehabilitación de Puentes y Pasos: trabajos realizados para restituir o mejorar la capacidad de carga de estas estructuras. Para los efectos de este APP, de manera enunciativa mas no limitativa se incluyen el reforzamiento o sustitución de la superestructura, la protección contra socavación o erosión del cauce, reforzamiento de subestructura, reposición de conos de derrame, reparación de accesos, sustitución de apoyos de neopreno, juntas de dilatación y piezas especiales, entre otros.
- Reconstrucción de Obras Menores de Drenaje, Obras Complementarias de Drenaje y Subdrenaje: trabajos realizados con horizonte de proyecto de 10 o más años, para reparar, reponer o corregir las características estructurales y/o hidráulicas de las obras menores de drenaje, obras complementarias de drenaje y subdrenaje.
- Reconstrucción del Pavimento: trabajos realizados con horizonte de proyecto de 10 o más años, para restituir o mejorar las características estructurales del pavimento.
- Reconstrucción del Señalamiento y Dispositivos de Seguridad: trabajos realizados para reponer o mejorar las características de los elementos de la infraestructura carretera relativos al señalamiento horizontal, señalamiento vertical y dispositivos de seguridad.
- Funcionalidad del Derecho de Vía: son los trabajos realizados para que el Derecho de Vía este siempre limpio, libre de obstáculos, con la vegetación controlada a las dimensiones establecidas y la continuidad del cercado existente.
- Servicios de Vialidad: trabajos realizados para reponer o mejorar de manera temporal las características de los elementos de la infraestructura carretera dañados, relativos al señalamiento y dispositivos de seguridad que por algún percance o causas de fuerza mayor sufriera algún daño que lo hiciera obstaculizar el libre tránsito de la carretera. También incluye apoyo a la policía, cruz roja, etc.

Por medio de este proyecto, se busca adquirir experiencia con una nueva forma de contratar la conservación carretera, con la finalidad de reducir los costos en los proyectos que actualmente se contratan en forma tradicional y también, para asegurar el financiamiento de futuros proyectos APP.

### **3.3. Localización**

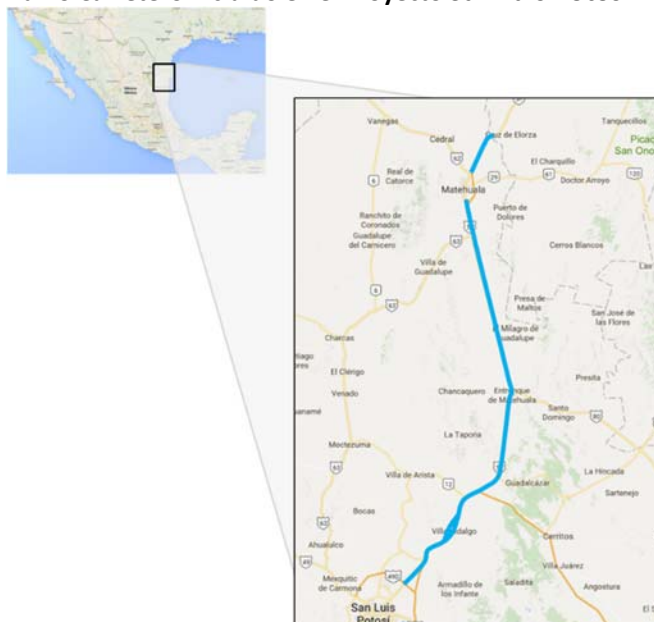
El APP San Luis Potosí - Matehuala consta de un tramo, correspondiente a la carretera MEX 57 que va de San Luis Potosí - Matehuala - Lim. Edos. SLP-COAH. El primer tramo inicia en el kilómetro 16+500, saliendo de San Luis Potosí, llega a Matehuala en el km 187+390; continua en el km 8+340 saliendo de Matehuala y termina en el km 24+640 en el límite de los estados de San Luis Potosí y Nuevo León. Estos tramos se subdividen en los segmentos que se muestran en la Tabla 1, contando con una longitud lineal de 187.20 Km y con una meta anual de 374.08 km equivalentes de conservación. En la figura 1 se muestra el Plano de Ubicación del Tramo Carretero.



Estado	Nombre del Tramo	Tramo	Cadenamiento		Longitud (km)
			km inicial	km final	
San Luis Potosí	Lib. Norte SLT - Lib. Oriente SLP (Cpos. A y B)	SL057C2-016.5-026.0D	16+500	26+000	19.00
	Lib. Oriente SLP - T. Villa Hidalgo (Cpo. A)	SL057C2-026.0-042.0A	26+000	42+000	16.00
	T. Villa Hidalgo - T. Guadalcázar (Cpo. A)	SL057C2-042.0-075.0A	42+000	75+000	33.00
	T. Guadalcázar - T. Cd Mante (Cpo. A)	SL057C2-075.0-108.0A	75+000	108+000	33.00
	T. Cd Mante - Km. 140 (Cpo. A)	SL057C2-108.0-140.0A	108+000	140+000	32.00
	Km. 140 - T. Charcas (Cpo. A)	SL057C2-140.0-172.0A	140+000	172+000	31.70
	Lib. Oriente SLP - T. Villa Hidalgo (Cpo. B)	SL057C2-026.0-042.0B	26+000	42+000	16.00
	T. Villa Hidalgo - T. Guadalcázar (Cpo. B)	SL057C2-042.0-075.0B	42+000	75+000	33.00
	T. Guadalcázar - T. Cd Mante (Cpo. B)	SL057C2-075.0-108.0B	75+000	108+000	33.00
	Km. 140 - T. Charcas (Cpo. B)	SL057C2-108.0-140.0B	108+000	140+000	32.00
	T. Cd Mante - T. Charcas (Cpo. B)	SL057C2-140.0-172.0B	140+000	172+000	32.00
	T. Charcas - Matehuala (Cpos. A y B)	SL057C2-172.0-187.4D	172+000	187+390	30.78
	Matehuala - Lim. Edos. SLP/NL (Cpos. A y B)	SL057C3-008.3-024.6D	8+340	24+640	32.60
	<b>Longitud Equivalente (km)</b>				
<b>Longitud Lineal (km)</b>					<b>187.20</b>

**Tabla 1.** Tramos Carreteros Incluidos en el APP San Luis Potosí - Matehuala

**Mapa del Tramo Carretero Incluido en el Proyecto San Luis Potosí - Matehuala**



**Figura 1.** Ubicación del APP San Luis Potosí - Matehuala

**3.4. Condición Actual del tramo carretero**

Para los proyectos y programas de conservación de carreteras, la oferta se corresponde con la infraestructura viaria que se pone al servicio del usuario. A continuación, se enuncian los elementos

del tramo carretero, su condición actual y propuesta de actuación, tanto en la etapa de rehabilitación inicial como en la de conservación.

### 3.4.1. Pavimentos

Para conocer el comportamiento funcional del pavimento la Secretaría de Comunicaciones y Transportes proporcionó la información de la evaluación superficial de los pavimentos del año 2016. Este comportamiento es de importancia para conocer las condiciones de economía en la operación, confort y seguridad que proporcionan las carreteras a los usuarios.

Para conocer dichas condiciones superficiales, se realizó una inspección visual de la superficie de rodamiento y las mediciones de los indicadores de la corona. En esta se utilizó el equipo de alto rendimiento perfilómetro láser, con el propósito de determinar el Índice Internacional de Rugosidad Superficial conocido como IRI (International Roughness Index), la profundidad de rodera, macrotextura y deterioros.

En la tabla 2 se presentan las características físicas y condiciones actuales las cuales son: Ancho de corona, Número de carriles, Acotamiento, Tipo de Pavimento, Espesor de carpeta, Deflexión, IRI, Porcentaje de agrietamiento, Desprendimiento de áridos, Número de baches, Profundidad de roderas y Textura.

Tramo	Subtramo	Nombre	Long. Equiv. (km)	Ancho de corona (m)	# Carriles	Acotamiento	Tipo Pavimento	Espesor Rod (mm)	Espesor Pav (mm)	Deflexión (mm)	IRI (m/km)	Fisuras (%)	Desprend. (%)	Baches (#)	Roderas (mm)	Macrotext. (mm)
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-023.5A	San Luis Potosí - Mathuála (Cpo. A)	7	10.6	2	SI	ASF		200	0.671	3.07	10.00	6.67	0.53	11.52	0.83
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-023.5-026.0A		2.5	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.408	2.35	10.00	6.67	0.19	11.56	0.80
SL057C2-026.0-042.0A	SL057C2-026.0-042.0A		16	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.167	2.48	10.00	4.33	0.00	6.27	0.98
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-042.0-052.5A		10.5	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.164	2.62	10.00	4.33	0.00	9.24	0.69
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-052.5-058.3A		5.8	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.937	2.62	7.00	6.67	0.00	8.92	0.99
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-058.3-060.0A		1.7	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.108	2.68	7.00	6.67	0.00	9.02	0.84
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-060.0-064.0A		4	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.163	2.35	7.00	6.67	0.00	8.53	0.87
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-064.0-071.0A		7	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.184	2.31	7.00	6.67	0.00	8.43	0.79
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-071.0-075.0A		4	10.6	2	SI	HIDR	30	250	0.177	2.37	7.00	4.33	0.00	9.38	0.85
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-075.0-105.5A		30.5	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.147	2.22	7.00	4.33	0.00	9.71	0.88
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-105.5-108.0A		2.5	10.6	2	SI	ASF		100	1.035	3.96	7.00	4.33	0.00	13.42	1.01
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-108.0-120.0A		12	10.6	2	SI	ASF		100	0.821	3.90	15.00	0.00	2.05	13.63	0.98
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-120.0-130.9A		10.9	10.6	2	SI	ASF		120	0.698	2.88	15.00	0.00	1.86	13.40	1.08
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-130.9-140.0A		9.1	10.6	2	SI	ASF		120	0.342	2.34	4.00	0.00	0.54	7.09	0.80
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-140.0-145.7A		5.7	10.6	2	SI	ASF		180	0.445	2.38	4.00	0.00	0.34	6.58	0.81
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-145.7-156.0A		10.3	10.6	2	SI	ASF		180	1.014	2.34	4.00	0.00	0.61	9.88	0.85
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-156.0-166.1A		10.1	10.6	2	SI	ASF		250	0.616	2.88	4.00	0.00	0.59	9.71	0.85
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-166.1-169.6A		3.2	10.6	2	SI	ASF		250	0.128	2.38	4.00	0.00	0.29	4.90	0.91
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-169.6-172.0A		2.4	10.6	2	SI	ASF		250	0.110	2.68	4.00	0.00	0.21	5.77	0.83
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-180.5A		8.5	10.6	2	SI	ASF		270	0.135	2.54	4.00	0.00	0.78	5.67	0.97
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-180.5-184.0A	3.5	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.173	3.42	4.00	0.00	0.31	7.75	0.95	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4A	3.39	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.138	4.05	4.00	0.00	0.30	13.07	0.71	
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0A	1.86	10.6	2	SI	ASF		180	0.208	3.77	0.00	0.00	1.77	11.25	0.98	
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-015.3A	5.3	10.6	2	SI	ASF		200	0.283	2.25	0.00	0.00	5.64	16.73	0.81	
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-015.3-024.6A	9.34	10.6	2	SI	ASF		210	0.918	6.69	0.00	0.00	9.94	18.12	0.83	
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-026.0B	MTH. Lim. (Cpo. B)	9.5	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.128	1.84	15.00	6.67	0.00	5.48	1.03
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-026.0-033.0B		7	10.6	2	SI	ASF		220	0.536	2.92	10.50	4.33	2.15	14.29	0.61
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-033.0-037.1B		4.1	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.218	2.75	10.50	4.33	1.26	8.05	0.91
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-037.1-042.0B		4.9	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.512	3.25	10.50	4.33	1.51	14.43	0.55
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-042.0-048.7B		6.7	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.138	2.65	10.50	4.33	2.06	11.39	0.57
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-048.7-055.3B		6.6	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.188	3.74	10.50	4.33	2.03	5.70	0.48
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-055.3-060.0B		4.7	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.174	2.97	15.00	4.33	0.35	10.22	0.46
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-060.0-075.0B		15	10.6	2	SI	ASF		250	0.534	2.27	15.00	4.33	1.11	12.53	0.50
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-075.0-080.0B		5	10.6	2	SI	ASF		250	0.591	3.17	15.00	4.33	0.37	9.97	0.53
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-080.0-090.8B		10.8	10.6	2	SI	ASF		260	0.891	2.79	4.00	1.00	0.00	12.21	0.69
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-090.8-105.0B		14.2	10.6	2	SI	ASF		250	0.852	2.10	4.00	1.00	0.00	7.36	0.63
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-105.0-108.0B		3	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.163	2.22	4.00	1.00	0.00	5.00	0.91
SL057C2-108.0-140.0B	SL057C2-108.0-140.0B		32	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.127	2.34	2.00	0.00	3.31	5.07	0.99
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-140.0-165.5B		25.5	10.6	2	SI	HIDR	30	300	0.129	2.22	2.00	0.00	2.64	6.14	1.12
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-165.5-172.0B		6.5	10.6	2	SI	ASF		150	0.787	4.95	8.00	0.00	9.55	13.44	0.48
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-176.9B		4.9	10.6	2	SI	ASF		150	0.759	3.79	8.00	0.00	7.20	13.53	0.54
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-176.9-182.0B		5.1	10.6	2	SI	ASF		210	0.447	3.30	8.00	0.00	7.49	14.70	0.53
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-182.0-184.0B		2	10.6	2	SI	ASF		210	0.439	2.21	8.00	0.00	2.94	13.49	0.57
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4B		3.39	10.6	2	SI	ASF		220	0.379	2.27	8.00	0.00	4.98	9.99	0.67
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0B		1.66	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.238	1.94	10.00	0.00	0.41	7.12	1.19
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-024.6B	14.64	10.6	2	SI	HIDR	300	300	0.161	1.85	10.00	0.00	3.59	7.71	1.12	

Tabla 2. Condiciones físicas actuales del pavimento del tramo carretero.

La definición de cada uno de los parámetros de la tabla 2 es:

**Tramo:** Es una división del proyecto conforme a características similares de tránsito, tipo de pavimento y geometría

**Subtramo:** Es una subdivisión del tramo la cual se realizó para la mejor determinación de los trabajos de rehabilitación de la corona de acuerdo con la condición y las características físicas de los pavimentos como son: tipo de estructuración, IRI, roderas, deterioros, características geotécnicas, espesores de pavimentos, etc.

**Nombre:** Es el nombre con el que se identifica el tramo carretero de acuerdo con la jurisdicción de la Red Federal Libre de Peaje a cargo de la Dirección General de Conservación de Carreteras de la SCT.

**Longitud equivalente:** Es la longitud del subtramo equivalente a una sección de 2 carriles. La unidad está dada en kilómetros.

**Ancho de corona:** El ancho de corona comprende la calzada (los carriles por donde circulan los vehículos) y los acotamientos pavimentados (franjas laterales que pueden ser usadas para auxiliar alguna falla que presenten los vehículos) a ambos lados. La unidad está dada en metros.

**# carriles.** Cantidad de carriles en el subtramo

**Acotamiento.** Indica si el subtramo cuenta con acotamiento

**Tipo de pavimento:** Especifica el tipo de material de la capa superficial del pavimento, este puede ser de dos tipos: Asfáltico o de Concreto Hidráulico.

**Espesor Rod:** Señala el espesor de la capa de rodadura. La unidad está dada en milímetros.

**Espesor de pavimento:** Indica el espesor de la capa superior de la estructura del pavimento, también llamada capa de rodadura. La unidad está dada en milímetros.

**Deflexión:** Esta medición se utiliza para conocer la capacidad estructural del pavimento a partir de ensayos no destructivos sobre la superficie del pavimento. La información proporcionada se utiliza para determinar la evaluación estructural del pavimento y determinar su vida remanente, diseñándose las estrategias de rehabilitación y conservación periódica en función del horizonte de evaluación del proyecto. La unidad de medición es el milímetro.

**IRI:** Son las siglas en inglés del Índice Internacional de Rugosidad, es la medida de las irregularidades verticales del pavimento a lo largo de la zona donde va la rodada, con respecto a una superficie plana y es equivalente a la relación entre dichas irregularidades acumuladas y la longitud del tramo medido. Este es el principal indicador para determinar el confort que el usuario tiene al transitar por la carretera. La unidad de medición está dada en metros por kilómetro.

**Fisuras:** es uno de los más importantes deterioros del pavimento. El desgaste y el paso del tiempo son los principales factores que contribuyen al agrietamiento de la capa de rodadura. La propagación del agrietamiento va asociada al peso (ejes equivalentes) de los vehículos que circulan

por la carretera, al paso del tiempo y al medioambiente (principalmente la presencia de agua). Su medición es el porcentaje del área total agrietada en todo el ancho de los carriles de circulación ya sea de forma transversal o longitudinal.

**Desprendimiento:** Es la pérdida progresiva de material de la capa de rodadura causado por efectos del clima y/o erosión del tránsito. El desprendimiento es un deterioro común en las construcciones pobres de emulsión asfáltica y en capas de rodadura finas, tales como tratamientos superficiales, pero no son frecuentes en construcciones de alta calidad o mezclas asfálticas calientes. Su medición es el porcentaje del área del ancho de los carriles de circulación en el que se ha producido un desprendimiento.

**Baches:** Los baches, generalmente, se desarrollan en una capa de rodadura que previamente haya sufrido desprendimientos, se haya agrietado, o ambos. La presencia de agua acelera la formación de baches, lo que produce un debilitamiento de la estructura del pavimento. Es importante recalcar que la presencia de baches en la carretera supone un riesgo alto en la incidencia de accidentes viales e impacta de manera directa en la seguridad vial del tramo. La medición se da en términos del número de baches con un área de 0.1 m<sup>2</sup> que se presenten en un kilómetro lineal en todo el ancho de la corona.

**Roderas:** La rodera se define como la deformación permanente asociada con el tránsito a través de las capas del pavimento acumuladas con el tiempo convirtiéndose en roderas. Va asociada a la deformación plástica de la estructura del pavimento. La unidad de medición es el milímetro.

**Macrotextura:** Corresponde con la capacidad drenante de la superficial del pavimento, es uno de los parámetros más importante en la seguridad vial de la carretera ya que está relacionada con la interacción entre la capa de rodadura y el neumático, específicamente es la que nos permite determinar la evacuación del agua de lluvia en la carpeta y al tener una buena Macrotextura reducir el efecto de hidropneumático. La unidad de medición es el milímetro.

### CONDICIONES ACTUALES DEL PAVIMENTO Y PROPUESTA TÉCNICA DE SOLUCIÓN

La Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) valora cualitativamente los tramos carreteros con los datos presentados en la Tabla 3.

Parámetros	IRI (m/km)	Deflexiones (mm)	Macrotextura (mm)	Rodera (mm)	Agrietamiento (%)
Buen estado	< 1.8	< 0.5	> 0.9	< 7	< 5
Aceptable	1.8 < IRI < 2.5	0.5 < DEF < 0.9	0.9 > MTX > 0.75	7 < RDO < 12	5 < AGR < 10
No satisfactorio	> 2.5	> 0.9	< 0.75	> 12	> 10

**Tabla 3.** Rangos de los indicadores.

Con estos datos el proyecto presenta las condiciones de la tabla 4 para los diferentes indicadores.

INDICADOR	BUENO	ACEPTABLE	NO SATISFACTORIO
IRI	0.00%	58.41%	41.59%
DEFLEXION	63.58%	28.95%	7.47%
MACROTEXTURA	41.29%	29.12%	29.59%
RODERAS	30.05%	43.32%	26.63%
AGRIETAMIENTO	42.23%	34.67%	23.10%

**Tabla 4.** Condición física del tramo carretero para los diferentes indicadores.

Sin embargo, debido los requerimientos de prestación de servicios de los proyectos APP estos utilizan otros límites. Estos se presentan en la tabla 5.

Parámetros	IRI (m/km)	Deflexiones (mm)	Macrotextura (mm)	Rodera (mm)	Fisuras (%)
Buen estado	< 2.5	< 0.5	> 0.75	< 12	< 5
No satisfactorio	> 2.5	> 0.5	< 0.75	> 12	> 5

**Tabla 5.** Rangos de los indicadores de acuerdo con el cumplimiento del contrato APP

Con estos rangos los tramos carreteros presentan el comportamiento mostrado en la tabla 6.

Tramo	Subtramo	Deflexión (mm)	IRI (m/km)	Fisuras (%)	Rodera (mm)	Macrotext (mm)
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-023.5A	0.671	3.07	10.00	11.52	0.83
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-023.5-026.0A	0.408	2.35	10.00	11.56	0.80
SL057C2-026.0-042.0A	SL057C2-026.0-042.0A	0.167	2.48	10.00	6.27	0.98
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-042.0-052.5A	0.164	2.62	10.00	9.24	0.69
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-052.5-058.3A	0.937	2.62	7.00	8.92	0.99
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-058.3-060.0A	0.108	2.68	7.00	9.02	0.84
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-060.0-064.0A	0.163	2.35	7.00	8.53	0.87
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-064.0-071.0A	0.184	2.31	7.00	8.43	0.79
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-071.0-075.0A	0.177	2.37	7.00	9.38	0.85
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-075.0-105.5A	0.147	2.22	7.00	9.71	0.88
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-105.5-108.0A	1.035	3.96	7.00	13.42	1.01
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-108.0-120.0A	0.821	3.90	15.00	13.63	0.98
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-120.0-130.9A	0.698	2.88	15.00	13.40	1.08
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-130.9-140.0A	0.342	2.34	4.00	7.09	0.80
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-140.0-145.7A	0.445	2.38	4.00	6.58	0.81
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-145.7-156.0A	1.014	2.34	4.00	9.88	0.85
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-156.0-166.1A	0.616	2.88	4.00	9.71	0.85
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-166.4-169.6A	0.128	2.38	4.00	4.90	0.91
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-169.6-172.0A	0.110	2.68	4.00	5.77	0.83
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-180.5A	0.135	2.54	4.00	5.67	0.97
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-180.5-184.0A	0.173	3.42	4.00	7.73	0.95
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4A	0.138	4.05	4.00	13.07	0.71
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0A	0.208	3.77	0.00	11.25	0.98
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-015.3A	0.263	2.25	0.00	16.73	0.81
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-015.3-024.6A	0.918	6.69	0.00	18.12	0.83
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-026.0B	0.126	1.84	15.00	5.48	1.03
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-026.0-033.0B	0.536	2.92	10.50	14.29	0.61
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-033.0-037.1B	0.218	2.75	10.50	8.05	0.91
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-037.1-042.0B	0.512	3.25	10.50	14.43	0.55
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-042.0-048.7B	0.138	2.65	10.50	11.39	0.57
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-048.7-055.3B	0.188	3.74	10.50	5.70	0.48
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-055.3-060.0B	0.174	2.97	15.00	10.22	0.46
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-060.0-075.0B	0.534	2.27	15.00	12.53	0.50
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-075.0-080.0B	0.591	3.17	15.00	9.97	0.53
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-080.0-090.8B	0.891	2.79	4.00	12.21	0.69
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-090.8-105.0B	0.852	2.10	4.00	7.36	0.63
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-105.0-108.0B	0.163	2.22	4.00	5.00	0.91
SL057C2-108.0-140.0B	SL057C2-108.0-140.0B	0.127	2.34	2.00	5.07	0.99
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-140.0-165.5B	0.129	2.22	2.00	6.14	1.12
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-165.5-172.0B	0.787	4.95	8.00	13.44	0.48
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-176.9B	0.759	3.79	8.00	13.53	0.54
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-176.9-182.0B	0.447	3.30	8.00	14.70	0.53
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-182.0-184.0B	0.439	2.21	8.00	13.49	0.57
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4B	0.379	2.27	8.00	9.99	0.67
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0B	0.238	1.94	10.00	7.12	1.19
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-024.6B	0.161	1.85	10.00	7.71	1.12

Tabla 6. Condición Inicial del tramo APP de los indicadores de cumplimiento del contrato APP.

## ETAPA DE REHABILITACIÓN INICIAL DEL PAVIMENTO

En base a las condiciones físicas actuales del pavimento (tabla 4), los trabajos propuestos para levantar todos los parámetros de corona a los Estándares de Desempeño descritos en el apartado 3.7 son:

- Microcarpeta,
- Recorte de 3 cm y Microcarpeta de 3 cm,
- Recorte de 5 cm, Carpeta Asfáltica de Alto módulo de 5 cm y Microcarpeta de 3 cm,
- Recorte de 10 cm, Carpeta Asfáltica de Alto módulo de 10 cm y Microcarpeta de 3 cm,
- Reposición de Losas de Concreto Hidráulico y Microcarpeta de 3 cm,
- Recorte de 3 cm, Reposición de Losas de Concreto Hidráulico y Microcarpeta de 3 cm,
- Recuperación de 20 cm, Base Negra de 20 cm, Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm y Microcarpeta de 3 cm,
- Recuperación de 25 cm, Base Negra de 25 cm, Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm y Microcarpeta de 3 cm,
- Reconstrucción de pavimentos asfáltico,
- Reconstrucción de pavimentos hidráulico.

A continuación, se detalla para cada tipo de trabajo, el criterio de actuación.

### Microcarpeta

Se propone la colocación de una Microcarpeta de 3 cm sobre la superficie actual en aquellos tramos y subtramos que presentan una capacidad estructural buena, deflexiones menores a 0.500 mm. Además, deben presentar un buen IRI, menor a 2.5 m/km, fisuras menores a 5%, roderas menores a 5 mm. Los tramos que presentan estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2019.
  - SL057C2-166.4-169.6A.
- Año de Rehabilitación Inicial 2020.
  - SL057C2-105.0-108.0B.

### Recorte de 3 cm y Microcarpeta de 3 cm

Esta propuesta se plantea para los tramos y subtramos que presentan buena capacidad estructural, deflexiones menores a 0.500 mm. Además, deben presentar una condición superficial buena a regular. Esto significa un IRI menor a 2.5, fisuras menores a 5% y Roderas mayores a 5 mm. Los tramos que presentas estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2019
  - SL057C2-130.9-140.0A
  - SL057C2-140.0-145.7A
  - SL057C2-108.0-140.0B
- Año de Rehabilitación Inicial 2020
  - SL057C3-010.0-015.3A
  - SL057C2-140.0-165.5B

#### **Recorte de 5 cm, Carpeta Asfáltica de Alto módulo de 5 cm y Microcarpeta de 3 cm**

Esta propuesta se plantea para pavimentos asfálticos que presentan deflexiones menores a 0.500 mm e IRI mayor a 2.5 m/km, estando en condición aceptable el resto de los indicadores. Los tramos que presentan estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2019
  - SL057C2-169.6-172.0A
- Año de Rehabilitación Inicial 2020
  - SL057C2-172.0-180.5A
  - SL057C3-008.3-010.0A

#### **Recorte de 10 cm, Carpeta Asfáltica de Alto módulo de 10 cm y Microcarpeta de 3 cm**

Esta propuesta se plantea para pavimentos asfálticos que presentan como mínimo un espesor de 10 cm, así como, deflexiones menores a 0.500 mm, IRI mayor a 2.5 m/km y porcentaje de fisuras mayor al 5%. Los tramos que presentan estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2020
  - SL057C2-176.9-182.0B
  - SL057C2-182.0-184.0B
  - SL057C2-184.0-187.4B

#### **Reposición de Losas de Concreto Hidráulico y Microcarpeta de 3 cm**

Esta propuesta se plantea para los tramos y subtramos de concreto hidráulico que presentan deflexiones de hasta 0.800 mm o IRI mayor a 2.5. Los tramos que presentan estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2018
  - SL057C2-042.0-052.5A
  - SL057C2-058.3-060.0A



- SL057C2-060.0-064.0A
- Año de Rehabilitación Inicial 2019
  - SL057C2-048.7-055.3B
  - SL057C2-055.3-060.0B
- Año de Rehabilitación Inicial 2020
  - SL057C2-180.5-184.0A
  - SL057C2-184.0-187.4A
  - SL057C2-037.1-042.0B
  - SL057C3-008.3-010.0B
  - SL057C3-010.0-024.6B

### **Recorte de 3 cm, Reposición de Losas de Concreto Hidráulico y Microcarpeta de 3 cm**

Esta propuesta se presenta para los tramos y subtramos de concreto hidráulico con una capa de rodadura de 3 cm. Además, presentan deflexiones de hasta 0.800 mm o IRI mayor a 2. Los tramos que presentan estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2018
  - SL057C2-026.0-042.0A
  - SL057C2-064.0-071.0A
  - SL057C2-071.0-075.0A
  - SL057C2-075.0-105.5A
- Año de Rehabilitación Inicial 2019
  - SL057C2-023.5-026.0A
  - SL057C2-016.5-026.0B
  - SL057C2-042.0-048.7B
- Año de Rehabilitación Inicial 2020
  - SL057C2-033.0-037.1B

### **Recuperación de 20 cm, Base Negra de 20 cm, Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm y Microcarpeta de 3 cm.**

Esta propuesta consiste en recuperar 20 cm de pavimentos, con este material conformar una base negra de 20 cm, posteriormente colocar una carpeta de asfáltica de alto módulo de 10 cm y por último una Microcarpeta de 3 cm. Esta solución se propone para los tramos y subtramos de concreto asfáltico que presenten deflexiones entre 0.500 y 0.700 mm y un TDPA menor a 6,000 vehículos pesados. Los tramos que presentan estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2019
  - SL057C2-016.5-023.5A

- SL057C2-120.0-130.9A
- SL057C2-156.0-166.1A
- Año de Rehabilitación Inicial 2020
  - SL057C2-075.0-080.0B
  - SL057C2-026.0-033.0B

**Recuperación de 25 cm, Base Negra de 25 cm, Carpeta Asfáltica de alto módulo de 10 cm y Microcarpeta de 3 cm.**

Esta propuesta consiste en recuperar 25 cm de pavimentos, con este material conformar una base negra de 25 cm, posteriormente colocar una carpeta de asfáltica de alto módulo de 10 cm y por último una Microcarpeta de 3 cm. Esta solución se propone para los tramos y subtramos de concreto asfáltico que presenten deflexiones entre 0.500 y 0.700 mm y un volumen de vehículos pesados mayor a 6,000 o una deflexión entre 0.700 y 1.000 mm sin importar el número de vehículos pesados. Los tramos que presentas estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2019
  - SL057C2-108.0-120.0A
  - SL057C2-060.0-075.0B
- Año de Rehabilitación Inicial 2020
  - SL057C3-015.3-024.6A
  - SL057C2-080.0-090.8B
  - SL057C2-090.8-105.0B
  - SL057C2-165.5-172.0B
  - SL057C2-172.0-176.9B

**Reconstrucción de pavimentos asfáltico.**

La reconstrucción de pavimento asfáltico se propone para aquellos tramos que presentan deflexiones mayores a 1.000 mm. Además, para darle continuidad al tipo de pavimento. Los tramos que presentas estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2018
  - SL057C2-105.5-108.0A
- Año de Rehabilitación Inicial 2019
  - SL057C2-145.7-156.0A

**Reconstrucción de pavimentos hidráulico.**

La reconstrucción del pavimento hidráulico se plantea para los tramos que presentan deflexiones mayores a 0.800 mm y para darle continuidad al tipo de pavimento de concreto hidráulico de los subtramos adyacentes. Los tramos que presentan estas características, así como el año en de la intervención de la rehabilitación son:

- Año de Rehabilitación Inicial 2018
  - SL057C2-052.5-058.3A

### **ETAPA DE CONSERVACION DEL PAVIMENTO**

Para dar cumplimiento en todo momento a los estándares de desempeño se ejecutará, en todos los tramos, un recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y se colocará una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura. A continuación, se presenta en que año se realiza cada tramo.

- Año de Conservación 2024
  - SL057C2-026.0-042.0A
  - SL057C2-042.0-052.5A
  - SL057C2-052.5-058.3A
  - SL057C2-058.3-060.0A
  - SL057C2-060.0-064.0A
  - SL057C2-064.0-071.0A
  - SL057C2-071.0-075.0A
  - SL057C2-075.0-105.5A
  - SL057C2-105.5-108.0A
- Año de Conservación 2025
  - SL057C2-016.5-023.5A
  - SL057C2-023.5-026.0A
  - SL057C2-108.0-120.0A
  - SL057C2-120.0-130.9A
  - SL057C2-130.9-140.0A
  - SL057C2-140.0-145.7A
  - SL057C2-145.7-156.0A
  - SL057C2-156.0-166.1A
  - SL057C2-166.4-169.6A
  - SL057C2-169.6-172.0A
  - SL057C2-016.5-026.0B
  - SL057C2-042.0-048.7B
  - SL057C2-048.7-055.3B
  - SL057C2-055.3-060.0B

- SL057C2-060.0-075.0B
- SL057C2-108.0-140.0B
- Año de Conservación 2026
  - SL057C2-172.0-180.5A
  - SL057C2-180.5-184.0A
  - SL057C2-184.0-187.4A
  - SL057C3-008.3-010.0A
  - SL057C3-010.0-015.3A
  - SL057C3-015.3-024.6A
  - SL057C2-026.0-033.0B
  - SL057C2-033.0-037.1B
  - SL057C2-037.1-042.0B
  - SL057C2-075.0-080.0B
  - SL057C2-080.0-090.8B
  - SL057C2-090.8-105.0B
  - SL057C2-105.0-108.0B
  - SL057C2-140.0-165.5B
  - SL057C2-165.5-172.0B
  - SL057C2-172.0-176.9B
  - SL057C2-176.9-182.0B
  - SL057C2-182.0-184.0B
  - SL057C2-184.0-187.4B
  - SL057C3-008.3-010.0B
  - SL057C3-010.0-024.6B

### **3.4.2. Puentes y Estructuras**

A partir de la información disponible de los inventarios e inspecciones de las estructuras dispuestas en el sistema de administración de puentes SIPUMEX (Sistema de Puentes de México), se analizaron las condiciones estructurales de los puentes y estructuras del Tramo Carretero, evaluando las alternativas de conservación para subsanar los deterioros presentes actualmente.

Para las calificaciones, los parámetros considerados en el SIPUMEX son: superficie del puente, juntas de expansión, parapeto, pasamanos, conos, taludes, aleros, estribos, pilas, apoyos, losas, largueros o trabes, cauce y puente en general. Cada uno de estos parámetros es calificado entre cero y cinco en función de la inspección visual, considerando aspectos como: el tráfico diario promedio, el porcentaje de agrietamiento, disgregación, desconchamiento, corrosión y oxidación de los elementos estructurales, inclinación de los elementos de la subestructura o capacidad hidráulica. Abarcando los parámetros antes dichos y de acuerdo con su condición, se realiza un análisis general que se simplifica en cinco calificaciones finales. A su vez, se establecen las frecuencias de próximas inspecciones a los puentes examinados.

De acuerdo con la nomenclatura de SIPUMEX, se tienen cinco calificaciones de valores específicos de daño, que se muestran en la siguiente tabla:

Calificación	Descripción	Principales Trabajos requeridos
0	Puentes sin ningún daño o de reciente construcción o reparación.	Limpieza, pintura, desyerbe, reparación de barrera de protección y reposición de señalamiento vertical, etc.
1	Puentes en buen estado, con requerimientos de trabajos de conservación rutinaria.	
2	Puentes sin problemas estructurales, pero con daños menores que requieren atención.	Reparaciones en parapetos, protecciones contra socavación, desazolve de cauces, sustitución de barrera de protección, renivelaciones de los accesos, reparación de bordillos, limpieza y pintura de estructuras metálicas, sustitución de juntas de calzada, cambio de apoyos, etc.
3	Puentes con daños importantes.	Relleno de deslaves y reconstrucción de terraplenes en accesos y conos de derrame, reconstrucción de parapetos, reparación de losas, sustitución de elementos aislados, reparación de topes antisísmicos, etc.
4	Puentes con daños graves.	Reconstrucción parcial.
5	Puentes con daño extremo o riesgo de falla total.	Reconstrucción total

**Tabla 7.** Calificaciones para puentes según su inspección SIPUMEX.

Se tienen actualmente **37** puentes y estructuras en el tramo carretero.

Tramo	NOMBRE	CARRETERA	KM	CALIFICACIÓN SIPUMEX	LONGITUD TOTAL (m)
SL057C2-016.5-026.0D	RÍO SANTIAGO DER.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	16+780	2	28.00
SL057C2-016.5-026.0D	RÍO SANTIAGO IZQ.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	16+780	2	28.20
SL057C2-016.5-026.0D	P.I.V. CANDIDO NAVARRO	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	17+010	1	50.90
SL057C2-016.5-026.0D	CAIDO DER.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	22+500	1	15.00
SL057C2-016.5-026.0D	CAIDO IZQ.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	22+500	1	14.70
SL057C2-026.0-042.0A	SAN ELIAS	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	26+350	3	45.60
SL057C2-026.0-042.0A	BARRANCA DER.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	26+500	2	18.50
SL057C2-026.0-042.0A	VENTURA	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	33+200	2	93.30
SL057C2-026.0-042.0A	VILLA HIDALGO DER.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	41+980	3	25.30
SL057C2-026.0-042.0B	BARRANCA IZQ.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	26+500	1	10.10
SL057C2-026.0-042.0B	VILLA HIDALGO IZQ.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	41+980	3	25.60
SL057C2-042.0-075.0A	EL JAGUEY	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	47+200	1	51.40
SL057C2-042.0-075.0A	GARAMBULLO DER.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	48+560	1	7.50
SL057C2-042.0-075.0A	EL RETORNO DER.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	49+850	1	6.80
SL057C2-042.0-075.0A	VILLA HIDALGO II	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	51+598	2	91.50
SL057C2-042.0-075.0A	PEATONAL EL LEONCITO	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	52+120	1	47.40

Tramo	NOMBRE	CARRETERA	KM	CALIFICACIÓN SIPUMEX	LONGITUD TOTAL (m)
SL057C2-042.0-075.0A	EL POTRERO	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	53+249	2	51.00
SL057C2-042.0-075.0A	PEATONAL SAN LORENZO	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	58+680	1	42.00
SL057C2-042.0-075.0A	CERRITOS	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	65+863	2	75.80
SL057C2-042.0-075.0B	GARAMBULLO IZQ.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	48+560	2	7.50
SL057C2-042.0-075.0B	EL RETORNO IZQ.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	49+850	1	6.90
SL057C2-075.0-108.0A	NUÑEZ	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	80+700	2	45.40
SL057C2-075.0-108.0A	PEATONAL CHARCO CERCADO	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	99+500	1	96.80
SL057C2-075.0-108.0A	PEATONAL HUIZACHE	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	107+530	1	62.60
SL057C2-108.0-140.0A	HUIZACHE	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	108+254	2	57.90
SL057C2-108.0-140.0A	SIN AGUA DER.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	114+040	1	12.20
SL057C2-108.0-140.0A	SANTA TERESITA	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	118+095	2	42.80
SL057C2-108.0-140.0A	VALLEJO	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	130+995	1	43.60
SL057C2-108.0-140.0A	LA MASITA	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	134+800	1	43.40
SL057C2-108.0-140.0B	SIN AGUA IZQ.	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	114+040	1	12.20
SL057C2-140.0-172.0A	SAN JUAN DE LOS AGUAJES	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	157+780	2	42.80
SL057C2-140.0-172.0A	LA BONITA	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	171+420	1	49.40
SL057C2-172.0-187.4D	LIBRAMIENTO MATEHUALA	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	183+600	2	48.60
SL057C2-172.0-187.4D	PEATONAL LOS OLIVOS	SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA	187+500	1	63.00
SL057C3-008.3-024.6D	CERESO	MATEHUALA - SALTILLO	9+500	2	53.00
SL057C3-008.3-024.6D	ATASTA	MATEHUALA - SALTILLO	13+600	1	30.90
SL057C3-008.3-024.6D	RANCHO NUEVO IZQ.	MATEHUALA - SALTILLO	13+600	2	31.20

**Tabla 8.** Relación de Puentes y Estructuras.

Como se puede visualizar en la Tabla 6, se tienen 3 estructuras con una calificación igual o mayor a 3. Esto indica que tienen daños importantes por lo que en la etapa de rehabilitación Inicial se requerirá de actuaciones de reforzamiento que se especifican a continuación:

- SAN ELIAS, ubicado en el km 26+350 de la carretera San Luis Potosí – Matehuala, requiere reparación del puente.
- VILLA HIDALGO DER. Ubicado en el km 41+980 de la carretera San Luis Potosí – Matehuala requiere reparación del puente.
- VILLA HIDALGO IZQ. Ubicado en el km 41+980 de la carretera San Luis Potosí – Matehuala requiere reparación del puente.

De igual forma, en la etapa de Rehabilitación Inicial a todos los puentes con calificación igual o superior a 2, se procederá a la sustitución de las juntas de calzada y la reparación de los daños menores existentes.

### 3.4.3. Obras de drenaje

Se presenta el inventario de las Obras de Drenaje (alcantarillas), así como de las Obras complementarias de Drenaje, en las cuales se incluyen las cunetas, contracunetas, bordillos, lavaderos y subdrenajes existentes en cada tramo carretero, así como su actual condición.

Estado	Tramo	Longitud (km)	OBRAS DE DRENAJE DEL APP						
			Alcantarillas (Ud)			Estado físico		Total de Alcantarillas	Total de Alcantarillas Faltantes
			Tubos (Ud)	Losas (Ud)	Bóvedas (Ud)	Bueno	Regular		
San Luis Potosí	SL057C2-016.5-026.0D	19.00	28	32	2	60	2	62	0
	SL057C2-026.0-042.0A	16.00	2	35	1	36	2	38	0
	SL057C2-042.0-075.0A	33.00	34	26	0	57	3	60	0
	SL057C2-075.0-108.0A	33.00	52	9	0	58	3	61	0
	SL057C2-108.0-140.0A	32.00	0	9	0	9	0	9	0
	SL057C2-140.0-172.0A	31.70	0	23	0	23	0	23	0
	SL057C2-026.0-042.0B	16.00	16	12	1	29	0	29	0
	SL057C2-042.0-075.0B	33.00	34	24	0	57	1	58	0
	SL057C2-075.0-108.0B	33.00	42	9	0	51	0	51	0
	SL057C2-108.0-140.0B	32.00	0	9	0	9	0	9	0
	SL057C2-140.0-172.0B	32.00	0	23	0	23	0	23	0
	SL057C2-172.0-187.4D	30.78	0	63	0	63	0	63	0
SL057C3-008.3-024.6D	32.60	4	107	0	110	1	111	0	
<b>TOTALES</b>		<b>374.08</b>	<b>212</b>	<b>381</b>	<b>4</b>	<b>585</b>	<b>12</b>	<b>597</b>	<b>0</b>

**Tabla 9.** Relación de Obras de Drenaje.

Estado	Tramo	Longitud (km)	OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE DEL APP																				
			Lavaderos (Ud)				Cunetas (ml)				Contracunetas (ml)				Bordillos (ml)				Subdrenaje (ml)				
			Estado Físico		Total de Lavaderos	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Cunetas	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Contracunetas	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Bordillos	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Subdrenaje	Total de Faltantes	
San Luis Potosí	SL057C2-016.5-026.0D	19.00	0	0			0	0			2,600	0			2,600	0			0	0			0
	SL057C2-026.0-042.0A	16.00	30	1	31	0	4,650	0	4,650	0	0	0	0	2,050	0	2,050	0	1,050.00	0.00	1,050	0	0	
	SL057C2-042.0-075.0A	33.00	11	0	11	0	2,700	0	2,700	0	0	0	0	900	0	900	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-075.0-108.0A	33.00	0	0	0	0	300	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-108.0-140.0A	32.00	0	0	0	0	3,200	0	3,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-140.0-172.0A	32.00	0	0	0	0	13,800	0	13,800	0	100	0	100	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-026.0-042.0B	16.00	14	0	14	0	1,650	0	1,650	0	0	0	0	1,700	0	1,700	0	756.00	0.00	756	0	0	
	SL057C2-042.0-075.0B	33.00	14	0	14	0	2,050	0	2,050	0	0	0	0	750	0	750	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-075.0-108.0B	33.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-108.0-140.0B	32.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-140.0-172.0B	32.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
	SL057C2-172.0-187.4D	30.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	
SL057C3-008.3-024.6D	32.60	0	0	0	0	2,000	0	2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0		
<b>TOTALES</b>		<b>374.38</b>	<b>69</b>	<b>1</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>32,950</b>	<b>0</b>	<b>32,950</b>	<b>0</b>	<b>100.0</b>	<b>0.0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>5,400</b>	<b>0</b>	<b>5,400</b>	<b>0</b>	<b>1,806</b>	<b>0</b>	<b>1,806</b>	<b>0</b>	

**Tabla 10.** Relación de Obras Complementarias de Drenaje.

Se han considerado tres condiciones físicas fundamentales de las obras de drenaje, éstas son:

- Buena: Indica que las obras de drenaje se encuentran en buenas condiciones sin ningún tipo de daño estructural.
- Regular/Malo: Considera que, según su clasificación, las obras tienen algún tipo de daño y se requiere de su reparación en la etapa de Rehabilitación Inicial.
- Faltantes: Son obras de drenaje necesarias para complementar las existentes, debido a requerimientos en función de la topografía e hidrología de los tramos, y también, al reemplazo total de las existentes por falta de capacidad hidráulica. Todas estas obras faltantes se ejecutarán en la etapa de Rehabilitación Inicial.

### 3.4.4. Señalamiento y dispositivos de seguridad

Dentro de los elementos que componen el sistema vial, cada vez se le da más importancia a la señalización y a los dispositivos de seguridad, ya que su participación es primordial para la seguridad del usuario.

### **3.4.4.1. Señalamiento vertical**

El señalamiento vertical es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos u otras estructuras, integradas por leyendas y pictogramas con distintas clasificaciones de acuerdo con su función. Para el presente Proyecto APP se ha considerado, por una parte, concentrar en tres grupos las diversas clasificaciones del señalamiento vertical y, por otra parte, estimar tres condiciones físicas en función de su condición.

#### Señalamiento vertical bajo

Concentra la mayoría de las clasificaciones del señalamiento vertical, especificando que son señales con altura menor o igual a 2.5 m, sin incluir al señalamiento OD, e incluyen:

- SR: Señales Restrictivas;
- SP: Señales Preventivas;
- SID: Señales Informativas de Destino (sin incluir las SID-13, 14 y 15 que corresponden al grupo Señalamiento vertical alto);
- SIR: Señales Informativas de Recomendación;
- SIG: Señales de Información General;
- SIT: Señalamiento de Información Turística; y
- SIS: Señalamiento de Información de Servicios.

#### Señalamiento vertical tipo OD

Las señales diversas (OD) son dispositivos que se colocan para encauzamiento y prevención de los usuarios de las carreteras, también se han incluido dentro de este grupo, las señales tipo SII (Señalamiento Informativo de Identificación):

- OD-5: indicadores de obstáculos;
- OD-6: indicadores de alineamiento;
- OD-12: indicadores de curvas;
- SII-Ruta: señalamiento que informa de la ruta,
- SII-14 y SII-15: señalamiento del kilometraje de la carretera.

#### Señalamiento vertical alto

El señalamiento alto se refiere a las señales pertenecientes a la clasificación de Señalamiento de Información de Destino (SID). La altura mínima de estos tiene una distancia libre vertical de 5.50 m entre la parte inferior de la señal y la parte más alta de la superficie de la calzada. Se engloban tanto la señal informativa de destino, turística, de servicios o de información general, y se clasifican en

- SID-13: Señal de una bandera;
- SID-14: Señal de doble bandera;
- SID-15: Señal tipo puente.



Las condiciones físicas consideradas son:

- Buena: Indica que los señalamientos se encuentran en perfecto estado, visibles, con una correcta retroreflectividad, requiriendo únicamente labores de limpieza.
- Regular/Malo: Considera que, según su clasificación, los señalamientos no son visibles en sus pictogramas o leyendas, no tienen la retroreflectividad normativa y tienen daños importantes en sus postes de apoyo. Se sustituirán todas en la etapa de Rehabilitación Inicial.
- Faltantes: Son señalamientos necesarios de acuerdo con la normativa actual y que no están ubicados en el tramo. Se colocarán en la etapa de Rehabilitación Inicial.

Estado	Tramo	Longitud (km)	SEÑALAMIENTO VERTICAL DEL APP											
			Señalamiento Vertical Bajo* (Ud)				Señalamiento Vertical Tipo OD (Ud)				Señalamiento Vertical Alto** (Ud)			
			Estado Físico		Total	Faltantes	Estado Físico		Total	Faltantes	Estado Físico		Total	Faltantes
			Bueno	Regular/Malo			Bueno	Regular/Malo			Bueno	Regular/Malo		
San Luis Potosí	SL057C2-016.5-026.0D	19.00	36	45	81	33	75	9	84	372	2	9	11	0
	SL057C2-026.0-042.0A	16.00	18	18	36	60	23	0	23	361	3	8	11	0
	SL057C2-042.0-075.0A	33.00	80	97	177	21	84	25	109	683	2	17	19	0
	SL057C2-075.0-108.0A	33.00	73	87	160	38	95	20	115	677	7	9	16	0
	SL057C2-108.0-140.0A	32.00	78	58	136	56	99	9	108	660	0	15	15	0
	SL057C2-140.0-172.0A	31.70	96	36	132	58	114	14	128	633	0	26	26	0
	SL057C2-026.0-042.0B	16.00	35	42	77	19	49	4	53	331	1	8	9	0
	SL057C2-042.0-075.0B	33.00	58	45	103	95	64	14	78	714	0	18	18	0
	SL057C2-075.0-108.0B	33.00	63	97	160	38	71	11	82	710	0	12	12	0
	SL057C2-108.0-140.0B	32.00	49	82	131	61	104	7	111	657	0	17	17	0
	SL057C2-140.0-172.0B	32.00	72	67	139	53	119	20	139	629	0	25	25	0
SL057C2-172.0-187.4D	30.78	66	89	155	30	194	19	213	526	11	15	26	0	
SL057C3-008.3-024.6D	32.60	147	176	323	0	324	11	335	447	6	30	36	0	
<b>TOTALES</b>		<b>374.08</b>	<b>871</b>	<b>939</b>	<b>1,810</b>	<b>562</b>	<b>1,415</b>	<b>163</b>	<b>1,578</b>	<b>7,400</b>	<b>32</b>	<b>209</b>	<b>241</b>	<b>0</b>

\* Incluye todos los señalamientos bajos a excepción de OD y SII, incluyen las SR, SP, SIT, SID, SIS y SIR

\*\*Incluye los señalamientos SID-13, SID-14 Y SID-15 en todas sus variantes (servicios, turística, información, prevención y dirección)

**Tabla 11.** Señalamiento vertical existente en el tramo carretero.

### 3.4.4.2. Señalamiento horizontal

El señalamiento horizontal existente en el tramo está en malas condiciones. Debido a que la retroreflexión de las rayas de las orillas y separadora de carriles es pobre y por el déficit importante de vialitas.

La cuantía de señalamiento horizontal actual está dada por la longitud equivalente del tramo carretero, incluyendo por kilómetro 2 rayas en la orilla de la calzada y 1 raya separadora de carriles, con una longitud total de 1,122.24 km de longitud de señalamiento horizontal.

### 3.4.4.3. Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de seguridad son elementos que tienen como propósito impedir o disminuir los efectos por fallas en la conducción del usuario, condiciones meteorológicas o por fallas mecánicas, que propicien la salida de la vialidad o colisión con un objeto fijo. Los principales elementos que

conforman los dispositivos de seguridad, considerados en el presente proyecto, son las barreras separadoras (barrera central) y las defensas de protección (defensa metálica).

Respecto a la barrera central, como elemento complementario al mismo, pero claramente diferenciado por su durabilidad y costo de reposición, se ha considerado la valla antideslumbrante.

Se ha considerado tres condiciones físicas referente a los dispositivos de seguridad:

- Buena: Indica que los dispositivos de seguridad se encuentran en buenas condiciones, perfectamente instaladas, visibles y sin daños.
- Regular/Malo: Considera que los elementos tienen daños en su estructura y soporte, se encuentran destruidos o están incompletos en su instalación, procediendo a su reparación en la etapa de Rehabilitación Inicial.
- Faltantes: Son elementos necesarios para complementar los existentes de acuerdo con la normativa actual. Se colocarán en la etapa de Rehabilitación Inicial.

Para los dispositivos de seguridad, se tienen el siguiente total de barrera y defensa metálica, así como su estado actual.

Estado	Tramo	Longitud (km)	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DEL APP												
			Defensa Metálica (m)				Barrera Central (m)				Valla Antideslumbrante (m)				
			Estado Físico		Total de Defensa Metálica	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Barrera Central	Total de Faltantes	Estado Físico		Total de Valla Antideslumbrante	Total de Faltantes	
			Buena	Regular/Malo			Buena	Regular/Malo			Buena	Regular/Malo			
San Luis Potosí	SL057C2-016.5-026.0D	9.50	5,695	0	722	6,417	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C3-026.0-042.0A	16.00	5,789	0	733	6,522	0	2,259	286	2,545	0	0	2,545	2,545	0
	SL057C2-042.0-075.0A	33.00	6,178	0	783	6,961	0	830	105	935	0	0	935	935	0
	SL057C2-075.0-108.0A	33.00	5,051	0	640	5,691	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C2-108.0-140.0A	31.70	1,311	0	166	1,477	1,691	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C2-140.0-172.0A	32.00	1,063	0	135	1,198	1,940	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C2-026.0-042.0B	16.00	4,007	0	508	4,515	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C2-042.0-075.0B	33.00	4,260	0	540	4,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C3-075.0-108.0B	33.00	2,726	0	345	3,071	196	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C2-108.0-140.0B	32.00	918	0	116	1,034	2,134	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C2-140.0-172.0B	32.00	318	0	40	358	2,810	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C2-172.0-187.4D	15.39	2,024	0	257	2,281	766	0	0	0	0	0	0	0	0
	SL057C3-008.3-024.6D	16.30	5,924	0	751	6,675	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>		<b>374.08</b>	<b>45,264</b>	<b>0</b>	<b>5,736</b>	<b>51,000</b>	<b>9,537</b>	<b>3,089</b>	<b>391</b>	<b>3,480</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,480</b>	<b>3,480</b>	<b>0</b>

**Tabla 12.** Dispositivos de Seguridad del tramo carretero.

### 3.4.5. Funcionalidad del Derecho de Vía

En este apartado se incluyen los elementos que se encuentran dentro del Derecho de Vía pero que no son elementos que conforman directamente la carretera. Son elementos que le dan seguridad a la carretera indirectamente, ya que restringen los accesos de animales y personas (cercado del derecho de vía) y facilita al transporte público que circula por la carretera el orillarse fuera de los carriles de circulación para subir y bajar pasaje (Paraderos).

Asimismo, el concepto de funcionalidad del derecho de vía, para el presente proyecto de conservación de carreteras, incluye la limpieza y control de la vegetación de la franja comprendida entre el margen externo de la corona del pavimento y el cercado.

Se tienen 60 paraderos existentes, los cuales se encuentran en estado regular/malo. Además, se tiene 456,460 m lineales de cercado del Derecho de Vía, teniendo 410,814 m en buen estado y 45,646 en regular/mal estado. En la tabla 21 se presenta la distribución de estos activos

Estado	Tramo	Longitud (km)	FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VÍA DEL APP							
			Paraderos (Ud)				Cerca de cerramiento (m)			
			Estado físico		Total	Faltantes	Estado físico		Total	Faltantes
			Bueno	Regular/Malo			Bueno	Regular/Malo		
San Luis Potosí	SL057C2-016.5-026.0D	19.00	0	3	3	0	34,200	3800	38,000	0
	SL057C2-026.0-042.0A	16.00	0	3	3	0	14,400	1600	16,000	0
	SL057C2-042.0-075.0A	33.00	0	6	6	0	29,700	3300	33,000	0
	SL057C2-075.0-108.0A	33.00	0	2	2	0	29,700	3300	33,000	0
	SL057C2-108.0-140.0A	32.00	0	3	3	0	28,800	3200	32,000	0
	SL057C2-140.0-172.0A	31.70	0	8	8	0	28,530	3170	31,700	0
	SL057C2-026.0-042.0B	16.00	0	6	6	0	14,400	1600	16,000	0
	SL057C2-042.0-075.0B	33.00	0	7	7	0	29,700	3300	33,000	0
	SL057C2-075.0-108.0B	33.00	0	2	2	0	29,700	3300	33,000	0
	SL057C2-108.0-140.0B	32.00	0	3	3	0	28,800	3200	32,000	0
	SL057C2-140.0-172.0B	32.00	0	8	8	0	28,800	3200	32,000	0
	SL057C2-172.0-187.4D	30.78	0	3	3	0	55,404	6156	61,560	0
SL057C3-008.3-024.6D	32.60	0	6	6	0	58,680	6520	65,200	0	
<b>TOTALES</b>		<b>374.08</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>410,814</b>	<b>45646</b>	<b>456,460</b>	<b>0</b>

Tabla 13. Paraderos y Cercado del Derecho de Vía del tramo carretero.

Los trabajos de reparación de los paraderos en regular y mal estado se realizarán durante el primer semestre del contrato.

### 3.5. Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y Niveles de servicio

#### 3.5.1. Tránsito Vehicular

Se realizó un análisis de los datos viales del tramo de 1997 a 2016 proporcionados por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT. En la tabla 12 se observa que la tasa de crecimiento está en un rango entre el 4 al 6 %, a excepción del periodo 2015-2016 que tiene tasa negativa. La Tabla 13 muestra la proyección del TDPA para el período 2016-2028 con la tasa de crecimiento del 4.0%, la menor de las positivas analizadas.

CARRETERA: SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA

CLAVE: MEX057

LUGAR	KM	TE	SC	TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL																				
				2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	
San Luis Potosí	0																							
X Periférico de San Luis Potosí	7.36	3	1	12300	13465	12540	11259	11133	10605	10711	11307	10337	9824	9450	8134	7896	7754	7680	7525	7376	12,915	12,750	12,281	
X Periférico de San Luis Potosí	7.36	3	2	12187	13337	11085	11131	11065	10448	10800	11312	10342	9721	7589	8179	7866	7701	7670	7415	7267				
Ventura (X. Nuevo Libramiento de SLP)	33.2	3	1	14050	14188	12831	12824	12098	12181	10017	4969	4990	4800	4891	5166	5137	5033	4960	4860	4761	9,310	9,190	8,855	
Ventura (X. Nuevo Libramiento de SLP)	33.2	3	2	14155	14649	12936	12466	11485	11502	10095	5049	5009	4766	4882	5166	5068	4954	4930	4830	4783				
T. Der. Villa Hidalgo	45.94	1	1	12608	12427	10132	10931	10717	10817	9632	6196	5809	5576	5169	5262	5121	4987	4755	4658	3580	6,980	6,890	6,640	
T. Der. Villa Hidalgo	45.94	1	2	14377	11712	10787	11899	11111	10724	9746	6201	5818	5579	5091	5286	5130	4907	4750	4655	3580				
T. Izq. Villa Arista	61.35	1	1	10762	12235	10992	11566	10263	9928	9076	6763	6165	5895	6192	6314	6141	6424	6354	6068	4020	7,840	7,740	7,460	
T. Izq. Villa Arista	61.35	1	2	12236	11620	12277	10956	9778	9456	9114	6902	6077	5861	5848	6322	6124	6313	6276	6453	4020				
T. Der. Guadalcázar	75.7	1	1	9873	9632	8254	7651	7574	6964	8022	6219	5976	5881	5577	6168	6034	5841	5740	5621	3491	7,100	7,010	6,755	
T. Der. Guadalcázar	75.7	1	2	10295	9416	7944	7695	7336	7960	7027	6256	5893	5812	5650	6179	6034	5832	5755	5636	3435				
T. Der. Guadalcázar	75.7	3	1	10135	9695	8586	8171	7719	7864	7980	6843	6261	5858	5676	5868	5793	5624	5575	5327	3570	6,960	6,870	6,620	
T. Der. Guadalcázar	75.7	3	2	9349	8881	8573	8438	8059	8036	7969	6777	6274	5836	5636	5827	5722	5635	5519	5321	3570				
T. Der. Cd. del Malz	109.62	3	1	8532	8436	7476	7255	7091	7078	6672	5909	5391	5689	5794	5355	5264	5188	5144	4975	4180	8,143	7,914	7,838	
T. Der. Cd. del Malz	109.62	3	2	8652	8330	7136	6750	6885	7256	6957	5925	5421	5674	5819	5349	5211	5204	5177	4975	4180				
La Bonita	171.4	1	1	8280	8493	7459	7405	7115	6627	4560	4933	4866	5039	4849	4695	4759	4825	4723	4625	4535	8,840	8,730	8,455	
La Bonita	171.4	1	2	8096	8313	7621	7425	6995	6784	4652	4964	4896	4964	4971	4692	4738	4784	4796	4625	4535				
Matehuala	187.39	1	1	9503	9617	9113	8171	7835	7375	6107	5755	5781	6098	5874	5702	5573	5474	5248	5012	4586	8,880	8,765	8,430	
Matehuala	187.39	1	2	9074	9605	9588	8171	7884	7574	6202	5846	5752	6022	6023	5691	5533	5453	5315	5059	4548				
<b>PROMEDIO PONDERADO</b>				20,123	20,249	18,314	17,597	16,884	16,555	15,330	13,529	12,643	12,423	11,845	11,809	11,581	11,466	11,319	10,981	9,081	8,681	8,549	8,280	

TASA CRECIMIENTO ANUAL (%)	Período	2015-16	2014-16	2013-16	2012-16	2011-16	2010-16	2009-16	2008-16	2007-16	2006-16	2005-16	2004-16	2003-16	2002-16	2001-16	2000-16	1999-16	1998-16	1997-16
Valor		-0.60	4.80	4.60	4.50	4.00	4.60	5.80	6.00	5.50	5.40	5.00	4.70	4.40	4.20	4.10	5.10	5.10	4.90	4.80

Tabla 14. Datos históricos de TDPA de 1997 a 2016, en la carretera San Luis Potosí - Matehuala.

Tramo	Subtramo	Nombre	Long. Equiv. (km)	TPDA APP SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA													Veh. Pes. (%)
				2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-023.5A	San Luis Potosí - Matehuala (Cpo. A)	7.00	12,300	12,792	13,304	13,836	14,389	14,965	15,563	16,186	16,833	17,507	18,207	18,935	19,693	25.00
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-023.5-026.0A		2.50	12,300	12,792	13,304	13,836	14,389	14,965	15,563	16,186	16,833	17,507	18,207	18,935	19,693	25.00
SL057C2-026.0-042.0A	SL057C2-026.0-042.0A		16.00	13,329	13,862	14,417	14,993	15,593	16,217	16,865	17,540	18,242	18,971	19,730	20,519	21,340	35.10
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-042.0-052.5A		10.50	10,762	11,192	11,640	12,106	12,590	13,094	13,617	14,162	14,729	15,318	15,930	16,568	17,230	61.60
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-052.5-058.3A		5.80	10,762	11,192	11,640	12,106	12,590	13,094	13,617	14,162	14,729	15,318	15,930	16,568	17,230	61.60
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-058.3-060.0A		1.70	10,762	11,192	11,640	12,106	12,590	13,094	13,617	14,162	14,729	15,318	15,930	16,568	17,230	61.60
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-060.0-064.0A		4.00	9,873	10,268	10,679	11,106	11,550	12,012	12,492	12,992	13,512	14,052	14,614	15,199	15,807	54.69
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-064.0-071.0A		7.00	9,873	10,268	10,679	11,106	11,550	12,012	12,492	12,992	13,512	14,052	14,614	15,199	15,807	54.69
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-071.0-075.0A		4.00	9,873	10,268	10,679	11,106	11,550	12,012	12,492	12,992	13,512	14,052	14,614	15,199	15,807	54.69
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-075.0-105.5A		30.50	10,135	10,540	10,962	11,400	11,857	12,331	12,824	13,337	13,870	14,425	15,002	15,602	16,226	56.20
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-105.5-108.0A		2.50	10,135	10,540	10,962	11,400	11,857	12,331	12,824	13,337	13,870	14,425	15,002	15,602	16,226	56.20
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-108.0-120.0A		12.00	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-120.0-130.9A		10.90	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-130.9-140.0A		9.10	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-140.0-145.7A		5.70	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-145.7-156.0A		10.30	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-156.0-166.1A		10.10	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-166.1-169.6A		3.20	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-169.6-172.0A		2.40	8,406	8,742	9,092	9,456	9,834	10,227	10,636	11,062	11,504	11,964	12,443	12,941	13,458	56.60
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-180.5A		8.50	9,503	9,883	10,278	10,690	11,117	11,562	12,024	12,505	13,006	13,526	14,067	14,629	15,215	56.60
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-180.5-184.0A		3.50	9,503	9,883	10,278	10,690	11,117	11,562	12,024	12,505	13,006	13,526	14,067	14,629	15,215	56.60
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4A		3.39	3,705	3,853	4,007	4,168	4,334	4,508	4,688	4,876	5,071	5,273	5,484	5,704	5,932	52.20
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0A		1.66	2,426	2,523	2,624	2,729	2,838	2,952	3,070	3,192	3,320	3,453	3,591	3,736	3,884	51.48
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-015.3A		5.30	6,859	7,133	7,419	7,715	8,024	8,345	8,679	9,026	9,387	9,762	10,153	10,559	10,981	62.30
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-015.3-024.6A		9.34	6,859	7,133	7,419	7,715	8,024	8,345	8,679	9,026	9,387	9,762	10,153	10,559	10,981	62.30
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-026.0B		9.50	12,187	12,674	13,181	13,709	14,257	14,827	15,420	16,037	16,679	17,346	18,040	18,761	19,512	27.20
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-026.0-033.0B		7.00	14,266	14,837	15,430	16,047	16,689	17,357	18,051	18,773	19,524	20,305	21,117	21,962	22,840	38.30
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-033.0-037.1B		4.10	14,266	14,837	15,430	16,047	16,689	17,357	18,051	18,773	19,524	20,305	21,117	21,962	22,840	38.30
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-037.1-042.0B		4.90	14,266	14,837	15,430	16,047	16,689	17,357	18,051	18,773	19,524	20,305	21,117	21,962	22,840	38.30
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-042.0-048.7B		6.70	12,236	12,725	13,234	13,764	14,314	14,887	15,482	16,102	16,746	17,416	18,112	18,837	19,590	63.50
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-048.7-055.3B		6.60	12,236	12,725	13,234	13,764	14,314	14,887	15,482	16,102	16,746	17,416	18,112	18,837	19,590	63.50
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-055.3-060.0B		4.70	12,236	12,725	13,234	13,764	14,314	14,887	15,482	16,102	16,746	17,416	18,112	18,837	19,590	63.50
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-060.0-075.0B		15.00	10,295	10,707	11,135	11,580	12,044	12,525	13,026	13,548	14,089	14,653	15,239	15,849	16,483	59.90
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-075.0-080.0B	5.00	9,349	9,723	10,112	10,516	10,937	11,374	11,829	12,303	12,795	13,307	13,839	14,392	14,968	60.40	
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-080.0-090.8B	10.80	9,349	9,723	10,112	10,516	10,937	11,374	11,829	12,303	12,795	13,307	13,839	14,392	14,968	60.40	
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-090.8-105.0B	14.20	9,349	9,723	10,112	10,516	10,937	11,374	11,829	12,303	12,795	13,307	13,839	14,392	14,968	60.40	
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-105.0-108.0B	3.00	9,349	9,723	10,112	10,516	10,937	11,374	11,829	12,303	12,795	13,307	13,839	14,392	14,968	60.40	
SL057C2-108.0-140.0B	SL057C2-108.0-140.0B	32.00	8,374	8,709	9,057	9,420	9,796	10,188	10,596	11,020	11,460	11,919	12,396	12,891	13,407	62.65	
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-140.0-165.5B	25.50	8,374	8,709	9,057	9,420	9,796	10,188	10,596	11,020	11,460	11,919	12,396	12,891	13,407	62.65	
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-165.5-172.0B	6.50	8,374	8,709	9,057	9,420	9,796	10,188	10,596	11,020	11,460	11,919	12,396	12,891	13,407	62.65	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-176.9B	4.90	9,074	9,437	9,814	10,207	10,615	11,040	11,482	11,941	12,418	12,915	13,432	13,969	14,528	61.70	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-176.9-182.0B	5.10	9,074	9,437	9,814	10,207	10,615	11,040	11,482	11,941	12,418	12,915	13,432	13,969	14,528	61.70	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-182.0-184.0B	2.00	9,074	9,437	9,814	10,207	10,615	11,040	11,482	11,941	12,418	12,915	13,432	13,969	14,528	61.70	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4B	3.39	3,264	3,395	3,530	3,672	3,818	3,971	4,130	4,295	4,467	4,646	4,832	5,025	5,226	57.29	
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0B	1.66	2,419	2,516	2,616	2,721	2,830	2,943	3,061	3,183	3,311	3,443	3,581	3,724	3,873	54.61	
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-024.6B	14.64	6,672	6,939	7,216	7,505	7,805	8,118	8,442	8,780	9,131	9,496	9,876	10,271	10,682	71.40	

Tabla 15. Proyección TDPa de 2017 a 2028, en la carretera San Luis Potosí - Matehuala.

La composición vehicular prevista para todo el período de análisis corresponde con la del año 2016 publicado en el Libro Datos Viales de la DGST y que se presenta en la tabla 14.

Tramo	Subtramo	Nombre	Long. Equiv. (km)	TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	VP (%)	Tasa Crec (%)
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-023.5A	San Luis Potosí - Matehuala (Cpo. A)	7.00	12,300	75.00	4.50	7.40	2.50	6.80	2.30	1.50	25.00	4.00
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-023.5-026.0A		2.50	12,300	75.00	4.50	7.40	2.50	6.80	2.30	1.50	25.00	4.00
SL057C2-026.0-042.0A	SL057C2-026.0-042.0A		16.00	13,329	64.90	3.85	6.00	2.05	16.30	3.35	3.55	35.10	4.00
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-042.0-052.5A		10.50	10,762	38.40	4.90	8.70	3.80	31.30	5.80	7.10	61.60	4.00
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-052.5-058.3A		5.80	10,762	38.40	4.90	8.70	3.80	31.30	5.80	7.10	61.60	4.00
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-058.3-060.0A		1.70	10,762	38.40	4.90	8.70	3.80	31.30	5.80	7.10	61.60	4.00
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-060.0-064.0A		4.00	9,873	45.31	3.60	6.90	3.00	30.20	4.40	6.60	54.69	4.00
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-064.0-071.0A		7.00	9,873	45.31	3.60	6.90	3.00	30.20	4.40	6.60	54.69	4.00
SL057C2-042.0-075.0A	SL057C2-071.0-075.0A		4.00	9,873	45.31	3.60	6.90	3.00	30.20	4.40	6.60	54.69	4.00
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-075.0-105.5A		30.50	10,135	43.80	4.71	8.20	3.00	29.80	4.40	6.10	56.20	4.00
SL057C2-075.0-108.0A	SL057C2-105.5-108.0A		2.50	10,135	43.80	4.71	8.20	3.00	29.80	4.40	6.10	56.20	4.00
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-108.0-120.0A		12.00	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-120.0-130.9A		10.90	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-108.0-140.0A	SL057C2-130.9-140.0A		9.10	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-140.0-145.7A		5.70	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-145.7-156.0A		10.30	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-156.0-166.1A		10.10	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-166.4-169.6A		3.20	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-140.0-172.0A	SL057C2-169.6-172.0A		2.40	8,406	43.40	4.20	7.60	2.45	33.64	4.10	4.60	56.60	4.00
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-180.5A		8.50	9,503	43.40	4.10	10.10	2.70	31.70	3.80	4.20	56.60	4.00
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-180.5-184.0A		3.50	9,503	43.40	4.10	10.10	2.70	31.70	3.80	4.20	56.60	4.00
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4A		3.39	3,705	47.80	3.29	13.71	2.89	24.80	4.10	3.40	52.20	4.00
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0A		1.66	2,426	48.52	4.58	15.21	1.69	23.70	4.00	2.31	51.48	4.00
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-015.3A		5.30	6,859	37.70	4.69	8.21	2.41	36.10	4.69	6.20	62.30	4.00
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-015.3-024.6A		9.34	6,859	37.70	4.69	8.21	2.41	36.10	4.69	6.20	62.30	4.00
SL057C2-016.5-026.0D	SL057C2-016.5-026.0B	9.50	12,187	72.80	4.69	7.80	2.80	7.80	2.50	1.60	27.20	4.00	
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-026.0-033.0B	7.00	14,266	61.70	4.35	6.80	2.15	17.40	3.60	4.00	38.30	4.00	
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-033.0-037.1B	4.10	14,266	61.70	4.35	6.80	2.15	17.40	3.60	4.00	38.30	4.00	
SL057C2-026.0-042.0B	SL057C2-037.1-042.0B	4.90	14,266	61.70	4.35	6.80	2.15	17.40	3.60	4.00	38.30	4.00	
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-042.0-048.7B	6.70	12,236	36.50	5.40	9.20	3.80	31.10	6.20	7.80	63.50	4.00	
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-048.7-055.3B	6.60	12,236	36.50	5.40	9.20	3.80	31.10	6.20	7.80	63.50	4.00	
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-055.3-060.0B	4.70	12,236	36.50	5.40	9.20	3.80	31.10	6.20	7.80	63.50	4.00	
SL057C2-042.0-075.0B	SL057C2-060.0-075.0B	15.00	10,295	40.10	4.30	8.10	3.40	31.80	5.00	7.29	59.90	4.00	
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-075.0-080.0B	5.00	9,349	39.60	5.31	8.70	3.10	31.50	4.80	7.00	60.40	4.00	
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-080.0-090.8B	10.80	9,349	39.60	5.31	8.70	3.10	31.50	4.80	7.00	60.40	4.00	
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-090.8-105.0B	14.20	9,349	39.60	5.31	8.70	3.10	31.50	4.80	7.00	60.40	4.00	
SL057C2-075.0-108.0B	SL057C2-105.0-108.0B	3.00	9,349	39.60	5.31	8.70	3.10	31.50	4.80	7.00	60.40	4.00	
SL057C2-108.0-140.0B	SL057C2-108.0-140.0B	32.00	8,374	37.35	4.69	8.35	2.65	37.60	4.60	4.75	62.65	4.00	
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-140.0-165.5B	25.50	8,374	37.35	4.69	8.35	2.65	37.60	4.60	4.75	62.65	4.00	
SL057C2-140.0-172.0B	SL057C2-165.5-172.0B	6.50	8,374	37.35	4.69	8.35	2.65	37.60	4.60	4.75	62.65	4.00	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-172.0-176.9B	4.90	9,074	38.30	4.71	10.90	3.00	33.90	4.20	5.00	61.70	4.00	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-176.9-182.0B	5.10	9,074	38.30	4.71	10.90	3.00	33.90	4.20	5.00	61.70	4.00	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-182.0-184.0B	2.00	9,074	38.30	4.71	10.90	3.00	33.90	4.20	5.00	61.70	4.00	
SL057C2-172.0-187.4D	SL057C2-184.0-187.4B	3.39	3,264	42.71	3.49	15.01	3.19	26.59	4.90	4.11	57.29	4.00	
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-008.3-010.0B	1.66	2,419	45.39	5.79	15.50	1.98	24.39	4.42	2.52	54.61	4.00	
SL057C3-008.3-024.6D	SL057C3-010.0-024.6B	14.64	6,672	28.60	5.41	8.80	2.40	43.00	5.10	6.70	71.40	4.00	

**Tabla 16.** Clasificación vehicular en la carretera San Luis Potosí – Matehuala - Saltillo.

### 3.5.2. Nivel de Servicio

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los usuarios. Estas condiciones se describen con términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. El Manual de Capacidad Vial de la FHWA (HCM por sus siglas en inglés) es la publicación que emplean los ingenieros de la SCT para calcular el nivel de servicio. En dicho manual se establecen seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, siendo A el mejor nivel de servicio y F el peor. Los seis niveles de servicios se definen según las condiciones de operación, ya sean de circulación continua o discontinua.

<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Descripción</b>
<b>A</b>	Representa circulación a flujo libre. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.
<b>B</b>	Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.
<b>C</b>	Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. El Nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.
<b>D</b>	Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. El Nivel de comodidad y conveniencia es bajo, ya que comienza la formación de pequeñas colas.
<b>E</b>	El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevados la frustración de conductores.
<b>F</b>	Representa condiciones de flujo forzado. En estos lugares se forman colas, la operación es extremadamente inestable, típicas de los “cuellos de botella”

**Tabla 17.** Descripción de Niveles de Servicio

De la tabla anterior podemos ver que la Capacidad Vial del tramo carretero nunca rebasa el Nivel de Servicio D, lo que denota que tiene un flujo aceptable de tránsito a lo largo del horizonte del proyecto.

### **3.6. Tramificación y Activación.**

Con base en los análisis efectuados a toda la infraestructura que compone el paquete carretero se elaboró una subdivisión de los tramos carreteros. Esta considera características homogéneas de acuerdo con el tránsito vehicular y condiciones de los pavimentos (tipo de estructuración, IRI, roderas, deterioros, etc.).

Como resultado, se obtuvieron 13 tramos, los cuales se especifican en la Tabla 16:

Tramo	Nombre	Longitud (km)	2018	2019	2020
SL057C2-016.5-026.0D	Lib. Norte SLT - Lib. Oriente SLP (Cpos. A y B)	19.00		✓	
SL057C2-026.0-042.0A	Lib. Oriente SLP - T. Villa Hidalgo (Cpo. A)	16.00	✓		
SL057C2-042.0-075.0A	T. Villa Hidalgo - T. Guadalcázar (Cpo. A)	33.00	✓		
SL057C2-075.0-108.0A	T. Guadalcázar - T. Cd Mante (Cpo. A)	33.00	✓		
SL057C2-108.0-140.0A	T. Cd Mante - Km. 140 (Cpo. A)	32.00		✓	
SL057C2-140.0-172.0A	Km. 140 - T. Charcas (Cpo. A)	31.70		✓	
SL057C2-026.0-042.0B	Lib. Oriente SLP - T. Villa Hidalgo (Cpo. B)	16.00			✓
SL057C2-042.0-075.0B	T. Villa Hidalgo - T. Guadalcázar (Cpo. B)	33.00		✓	
SL057C2-075.0-108.0B	T. Guadalcázar - T. Cd Mante (Cpo. B)	33.00			✓
SL057C2-108.0-140.0B	Km. 140 - T. Charcas (Cpo. B)	32.00		✓	
SL057C2-140.0-172.0B	T. Cd Mante - T. Charcas (Cpo. B)	32.00			✓
SL057C2-172.0-187.4D	T. Charcas - Matehuala (Cpos. A y B)	30.78			✓
SL057C3-008.3-024.6D	Matehuala - Lím. Edos. SLP/NL (Cpos. A y B)	32.60			✓
<b>TOTAL</b>		<b>374.08</b>			

**Tabla 18.** Segmentos del APP San Luis Potosí - Matehuala y año de activación

En los tramos mostrados se incluyen sus años de activación, que corresponden al periodo en que se inicia y se concluye con la Rehabilitación Inicial del pavimento y del resto de los elementos de dicho segmento, siendo a partir de la fecha de terminación de esta Rehabilitación Inicial cuando se activen la totalidad de los Estándares de Desempeño del tramo y se empiece a pagar el proyecto.

Adicionalmente a los criterios técnicos, para la propuesta de activación de los tramos, se ha considerado la distribución del monto de inversión durante la etapa de Rehabilitación Inicial con objeto de que sea viable, tanto técnica como económica, la ejecución.

En la Figura 2 se detalla de manera gráfica los tramos de pago para el APP San Luis Potosí - Matehuala.

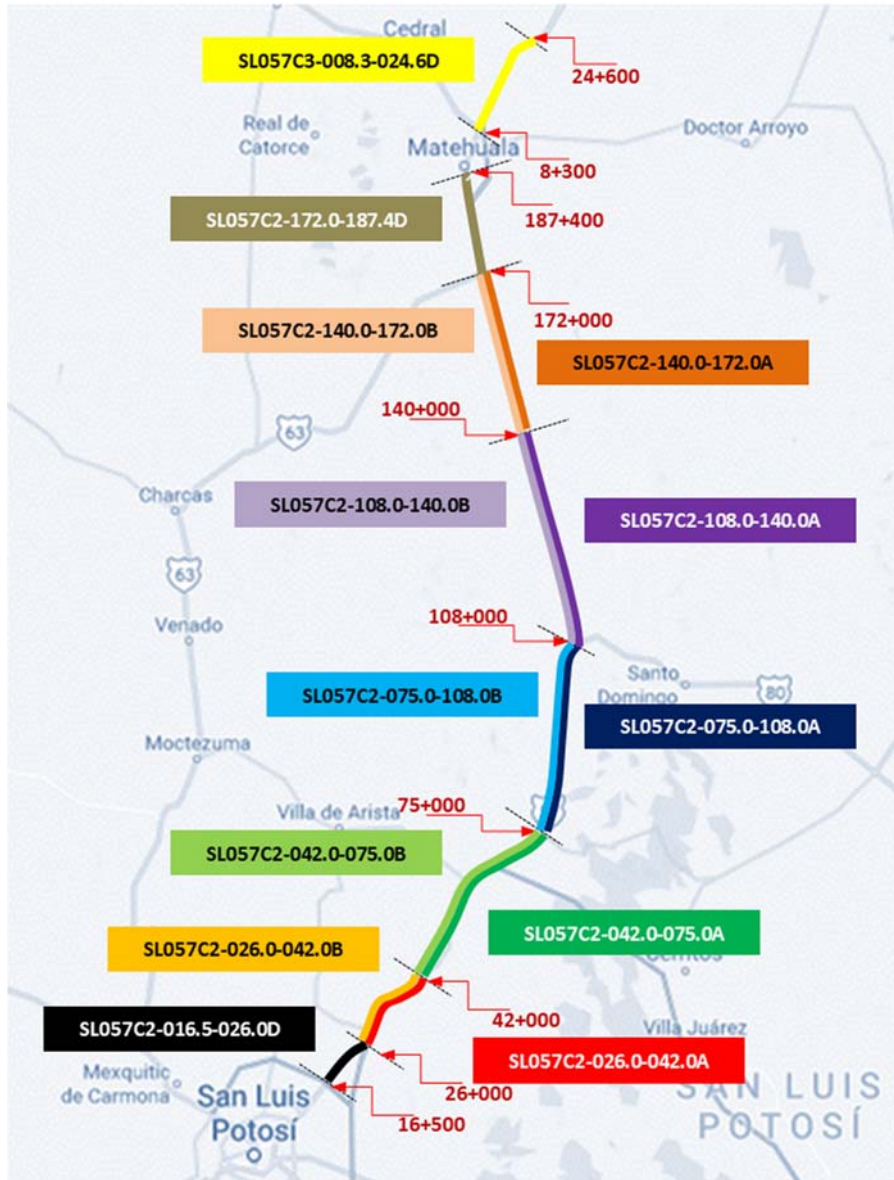


Figura 2. Croquis de segmentación del tramo carretero.

### 3.7. Requerimientos de Prestación de Servicio: Estándares de Desempeño.

Se han considerado 15 estándares de desempeño para los diferentes elementos que constituyen la infraestructura vial, a fin de prestar al usuario de la carretera un servicio de calidad y seguridad.



1. Corona

2. Taludes en Corte y Terraplenes

3. Puentes y estructuras

4. Obras de drenaje

5. Señalamiento y dispositivos de seguridad

6. Funcionalidad del derecho de vía

7. Servicios de vialidad

•Deterioros superficiales,  
•Índice de Rugosidad Internacional,  
•Profundidad de roderas,  
•Coeficiente de fricción,  
•Macrotextura,  
•Capacidad estructural (Deflexión),  
•Limpieza de la calzada y acotamientos.

•Señalamiento horizontal,  
•Señalamiento vertical,  
•Defensas y barreras centrales.

#### E1 DS Deterioros Superficiales

- No se admiten, baches, asentamientos, corrimientos de carpeta, calaveras, grietas de ancho superior a 3mm.
- El agrietamiento total ha de ser menor al 5% del área por km carril.
- El desprendimiento de agregado pétreo ha de ser menor al 5% del área por km carril.

#### E2 IRI Índice de Rugosidad Internacional

- IRI  $\leq$  (menor o igual) a 2.5 m/km por km carril.

#### E3 PR Profundidad de Roderas

- PR  $\leq$  (menor o igual) a 12 mm por km carril.

#### E4 Def Deflexiones

- DEF  $\leq$  (menor o igual) a 0.5 mm por km carril.

#### E5 $\mu$ Coeficiente de Fricción

- $\mu$  debe ser mayor a 0.40 y menor o igual a 0.9 por km carril.

#### E6 Mtx Macrotextura

- MTX  $\geq$  (mayor o igual) a 0.75 mm por km carril.

#### E7 LCA Limpieza de Calzada y Acotamientos

- La calzada y los acotamientos deberán de estar limpios, libres de obstrucciones, animales, basura, cascajo, vegetación y cualquier otro tipo de obstáculos u objetos.

#### E8 Tal Taludes en cortes y terraplenes

- En los taludes no deberán presentarse agrietamientos ni erosiones.
- En los cortes, se deberán de mantener en buen estado las mallas, anclas, muros de contención.

- En los terraplenes, se deberá controlar que no existan socavaciones producidas por agua, erosiones, asentamientos e indicios de falla.
- No se admiten obstrucciones en la corona y obras de drenaje por derrumbes, deslaves y graneos.

#### E9 Est Puentes y Estructuras

- Cada elemento de la estructura deberá de contar con una calificación entre 0 y 2 de acuerdo con el SIPUMEX.

#### E10 OD Obras de Drenaje

- Deben estar limpias, desazolvadas, libres de obstáculos, sin daño estructural, firmemente cimentadas y confinadas por el suelo o material circundante.
- Deberán de tener la capacidad de desagüe suficiente.

#### E11 SH Señalamiento Horizontal

- La retrorreflexión deberá cumplir con el siguiente rango de valor por km raya:
  - Blanco: min. 200 mcd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Amarillo: min. 150 mcd/lx/m<sup>2</sup>.
- Las vialitas deben de estar 100% presentes, visibles y firmemente adheridas al pavimento.

#### E12 SV Señalamiento Vertical

- Las señales deben estar 100% presentes, conforme a la norma, limpias, legibles, localizadas correctamente y sin daño estructural.
- La retrorreflexión deberá cumplir con el siguiente rango de valor por señal:
  - Blanco: min. 342 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Amarillo: min. 257 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Naranja: min. 104 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Verde: min. 38 cd/lx/m<sup>2</sup>.
  - Azules: min. 17 cd/lx/m<sup>2</sup>.

#### E13 DBC Defensas y Barrera Central

- Las defensas y barreras centrales deben estar presentes al 100% y en la ubicación correcta, limpias, sin daños significativos, sin corrosión, sin desconchamiento, con los amortiguadores de impacto y terminales correspondientes.
- La valla antideslumbrante deberá de estar presente y en buena condición.

#### E14 FDV Funcionalidad del Derecho de Vía

- La vegetación deberá tener una altura inferior a los 20 cm desde el borde del acotamiento (hombro) hasta el límite del derecho de vía, así como en la franja central separadora de cuerpos.
- El derecho de vía debe estar limpio, sin obstrucciones, sin basura, cascajo, animales,
- Los paraderos se deberán mantener siempre limpios, pintados y en buen estado.
- No se permitirán deterioros en el cercado del derecho de vía (postes y alambre de púas o mallas).

#### E15 SerV Servicios de Vialidad

- Se realizarán dos recorridos de vigilancia diaria.
- Se deberá apoyar en la Atención a Incidentes y Emergencias, debiendo de estar presentes en el lugar, a más tardar, 45 minutos después de su detección.

### **3.8. Presupuesto**

Los supuestos generales considerados en la cuantificación y valoración del costo son los siguientes:

- Se estimaron los costos de conservación para el esquema plurianual (APP), considerando el cumplimiento estricto de los estándares de desempeño, asumiendo que durante los primeros 2.5 años se ejecutarán cuantas obras sean necesarias para que todos los segmentos del tramo carretero cumplan con los estándares de desempeño a más tardar al final del año 2020, determinándose las actividades de conservación periódica y reconstrucción a realizar dentro de los primeros 2.5 años del APP como en el resto del período analizado.
- La Dirección General de Conservación de Carreteras de la SCT realiza anualmente diversos contratos de reconstrucción y conservación de tramos carreteros y puentes, lo que ha permitido tener costos promedio confiables para este tipo de trabajos, mismos que se reflejaron para estimar el costo total del proyecto.
- Para cada una de las partidas se analizaron sus requerimientos para cumplir con los estándares de desempeño definidos dentro de la reconstrucción o rehabilitación inicial, así como también los de su conservación periódica y rutinaria.

De acuerdo con las condiciones actuales del tramo carretero, incluidas en los inventarios, y al cumplimiento de los estándares de desempeño, se generó el presupuesto con las siguientes consideraciones:

**Pavimentos:** En la Rehabilitación Inicial (primeros 2.5 años) se ha considerado trabajos de Conservación Periódica y Reconstrucción tales como:

- 6.2 km de colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 77.6 km de Recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 12.56 km de Recorte de 5 cm de espesor del pavimento existente, ejecución de una Carpetas Asfáltica de 5 cm y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 10.49 km de Recorte de 10 cm de espesor del pavimento existente, ejecución de una Carpetas Asfáltica de 10 cm y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 55.59 km de Reposición de losas y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 80.3 km de Recorte de la capa asfáltica existente, Reposición de losas y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura

- 40.0 km Recuperación de carpeta de 20 cm del pavimento existente, formación de una Base Asfáltica de 20 cm, ejecución de una Carpeta Asfáltica de 10 cm y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 72.74 km Recuperación de carpeta de 25 cm del pavimento existente, formación de una Base Asfáltica de 25 cm, ejecución de una Carpeta Asfáltica de 10 cm y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.
- 12.8 km de Reconstrucción del pavimento asfáltico.
- 5.8 km de Reconstrucción del pavimento de concreto hidráulico.

Durante el resto del periodo considerado en el APP se tienen consideradas las siguientes actuaciones de Conservación Periódica:

- 374.08 km de Recorte de 3 cm de espesor del pavimento existente y colocación de una Microcarpeta de 3 cm de espesor como capa de rodadura.

En la siguiente tabla se presenta, para cada subtramo, la calendarización de los trabajos de los trabajos de rehabilitación inicial y de conservación periódica, los cuales son complementados por la Conservación Rutinaria que tiene considerados los trabajos de: bacheo, calavereo, calafateo de grietas y limpieza de corona.

Tramo	Nombre	Longitud (km)	Ancho (m)	PROGRAMA PAVIMENTOS PROYECTO APP SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA													
				2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028			
SL057C2-016.5-023.5A	San Luis Potosí - Matehuala (Cpo. A)	7.00	10.60		BN20CA10								FR3+MIC				
SL057C2-023.5-026.0A		2.50	10.60		RL+FR+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-026.0-042.0A		16.00	10.60		RL+FR+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-042.0-052.5A		10.50	10.60		RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-052.5-058.3A		5.80	10.60		RCT-CH									FR3+MIC			
SL057C2-058.3-060.0A		1.70	10.60		RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-060.0-064.0A		4.00	10.60		RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-064.0-071.0A		7.00	10.60		RL+FR+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-071.0-075.0A		4.00	10.60		RL+FR+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-075.0-105.5A		30.50	10.60		RL+FR+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-105.5-108.0A		2.50	10.60		RCT									FR3+MIC			
SL057C2-108.0-120.0A		12.00	10.60		BN25CA10									FR3+MIC			
SL057C2-120.0-130.9A		10.90	10.60		BN20CA10									FR3+MIC			
SL057C2-130.9-140.0A		9.10	10.60		FR3+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-140.0-145.7A		5.70	10.60		FR3+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-145.7-156.0A		10.30	10.60		RCT									FR3+MIC			
SL057C2-156.0-166.1A		10.10	10.60		BN20CA10									FR3+MIC			
SL057C2-166.4-169.6A		3.20	10.60		MIC									FR3+MIC			
SL057C2-169.6-172.0A		2.40	10.60		F5C5+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-172.0-180.5A		8.50	10.60			F5C5+MIC									FR3+MIC		
SL057C2-180.5-184.0A	3.50	10.60			RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-184.0-187.4A	3.39	10.60			RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C3-008.3-010.0A	1.66	10.60			F5C5+MIC									FR3+MIC			
SL057C3-010.0-015.3A	5.30	10.60			FR3+MIC									FR3+MIC			
SL057C3-015.3-024.6A	9.34	10.60			BN25CA10									FR3+MIC			
SL057C2-016.5-026.0B	9.50	10.60			RL+FR+MIC								FR3+MIC				
SL057C2-026.0-033.0B	7.00	10.60			BN20CA10									FR3+MIC			
SL057C2-033.0-037.1B	4.10	10.60			RL+FR+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-037.1-042.0B	4.90	10.60			RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-042.0-048.7B	6.70	10.60			RL+FR+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-048.7-055.3B	6.60	10.60			RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-055.3-060.0B	4.70	10.60			RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-060.0-075.0B	15.00	10.60			BN25CA10									FR3+MIC			
SL057C2-075.0-080.0B	5.00	10.60			BN20CA10									FR3+MIC			
SL057C2-080.0-090.8B	10.80	10.60			BN25CA10									FR3+MIC			
SL057C2-090.8-105.0B	14.20	10.60			BN25CA10									FR3+MIC			
SL057C2-105.0-108.0B	3.00	10.60			MIC									FR3+MIC			
SL057C2-108.0-140.0B	32.00	10.60			FR3+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-140.0-165.5B	25.50	10.60			FR3+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-165.5-172.0B	6.50	10.60			BN25CA10									FR3+MIC			
SL057C2-172.0-176.9B	4.90	10.60			BN25CA10									FR3+MIC			
SL057C2-176.9-182.0B	5.10	10.60			F1C1+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-182.0-184.0B	2.00	10.60			F1C1+MIC									FR3+MIC			
SL057C2-184.0-187.4B	3.39	10.60			F1C1+MIC									FR3+MIC			
SL057C3-008.3-010.0B	1.66	10.60			RL+MIC									FR3+MIC			
SL057C3-010.0-024.6B	14.64	10.60			RL+MIC									FR3+MIC			

Tabla 19. Programa de pavimentos del APP San Luis Potosí - Matehuala.

**Taludes en Corte y Terraplenes:** Los 37 cortes presentes en los tramos carreteros presentan buena estabilidad y solo pequeños caídos. Se propone como trabajos de rehabilitación inicial el uso de malla triple torsión en todos los cortes. Para la conservación se considera la sustitución del 5% de la malla triple torsión y el retiro del material caído.

**Puentes y Estructuras:** El proyecto cuenta con 37 puentes y estructuras. De estos, 3 requieren reparación inmediata por estar en calificación 3 o mayor. Además, 15 presentan daños normales de acuerdo con su uso y vida útil, por lo cual tiene calificación 2 y su reparación necesaria será solamente la de la conservación periódica.

**Obras de Drenaje:** De acuerdo con el inventario de obras de drenaje, se tienen 597 alcantarillas, 70 lavaderos, 32.95 km de cunetas, 100 ml de contracunetas, 5,400 ml de bordillos y 1,806 ml de subdrenaje. La condición de estos va de buena a mala y con esto se parte para proponer los trabajos para reparar, reponer o corregir en caso de estar en mal estado o no cumplir con la capacidad hidráulica requerida, o conservación periódica y rutinaria para su mantenimiento general.

**Señalamiento y Dispositivos de Seguridad:** Para el cálculo del presupuesto se obtuvieron los inventarios actuales de los tramos en cuestión, calificando los estados actuales para una rehabilitación o conservación, obteniéndose:

- Señalamiento Vertical: se tienen 1,810 señalamientos verticales bajos, 1,578 señales de alineamiento y 241 señalamientos altos, en estado de bueno a malo. Se requieren 562 verticales bajas y 7,400 tipo OD.
- Señalamiento horizontal: está definido por las longitudes equivalentes del tramo carretero. Todos los tramos serán objeto de repintado durante los primeros seis meses del contrato, a excepción de los que se rehabiliten en ese periodo. Se utilizará pintura simple y su frecuencia dependerá de la duración de la pintura y de la programación de los trabajos de rehabilitación y conservación periódica del pavimento de la corona. En la rehabilitación inicial se aplica pintura de altas especificaciones, siendo la frecuencia de repintado cada 3 años en función del tránsito y de los trabajos de conservación periódica del pavimento. Asimismo, las rayas de delimitación de calzada serán de tipo vibratorias/sonoras, que advierten al conductor que se está saliendo del carril de circulación.
- Los dispositivos de seguridad o barreras que integran este paquete carretero corresponden a defensas metálicas de 3 crestas y barrera central de concreto. Las defensas tienen una longitud de 51.0 km y se requieren 9.54 km. Las barreras de concreto tienen una longitud de 3.48 km e igual número de malla antideslumbrante, sin tener longitud faltante.

**Funcionalidad del Derecho de Vía:** Para el cálculo de los costos de Funcionalidad (Conservación Rutinaria, Periódica y Rehabilitación Inicial) de todos los segmentos, para cada año se realizó la sumatoria de los productos de las Cantidades Totales (en buen estado + regular/malo + faltante) por segmento de cada uno de los elementos por los Precios Unitarios y por las Frecuencias Anuales respectivas, tanto de las limpiezas y deshierbe como de la Conservación Rutinaria, de las Reposiciones y Reparaciones y de la Conservación Periódica. De los inventarios que se incluyeron en el presupuesto del derecho de vía, las obras relevantes para su conservación Periódica y Rutinaria son el Cercado del Derecho de Vía y los Paraderos, en los que se cuente con 60 paraderos en el total

del paquete carretero, los cuales se encuentran en condiciones de regular a malas. En cuanto al Cercado del Derecho de Vía se tienen 410.81 km en buenas condiciones y 45.65 km se encuentran en condiciones de regular a mala.

**Servicios de vialidad:** Servicio de Vialidad que se incluye es el recorrido de un vehículo de auxilio y de atención provisional a percances menores de los elementos de la carretera que pudieran ser peligrosos para los usuarios, tales como cualquier elemento del señalamiento o de los dispositivos de seguridad como la defensa metálica, que por algún percance o accidente pudieran estar sobre la corona, animales muertos o basura de dimensiones considerables sobre la corona, algún vehículo descompuesto que pudiera estar estorbando parte de la calzada.

Después de haber hecho el análisis de toda la infraestructura y de todos los trabajos a ejecutar tanto para la Rehabilitación Inicial como para sus Conservaciones Rutinarias y Periódicas, se obtuvo el siguiente presupuesto Final para el APP San Luis Potosí - Matehuala:

Concepto	PRESUPUESTO PROYECTO APP SAN LUIS POTOSÍ - MATEHUALA											
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	TOTAL
<b>REHABILITACION INICIAL</b>												
CORONA (Pavimentos)	296.11	750.79	741.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,788.40
TALUDES en CORTE y TERRAPLENES	4.00	1.50	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.80
PUNTES y ESTRUCTURAS	18.47	4.18	8.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.57
OBRAS DE DRENAJE	0.51	0.19	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76
SEÑALAMIENTO y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	25.73	52.81	49.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	128.39
FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VIA	7.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.93
TOTAL REHABILITACION INICIAL (Millones de Pesos sin IVA)	352.74	809.48	801.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,963.84
<b>TOTAL PRESUPUESTO APP INVERSION (Millones de Pesos sin IVA)</b>	<b>352.74</b>	<b>809.48</b>	<b>801.63</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,963.84</b>
<b>CONSERVACION RUTINARIA, PERIODICA y OPERACION</b>												
CORONA	26.31	27.07	2.08	9.45	22.72	35.69	141.32	218.58	201.03	9.45	11.36	705.05
TALUDES en CORTE y TERRAPLENES	0.14	0.33	0.28	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	3.47
PUNTES y ESTRUCTURAS	0.58	1.24	1.32	1.48	1.48	1.48	1.48	12.43	12.05	8.17	0.74	42.45
OBRAS DE DRENAJE	3.07	6.17	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	6.19	3.10	61.86
SEÑALAMIENTO y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	18.06	18.04	14.35	33.61	46.68	46.02	33.61	46.68	46.02	33.61	38.52	375.19
FUNCIONALIDAD DEL DERECHO DE VIA	7.41	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81	7.41	148.14
SERVICIOS DE VIALIDAD	6.71	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	6.71	134.18
TOTAL RUTINARIA, PERIODICA y OPERACION (Millones de Pesos sin IVA)	62.28	81.08	52.44	79.29	105.64	117.96	211.17	312.46	293.87	85.98	68.17	1,470.34
<b>TOTAL PRESUPUESTO APP (Millones de Pesos sin IVA)</b>	<b>415.02</b>	<b>890.56</b>	<b>854.07</b>	<b>79.29</b>	<b>105.64</b>	<b>117.96</b>	<b>211.17</b>	<b>312.46</b>	<b>293.87</b>	<b>85.98</b>	<b>68.17</b>	<b>3,434.19</b>

**Tabla 20.** Presupuesto Total del proyecto APP.

## La viabilidad técnica del proyecto.

Los esquemas de asociación público-privada tienen por finalidad satisfacer las necesidades de la colectividad, con la participación conjunta del sector privado y el sector público, mediante la prestación de servicios de largo plazo en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado, con el objeto de aumentar el bienestar social y los niveles de

inversión en el país. Los proyectos que pueden contratarse mediante esquemas de asociaciones público privadas comprenden proyectos de infraestructura que pueden incluir escuelas, universidades, centros de salud, hospitales, carreteras, plantas de tratamiento de aguas, centros penitenciarios, entre otros.

Respecto a la gestión y administración de la red carretera federal libre de peaje, la conservación de carreteras se realiza conforme al presupuesto asignado anualmente a la DGCC de la SCT. Debido a que el mismo no responde a los requerimientos solicitados, la red no se encuentra en condiciones ideales, y lo que es más preocupante, el retraso en la ejecución de acciones de mantenimiento mayor a tiempo, debido a las limitaciones presupuestarias, inevitablemente ocurrirá un incremento en el alcance de los trabajos derivando en un crecimiento acelerado de las necesidades económicas. Por lo expuesto, se considera de vital importancia disponer de suficientes recursos a corto plazo para mejorar el estado físico de la red, evitar sobrecostos futuros, ofreciendo un mejor nivel de servicio y disminuyendo los costos de operación a los usuarios.

En la contratación tradicional de la conservación, al contratista se le paga por una cantidad de obra ejecutada, mientras que, en la contratación por resultados, se requiere que el contratista cumpla con una serie de indicadores para que ocurra el pago, es decir, la contraprestación al contratista es por disponibilidad de un activo en las condiciones establecidas en el contrato.

La DGCC ha evolucionado en su sistema de contratación de la conservación de carreteras, primero con contratos por actividades tradicionales, posteriormente con contratos integrales plurianuales (varias actividades en un solo contrato - PROPIMI y PROMAI) y finalmente con los Contratos Plurianuales de Conservación de Carreteras (CPCC), en que durante los tres primeros años se levanta la condición de la carretera a estándares pagándose por PUOT (precio por unidad de obra terminada) y a partir de que se logran éstos, por precio unitario mensual (PUM) por cumplimiento de estándares.

Como resultado del propio proceso evolutivo, del aprendizaje de la DGCC en los CPCC; de los cambios legislativos introducidos con la Ley de Asociaciones Público Privadas, así como del análisis de otros modelos de contratación alrededor del mundo, incluidas diferentes instituciones mexicanas (DGDC, Banobras, ...) la SCT ha optado por mejorar y migrar los contratos plurianuales de conservación de carreteras al esquema APP, con objeto de asegurar, en tiempo y forma, los requerimientos presupuestales, y simultáneamente mejorar la correcta prestación del servicio al integrarse el pago al desarrollador únicamente a través del PUM.

Los trabajos que deberá ejecutar el Desarrollador con la contratación de este proyecto son los siguientes:

- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de la corona (pavimento).
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de los taludes en corte y terraplenes.
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de puentes y estructuras.
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria de obras de drenaje.
- Rehabilitación inicial, conservación periódica y rutinaria del señalamiento y los dispositivos de seguridad.

- Funcionalidad del derecho de vía.
- Servicios de vialidad.

Con la integridad de estos trabajos se pretende levantar la condición de la carretera y ofrecer un servicio de alta calidad a los usuarios, estableciéndose los siguientes estándares de desempeño que se deberán cumplir, a más tardar, a fin de 2020 en todos los tramos contratados (a los 30 meses de iniciado el contrato).

- Estándar de corona, integrado por:
  - Deterioros superficiales -agrietamiento-,
  - Índice de Rugosidad Internacional (IRI),
  - Profundidad de roderas,
  - Coeficiente de fricción,
  - Macrotextura,
  - Capacidad estructural a través de las deflexiones,
  - Limpieza de la calzada y acotamientos.
- Estándar de taludes y remoción de derrumbes.
- Estándar de puentes y estructuras.
- Estándar de obras de drenaje.
- Estándar de señalamiento y dispositivos de seguridad, integrado por:
  - Señalamiento horizontal,
  - Señalamiento vertical,
  - Defensas y barreras centrales.
- Funcionalidad del derecho de vía.
- Servicios de vialidad.

El presente proyecto satisfecerá plenamente a los usuarios de los tramos carreteros del APP en materia de seguridad vial y comodidad de circulación.

La estructuración del proyecto ha sido completa y comprende todos los elementos necesarios para dotar de un alto estándar de calidad a los usuarios de los tramos de la red federal libre de peaje incluidos en el esquema APP.

Los estudios básicos y el Proyecto de Referencia desarrollado sustentan plenamente la suficiencia técnica y económica del proyecto.

Los Estados Unidos Mexicanos cuentan con un suficiente potencial de empresas y grupos desarrolladores, con capacidad para dar respuesta a los contratos de conservación plurianual de carreteras por estándares con aportación de financiamiento privado, por lo que se pueden cumplir las metas previstas en el proyecto APP.

El esquema APP para conservación de carreteras está alineado con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) de la siguiente manera:



FIGURA I.1. ESQUEMA DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018.



El Plan Nacional de Desarrollo destaca la importancia de acelerar el crecimiento económico para construir un **México Próspero**. Detalla el camino para impulsar a las pequeñas y medianas empresas, así como para promover la generación de empleos. También ubica el desarrollo de la infraestructura como pieza clave para incrementar la competitividad de la nación entera. Asimismo, identifica las fortalezas de México para detonar el crecimiento sostenido y sustentable, con el objeto de hacer que nuestro país se convierta en una potencia Económica emergente.

Meta IV. Un **México Próspero** que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

Una economía que quiere competir a nivel mundial necesita contar con una infraestructura que facilite el flujo de productos, servicios y el tránsito de personas de una manera ágil, eficiente y a un bajo costo. Una infraestructura adecuada potencia la capacidad productiva del país y abre nuevas oportunidades de desarrollo para la población.

En cuanto al Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes se alinea de la siguiente manera:

Para contribuir a los objetivos marcados en el PND, el Sector Comunicaciones y Transportes, tiene como visión contar con infraestructura y plataformas logísticas modernas que detonen actividades

de valor agregado y promuevan el desarrollo regional equilibrado del país. Se busca que la conectividad logística disminuya los costos de transporte, refuerce la seguridad, cuide el medio ambiente y mejore la calidad de vida de la población mexicana.

- Reducir costos logísticos del transporte carretero a través de:
  - I) consolidar ejes troncales,
  - II) librar núcleos urbanos,
  - III) realizar obras de conexión a los nodos logísticos como puertos y aeropuertos,
  - IV) ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento.
- Mejorar la seguridad vial
  - I) garantizando mejores condiciones físicas de la red,
  - II) con Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS).
- Apoyar el desarrollo regional a través de:
  - I) mejorar y modernizar los caminos rurales y alimentadores,
  - II) Programa Temporal de Empleo (PET),
  - III) modernizar las carreteras interestatales.

El Plan Nacional de Desarrollo en materia de Comunicaciones y Transportes se resume en:

1. Comunicar poblaciones y generar traslados seguros.
2. Permitir el acceso de las comunidades a los servicios y mercados.
3. Conectar sitios públicos como escuelas y universidades.
4. Mejorar la productividad con costos competitivos de servicios de comunicaciones y transportes.
5. Posicionar a México como plataforma logística a nivel internacional.

Por las razones anteriores, se determina que el proyecto es **VIABLE TÉCNICAMENTE**.