

Facultad de tecnología de la construcción

**“PROPUESTA DE
MANTENIMIENTO PERIODICO –
RUTINARIO DEL TRAMO:
EMPALME LAS MARIAS – MINA EL
LIMON” NIC-68 (14.18 KM DE
LONGITUD), MUNICIPIO DE
LARREYNAGA, DEPARTAMENTO
DE LEON.**

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil.

Elaborado por:

Tutor:

Br. Keny Asael
Gutiérrez Antón
Carnet: 2017-0327U

Br. Belueel Adonis
Pérez Obando
Carnet: 2017-1436U

Br. Waldhein Adolfo
Márquez Méndez
Carnet: 2012-41258

Ing. Keving Roberto
Sánchez Rocha

RESUMEN EJECUTIVO

El informe presenta una propuesta mantenimiento periódico rutinario para el tramo Empalme las Marías – Mina El Limón, departamento de León. El objetivo del estudio fue evaluar la situación actual de los elementos físicos, seguridad vial en el tramo de carretera con el fin de desarrollar una propuesta de mantenimiento que mejorase las condiciones reduciendo la accidentalidad; el informe consta de cuatro capítulos que abordan diferentes aspectos:

El primer capítulo del informe se titula "Generalidades", consta de una introducción que establece la importancia de los mantenimientos periódicos de la infraestructura vial, establece el contexto y los objetivos del estudio.

El segundo capítulo "Inventario vial" se enfoca en proporcionar información sobre las características de la infraestructura vial existente en el tramo, se describen las fallas encontradas en la superficie de rodamiento a lo largo del tramo y la evaluación del estado físico de la señalización, así como el drenaje mayor y menor del tramo.

El tercer apartado nombrado "Estudio de Accidentalidad" brinda el análisis de los datos entregados por la Dirección General de Tránsito, sobre los incidentes de tráfico que ocurrieron en el tramo durante un período de cinco años con el fin de identificar zonas de alto riesgo, dividiendo la información en número de accidentes, el tipo de accidentes, las causas y los factores contribuyentes.

Concatenando la información recopilada se encuentra el cuarto acápite "Propuesta de mantenimiento periódico rutinario" en el cual se plasman las actividades que serán parte de la propuesta.

Concluyendo con el quinto capítulo llamado Take off, donde se desglosa cálculo de las cantidades de obra del proyecto.

INDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	11
1.1. Introducción	1
1.2. Descripción del sitio.....	2
1.3. Antecedentes.....	4
1.4. Justificación	5
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos.	6
CAPÍTULO II: INVENTARIO VIAL	7
2.1. Inventario vial	7
2.2. Objetivos del inventario de elementos para la conservación vial	7
2.3. Elementos de la vía objeto de inventario.....	7
2.4. Inventario de infraestructura vial	8
2.5. Inventario de señalización y dispositivos de control	8
2.6. Inventario de sistema de drenaje	9
2.7. Fallas en superficie de rodamiento.....	9
2.8. Datos generales de la vía.....	9
2.9. Clasificación de la vía y superficie de rodamiento	11
2.10. Calzada.....	11
2.10.1. Daños en la calzada	11
2.10.2. Postes kilométricos.....	21
2.10.3. Hombros	23
2.10.4. Derecho de vía	23
2.10.5. Drenaje longitudinal	25

2.10.6.	Drenaje transversal	27
2.10.7.	Inventario de puentes.	28
2.10.8.	Inventario de señalización	30
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD		37
3.1.	Introducción	37
3.2.	Factores que inciden en los accidentes de tránsito	40
3.2.1.	Factor humano	40
3.2.2.	Factor vehicular	40
3.2.3.	Factor vial	40
3.3.	Causas y severidad de los accidentes de tránsito.	40
3.4.	Accidentes por tipo.....	42
3.5.	Causas y accidentabilidad en el tramo en estudio	43
3.6.	Análisis en las causas de los accidentes	46
3.7.	Frecuencia de accidentes en el tramo en estudio	48
3.8.	Análisis de accidentabilidad por día por año	49
3.9.	Análisis de accidentes por hora	51
3.10.	Accidentes por puntos críticos	53
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO-RUTINARIO		55
4.1.	Introducción	55
4.1.1.	Mantenimiento por concesiones	55
4.1.2.	Mantenimiento vial.....	55
4.1.3.	Mantenimiento rutinario	56
4.1.4.	Mantenimiento periódico	56
4.2.	Modalidades de contratación de mantenimiento vial utilizadas en el país	56

4.2.1. Contrato de mantenimiento vial por costos unitarios (C.U)	56
4.3. Materiales y fabricación de las señales verticales	57
4.4. Inspección y mantenimiento de señales	57
4.5. Propuesta de señalización vial.....	58
4.6. Actividades propuestas para el mantenimiento periódico – rutinario	60
4.6.1. Remoción y conformación de adoquín	60
4.6.2. Reposición de adoquines	61
4.6.3. Sello de adoquín con arena.....	63
4.6.4. Concreto para bordillos de 3,000 PSI (Incluir demolición del existente).	64
4.6.5. Concreto para vigas de 3,000 PSI (Incluir demolición del existente). 65	
4.6.6. SIECA 901 Pintura de línea continua	66
4.6.7. SIECA 901 Pintura de línea discontinua.....	67
4.6.8. SIECA 901 Simbología de pavimentos.....	67
4.6.9. P-12-4a. Suministro e instalación de delineadores	67
4.6.10. Pintura de postes de kilómetro.	67
4.7. Propuesta de mantenimiento rutinario	67
CAPÍTULO V: TAKE OFF	48
5.1. Cálculo de cantidades de obras (Take off).....	69
5.1.1. Remoción y conformación de adoquines	69
5.1.2. Reposición de adoquines	71
5.1.3. Sello de adoquín con arena	71
5.2. Alcances de obra.....	73
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76

BIBLIOGRAFIA.....	77
ANEXOS	I

Índice de tablas

Tabla 1. Inventario de rodamiento	14
Tabla 2. Inventario de postes kilométricos	21
Tabla 3. Inventario de drenaje longitudinal	25
Tabla 4. Inventario drenaje transversal	27
Tabla 5. Inventario de puentes	28
Tabla 6. Clasificación de condición de señal y tipo de daños.....	32
Tabla 7. Inventario de señalización.....	34
Tabla 8. Accidentes en el tramo entre 2018 y 2022	39
Tabla 9. Accidentes por severidad.....	41
Tabla 10. Tipos de accidentes en el tramo en estudio	42
Tabla 11. Causas y accidentabilidad en el tramo en estudio.....	44
Tabla 12. Causas de accidentes.....	45
Tabla 13. Accidentes y lesiones por mes por año.....	48
Tabla 14. Accidentes y lesiones por día por año	50
Tabla 15. Análisis de accidentes por hora y lesionados por año.....	52
Tabla 16. Puntos críticos en el tramo Empalme las Marías - Mina El Limón	53
Tabla 17. Propuesta de señalización vertical.....	58
Tabla 18. Propuesta de mantenimiento	68
Tabla 19. Remoción y conformación de adoquines	70
Tabla 20. Reposición de adoquines.....	71
Tabla 21. Sello de adoquín con arena.....	72
Tabla 22. Take off del tramo en estudio	73
Tabla 23. Formato de Inspección de Deterioro para Pavimentos Articulado	IV

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de macro localización del municipio de Larreynaga, departamento de León	2
Ilustración 2. Mapa de micro localización del Empalme las Marías – Mina El Limón.....	3
Ilustración 3. Historial de TPDA del tramo en estudio	10
Ilustración 4. Estación 131+300	11
Ilustración 5. ejemplo de bache en adoquinado	12
Ilustración 6. Ejemplo de depostillamiento	12
Ilustración 7. Ejemplo de perdida de sello de arena	13
Ilustración 8. Ejemplo de asentamiento	13
Ilustración 9. Bache Estación 134+629.....	19
Ilustración 10. Bache en estación 134+134.....	19
Ilustración 11. Pérdida de sello de arena en estación 132+379.....	19
Ilustración 12. Pérdida de sello de arena en estación 127+899.....	19
Ilustración 13. Asentamiento en estación 137+909	19
Ilustración 14. Asentamiento en estación 138+234	19
Ilustración 15. Asentamiento en estación 135+289	20
Ilustración 16. Bache en estación 134+089	20
Ilustración 17. Asentamiento en estación 135+019	20
Ilustración 18. Asentamiento en estación 129+994	20
Ilustración 19. Pérdida de sello de arena en estación 136+799.....	20
Ilustración 20. Pérdida de sello de arena en estación 136+799.....	20
Ilustración 21. Poste kilométrico 129.....	22
Ilustración 22. Poste kilométrico 133.....	22
Ilustración 23. Poste kilométrico 135.....	22
Ilustración 24. Poste kilométrico 128.....	22
Ilustración 25. Poste kilométrico 125.....	22
Ilustración 26. Poste kilométrico 126.....	22
Ilustración 27. Tramo con ausencia de hombros estación 127+300	23

Ilustración 28. Tramo con ausencia de hombros estación 135+500.....	23
Ilustración 29. Derecho de Vía banda izquierda	24
Ilustración 30. Derecho de Vía banda derecha	24
Ilustración 31. Derecho de Vía banda izquierda	24
Ilustración 32. Derecho de Vía banda derecha	24
Ilustración 33. Derecho de Vía banda izquierda	24
Ilustración 34. Derecho de Vía banda derecha	24
Ilustración 35. Cuneta revestida 130+156.....	26
Ilustración 36. cuneta revestida 130+771	26
Ilustración 37. Cuneta revestida 131+205.....	26
Ilustración 38. Cuneta revestida 133+507.....	26
Ilustración 39. Alcantarilla en estación 128+896 banda derecha	27
Ilustración 40. Alcantarilla en estación 128+896 banda izquierda	27
Ilustración 41. Puente de oro con piso de losetas de concreto en estación 126+790	29
Ilustración 42. Puente de oro con piso de losetas de concreto en estación 126+790	29
Ilustración 43. Puente Galilao con piso de losetas de concreto en estación 130+100	29
Ilustración 44. Puente Galilao con piso de losetas de concreto en estación 130+100	29
Ilustración 45. Historial de accidentes 2018 - 2022	39
Ilustración 46. Accidentes por severidad 2018 - 2022.....	41
Ilustración 47. Tipos de accidentes	42
Ilustración 48. Causas de accidentes	45
Ilustración 49. Accidentes por mes	49
Ilustración 50. Accidentes por día	50
Ilustración 51. Accidentes por hora.....	51
Ilustración 52. Remoción de adoquines en el área delimitada	60
Ilustración 53. Proceso de estabilización.....	61
Ilustración 54. Proceso de reposición de adoquines	62

Ilustración 55. colocación de cama de arena.....	62
Ilustración 56. colocación de adoquines.....	63
Ilustración 57. Sellado de juntas	63
Ilustración 58. Sellado de juntas de adoquines	64
Ilustración 59. Demolición de bordillo existente	64
Ilustración 60. Colado de bordillo	65
Ilustración 61. Construcción de vigas	66
Ilustración 62. Inicio del tramo Est. 124+000	I
Ilustración 63. Fin del tramo Est. 135+000	I
Ilustración 64. Deterioro de viga en puente Galilao	II
Ilustración 65. Viga de remate en mal estado	II
Ilustración 66. Deterioro en sello de juntas del tramo	III
Ilustración 67. Asentamientos detectados en el tramo	III



1.1. Introducción

La red vial de un país junto a su excelente infraestructura es muy importante, ya que proporciona las bases esenciales para el funcionamiento de éste y crea una gran cantidad de oportunidades y beneficios socioeconómicos para la población. Un adecuado mantenimiento y conservación de la vía, promueve el desarrollo social, económico y cultural de la región objeto de estudio.

La ejecución de redes viales que interconecten ciudades de forma estratégica es uno de los objetivos principales de las diferentes políticas públicas que un gobierno puede desarrollar y que se fundamenta en la necesidad de la población de movilizarse. Una red vial en buenas condiciones contribuye a disminuir tiempos de transporte, donde, los agentes productivos reducen sus costos de operativos, por lo que beneficia directamente a la población.

Este presente documento, consiste en brindar una propuesta para el mantenimiento periódico - rutinario del tramo: Empalme Las Marías – Mina El Limón, esto con el fin de mejorar los principales componentes como carpeta de rodamiento (adoquinado), drenajes, obras conexas y obras de señalamiento vial.

Esta monografía consta de 4 actividades que se desarrollarán de forma periódica; siendo estas, las siguientes:

- Realización del inventario vial.
- Análisis de accidentabilidad para el mejoramiento de la seguridad vial.
- Desarrollo de propuesta de mantenimiento.
- Elaboración de Take-Off.

1.2. Descripción del sitio

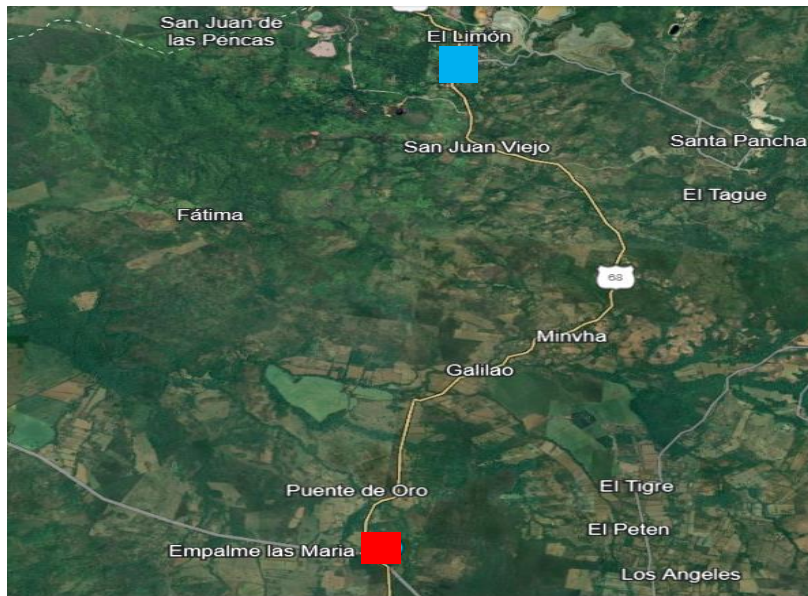
El tramo en estudio se ubica en la parte oeste del país, en el departamento de León, municipio de Larreynaga, siendo el inicio del proyecto, el Empalme de Las Marías y terminando a 14.18 km en dirección norte en la ciudad de Mina El Limón como se muestra en las figuras 1 y 2.

Ilustración 1. Mapa de macro localización del municipio de Larreynaga, departamento de León



Fuente: tomado de <https://www.google.com/maps/place/Larreynaga>

Ilustración 2. Mapa de micro localización del Empalme las Marías – Mina El Limón



Leyenda	
■	Inicio del tramo.
■	Fin del tramo.

FIN DEL TRAMO

E: 528525

N: 1408310

INICIO DEL TRAMO

E: 528531

N: 1398272

Fuente: Elaborado por sustentantes.

1.3. Antecedentes

En Nicaragua 1940, cuando se creó el departamento de carreteras del ministerio de obras públicas y fomento (actualmente MTI), solamente existían 201 km de carreteras, de los cuales sólo 52 eran pavimentados. De acuerdo al documento “Red Vial de Nicaragua 2020” publicado por el MTI, Nicaragua cuenta con 24,781 km de carreteras de los cuales 4,838 km (19.52%) están pavimentados (adoquín, asfalto y concreto hidráulico), y 19,943 km (80.48%) no están pavimentados.

El tramo de carretera en estudio está definido por la red vial nacional como NIC-68 y su existencia data desde la década del 1940. Inicialmente estaba como un camino de todo tiempo, para luego tener superficie de rodamiento de material selecto y posteriormente para la década del 2010 la dirección de planificación del MTI inició los estudios preliminares para el desarrollo del diseño y construcción de lo que hoy conocemos como NIC-68.

Para el año de 2016, se inició la construcción del tramo “Empalme Las Marías – Mina El Limón, con superficie de rodamiento de adoquinado la cual la constituye actualmente, y es a partir de esa fecha, que ha venido siendo objeto de atención en cuanto a su mantenimiento.

A comienzos del año 2021, el tramo en estudio bajo control del Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), institución encargada de atender la red vial del país, mediante la captación del impuesto (15 centavos/galón) de combustibles y lubricantes consumidos por el público, se encargó de realizar los respectivos estudios preliminares de dicho tramo.

1.4. Justificación

El crecimiento económico y desarrollo social de una región están justos y estrechamente relacionados con la condición o estado físico de la infraestructura vial. La necesidad de la población de comunicarse y transportarse de forma segura, a través de la red vial de un país, es de vital importancia, ya que el sector transporte, incide directamente en los sectores: económico, salud y educación. El crecimiento demográfico, el desarrollo social y el aumento del parque vehicular, da como resultado la construcción de nuevas carreteras con sus respectivos planes de mantenimiento.

El tramo “Empalme Las Marías- Mina El Limón”, está constituido por una superficie de rodamiento adoquinada de 14.18 kilómetros de longitud, la cual, debido a las excesivas cargas provenientes de los vehículos usados para transporte en la planta minera El Limón de la compañía CALIBRE, además de las cargas provenientes del transporte público de la población, da paso al desgaste y deterioro de la carretera, la cual debe ser atendida debidamente.

La operación minera utiliza métodos convencionales de explotación a cielo abierto en el tajo de Limón central, la principal fuente de la planta de procesamiento de El Limón es la producción de doré el cual debe ser transportado a su destino considerando una producción de aproximadamente 500,000 toneladas por año. La base de activos de estas empresas son la producción y el buen estado físico de las vías.

Siendo así, este tramo de carretera integra áreas muy importantes para la economía y desarrollo del país como son los sectores: industrial, comunitario, comercial y transporte, siendo por ello que, se propone el mejoramiento y mantenimiento periódico-rutinario para la mejora de las condiciones de la carretera, sirviendo de beneficio para todas las comunidades, comercios y empresas del sitio.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Proponer el mantenimiento periódico – rutinario del tramo de carretera: Empalme Las Marías- Mina El Limón, NIC-68 (14.18 km de longitud), municipio de Larreynaga, departamento de León.

1.5.2. Objetivos específicos.

- ❖ Realizar un inventario vial para la obtención del diagnóstico de daños presentes y definición de las actividades de mantenimiento y reparación de la vía.
- ❖ Analizar los datos de accidentabilidad del tramo, brindados por la dirección de tránsito nacional, que permita la identificación de las causas y puntos críticos del tramo en estudio.
- ❖ Presentar una propuesta de mantenimiento periódico – rutinario basado en el Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras (SIECA 2010), considerando las deficiencias encontradas en el inventario vial.
- ❖ Elaborar Take-Off de la propuesta de mantenimiento de dicho tramo considerando los elementos de carpeta de rodamiento, sistema de drenaje y señalización vial.



CAPÍTULO II:

INVENTARIO VIAL

2.1. Inventario vial

De acuerdo a la guía de inventario vial del banco mundial (2012), el inventario vial consiste en realizar una cuantificación y calificación del estado de los elementos que conforman una vía, en este se califica de manera cualitativa visual y cuantitativa por un experto en la materia, este mismo determinará si el elemento necesita manteniendo, reparación o sustitución. En los inventarios viales intervienen elementos importantes en una vía tales como: carpeta de rodamiento, sistema de drenaje y señalización de la vía.

2.2. Objetivos del inventario de elementos para la conservación vial

El objetivo del inventario vial es determinar los elementos físicos del camino que deben ser motivo de la conservación vial por parte de las empresas formadas y contratadas con tal propósito por el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV). En general, se trata de recopilar información de la calzada, derecho de vía, obras de drenaje (cunetas, canales, alcantarillas, etc.), de los puentes, cajas puentes, de los muros, y de otras estructuras de contención, de la señalización y de aquellos elementos especiales que hagan parte de la carretera y que deben ser motivo de conservación rutinaria.

2.3. Elementos de la vía objeto de inventario

De acuerdo a la guía de inventario vial, el profesional ingeniero civil encargado de realizar el inventario en el tramo que le corresponde debe incluir los siguientes elementos:

- Datos generales de la vía.
- Clasificación del terreno.
- Calzada.
- Hombros.
- Derecho de vía.
- Cunetas y canales.
- Contracunetas.
- Alcantarillas.

- Puentes.
- Cajas puentes.
- Vados.
- Muros.
- Señalización vertical.
- Otros elementos: barreras o sistemas de contención vehicular.

2.4. Inventario de infraestructura vial

El inventario de infraestructura vial se emplea para conocer las condiciones de operabilidad y funcionalidad de una vía, a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño; la forma más usual de elaborar este inventario es a través de una inspección visual, que consiste en hacer un reconocimiento a lo largo del sector o tramo objeto de estudio, para cuantificar y calificar sus condiciones.

La metodología para la inspección visual incluye la descripción completa de tres aspectos fundamentales: uno la descripción de la vía, dos la geometría de la vía, y tres el estado superficial del pavimento y obras complementarias.

2.5. Inventario de señalización y dispositivos de control

En el seguimiento y mantenimiento de vías rurales y urbanas se debe considerar la evaluación de la funcionalidad y suficiencia de la señalización y de los dispositivos utilizados para el control de tránsito, los cuales tienen como principal función proveer movilidad de manera organizada a los usuarios, indicándoles la forma correcta en que deben desplazarse por la vía, evitando conflictos de tránsito como accidentes, embotellamientos y demoras.

Los inventarios de señalización y dispositivos de control permiten evaluar los parámetros de funcionalidad y suficiencia a partir de la clasificación y calificación de la señalización existente en el sitio de estudio, con base en las características topográficas y geométricas de la vía, los tipos de señales, marcas, semáforos y otros dispositivos emplazados en el sitio.

2.6. Inventario de sistema de drenaje

Este tipo de inventario consiste en la cualificación del estado de las obras de drenajes, calificándolos de manera visual y cuantitativa en el que se pueda establecer el estado del sistema, en este tipo de inventario se toman en cuenta elementos tales como: cunetas, alcantarillas, cajas puentes, canales, causes, etc.

2.7. Fallas en superficie de rodamiento

Se refiere al deterioro ya sea superficial o de profundidad de lo que se constituye como carpeta de rodamiento, estas fallas pueden ser originadas por las cargas excesivas de los vehículos, desestabilización del suelo, factores naturales como la edad de la vía, así como la falta de su debido mantenimiento.

2.7.1. Fallas comunes en pavimento articulado (adoquinado)

Las fallas más comunes en superficies de rodamiento articulado se clasifican en fallas por deformaciones, de las cuales se pueden mencionar las fallas por abultamiento, fallas por ahuellamiento, fallas por depresiones; fallas por desprendimiento, de estas se pueden mencionar las fallas por desgaste superficial o bien las fallas por pérdida de arena; fallas por desplazamiento, en estas se pueden encontrar las fallas por desplazamiento de bordillos o desplazamiento de juntas; fallas por fracturamiento, de las cuales resaltan las fracturas de confinamientos externos e internos.

Además de estas fallas se pueden mencionar algunas otras como fallas por escalonamiento entre adoquines y entre adoquín y confinamiento, fallas por juntas abiertas y fallas por vegetación en la calzada.

2.8. Datos generales de la vía

El tramo en estudio se encuentra en la carretera oficialmente denominada como NIC-68, empezando en el km 124.874 comúnmente conocido como empalme Las Marías y terminando en el km139.550 conocido como Mina El Limón, este tramo alberga el acceso a comunidades como San Carlos, El Socorro, Los Monos, Miraflores, Galilao, Minvha, La Pitahaya, San Juan viejo, Quebrada honda, Las Martitas, El Tague, Santa Pancha, entre otras. El Emp. Las Marias - Mina El Limón

en NIC-68 con ECD-2607, presenta un tráfico promedio diario anual (TPDA) es de 639 donde el 74% son vehículo liviano, 6% vehículo de pasajero y un 20% vehículos pesados, para el año 2020, con una tasa de crecimiento de la EMC-1802 del 6.74%. (Anuario de aforo de tráfico 2020-MTI)

Ilustración 3. Historial de TPDA del tramo en estudio

Nº	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
314	NIC-68A	2608	S/C	Emp. Mina El Limón -Reparto Xochill Acall	2019	204	6	15	95	6		18	45	11	71					1		2	474
315	NIC-68B	2607	ECD	Emp. Las Marias - Mina El Limón	2010	84	9	17	135	4		18	30	21	7		3			1		4	333
					2007	29	4	23	88	2		17	27	9	1		2			2		4	206
					2005	17	3	20	80			18	25	7			6			1		4	180
					2004	11	12	21	102	0	1	15	25	13			1			1		2	203
					2002	25	3	24	119	2	2	17	16	13			6			1		2	231
					1999	7	4	54	116		3	20	20	17	3						2	1	245
					1996	20	19	19	109	2	2	10	7	14	1		5			5		10	223
				EMC:1802																			
				Tasa Crecimiento: 6,74%	2020	161	17	33	259	8		35	58	40	13		6			2		8	639
						Liv. 470				Pasaj. 42		Pesado 127											
						74%				7%		20%											

Fuente: Anuario de tráfico MTI-2020, anexo pág.223

De acuerdo a la ilustración 3 y al TPDA encontrado en el anuario de aforos de tráfico 2020, se puede decir que el tramo se clasifica como una colectora rural debido a que su TPDA se encuentra entre 500 y 3000 vehículos según lo considerado en el Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque en gestión de riesgo y seguridad vial 2011.

2.9. Clasificación de la vía y superficie de rodamiento

La superficie del tramo en estudio es de Adoquines (AD), el tramo se constituye de un terreno plano con pocos espacios ondulados, atraviesa varias quebradas donde actualmente existen puentes y alcantarillas. Entre el km 130 al km132 el terreno se compone de un suelo arcilloso donde se presenta mayor afectación por el mismo tipo de terreno (ver ilustración 4), en las demás partes del tramo el terreno se comprende por un suelo firme. El tramo presenta considerable vegetación ya que es una zona rural según lo observado durante el recorrido realizado (ver ilustración 4).

Ilustración 4. Estación 131+300



Fuente: tomada por sustentantes

2.10. Calzada

2.10.1. Daños en la calzada

Para el registro de los daños encontrados en el tramo se utilizó como referencia el Manual Centroamericano para el mantenimiento de carreteras con enfoque en gestión de riesgo y seguridad vial (SIECA 2010). De acuerdo a este manual, los daños que se pueden encontrar en una carretera adoquinada pueden ser:

- **Bache**
Separación de uno o más adoquines de la capa que forma la superficie de rodadura, sin deformación de las capas inferiores del pavimento. Sus niveles de severidad pueden ser: Bajo, menos de 1 metro cuadrado, Medio, entre 1 y 2 metros cuadrados, Alto, Mayor de 2 metros cuadrados

Ilustración 5. ejemplo de bache en adoquinado



Fuente: manual centroamericano de mantenimiento de carreteras ‘

- **Depostillamiento**

Rotura, fractura o desintegración de los bordes de los adoquines dentro de una junta. Los niveles de severidad pueden ser:

B (Bajo) Pequeños fracturamiento en los adoquines, que no se extienden más de 1 cm hacia el interior de la unidad, en una o más piezas.

M (Mediano) Las fracturas se extienden entre 1 y 2 cm hacia el interior de las unidades, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos.

A (Alto) Las fracturas se extienden a lo largo de la junta bordeando el adoquín, con desprendimiento de piezas de más de 2 cm a cada lado de la misma, las cuales han sido removidas por la acción del tránsito.

Ilustración 6. Ejemplo de depostillamiento



Fuente: manual centroamericano de mantenimiento de carreteras SIECA 2010, p.341

- **Perdida de sello de arena**

Es la erosión de la junta entre adoquines, del material arenoso que actúa como sello. El nivel de severidad se define por:

Bajo: menos de 30 metro cuadrado

Medio: entre 30 y 100 metros cuadrados

Alto: Mayor de 100 metros cuadrados

Ilustración 7. Ejemplo de pérdida de sello de arena



Fuente: manual centroamericano de mantenimiento de carreteras SIECA 2010, p.340

- **Asentamiento**

Depresión de la estructura del pavimento de adoquín, provocada por la deformación y/o pérdida de material que soporta la rodadura de la carretera. El nivel de severidad se define de la siguiente manera:

B (Bajo) Causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

M (Mediano) Causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.

A (Alto) Causa un excesivo salto que resulta en pérdida del control de los vehículos, por lo que es necesario reducir la velocidad.

Ilustración 8. Ejemplo de asentamiento



Fuente: manual centroamericano de mantenimiento de carreteras SIECA 2010, p.342

En base a lo descrito se realizó el inventario de daños en la calzada, plasmado en la siguiente tabla:

Tabla 1. Inventario de rodamiento

Estación	Tipo de Daño	Dimensión (cm)	Severidad
124+630.00	Pérdida de sello de arena	36.5	Medio
124+649.00	Pérdida de sello de arena	34.939	Medio
124+679.00	Pérdida de sello de arena	22.117	Medio
124+974.00	Pérdida de sello de arena	45.621	Alta
124+984.00	Pérdida de sello de arena	30.41	Alta
124+994.00	Pérdida de sello de arena	22.298	Alta
125+009.00	Pérdida de sello de arena	13.352	Alta
125+024.00	Pérdida de sello de arena	17.984	Medio
125+034.00	Pérdida de sello de arena	23.777	Medio
125+044.00	Pérdida de sello de arena	24.837	Medio
125+054.00	Pérdida de sello de arena	17.165	Medio
125+114.00	Asentamiento	23.79	Medio
125+139.00	Pérdida de sello de arena	39.521	Medio
125+229.00	Pérdida de sello de arena	44.839	Medio
125+459.00	Pérdida de sello de arena	51.158	Medio
125+734.00	Pérdida de sello de arena	32.584	Alta
126+019.00	Pérdida de sello de arena	36.157	Medio
126+074.00	Asentamiento	3.297	Alta
126+139.00	Pérdida de sello de arena	3.164	Medio
126+534.00	Pérdida de sello de arena	27.139	Medio
126+564.00	Pérdida de sello de arena	20.323	Medio
126+619.00	Pérdida de sello de arena	45.795	Medio
126+664.00	Pérdida de sello de arena	35.706	Medio
126+749.00	Pérdida de sello de arena	36.9	Medio
126+774.00	Pérdida de sello de arena	56.336	Medio
126+984.00	Pérdida de sello de arena	22.378	Medio
127+064.00	Pérdida de sello de arena	16.156	Medio
127+144.00	Pérdida de sello de arena	20.341	Medio
127+259.00	Pérdida de sello de arena	23.986	Medio
127+569.00	Pérdida de sello de arena	65.807	Alta
127+574.00	Pérdida de sello de arena	17.434	Alta
127+584.00	Pérdida de sello de arena	43.335	Medio
127+594.00	Pérdida de sello de arena	17.243	Medio
127+604.00	Pérdida de sello de arena	17.735	Medio

Tabla 1. Inventario de rodamiento

Estación	Tipo de Daño	Dimensión (cm)	Severidad
127+619.00	Pérdida de sello de arena	18.804	Medio
127+634.00	Pérdida de sello de arena	13.369	Medio
127+644.00	Pérdida de sello de arena	27.061	Medio
127+654.00	Pérdida de sello de arena	63.249	Medio
127+664.00	Pérdida de sello de arena	23.419	Medio
127+674.00	Pérdida de sello de arena	16.456	Medio
127+684.00	Pérdida de sello de arena	10.161	Medio
127+694.00	Pérdida de sello de arena	34.509	Medio
127+704.00	Pérdida de sello de arena	20.295	Medio
127+719.00	Pérdida de sello de arena	14.06	Medio
127+729.00	Pérdida de sello de arena	11.735	Medio
127+739.00	Pérdida de sello de arena	15.645	Medio
127+749.00	Pérdida de sello de arena	13.827	Medio
127+759.00	Pérdida de sello de arena	15.754	Medio
127+769.00	Pérdida de sello de arena	18.579	Medio
127+784.00	Pérdida de sello de arena	17.07	Medio
127+799.00	Pérdida de sello de arena	15.74	Medio
127+809.00	Pérdida de sello de arena	17.048	Medio
127+819.00	Pérdida de sello de arena	25.973	Medio
127+829.00	Pérdida de sello de arena	20.822	Medio
127+839.00	Pérdida de sello de arena	14.712	Medio
127+854.00	Pérdida de sello de arena	18.87	Medio
127+864.00	Pérdida de sello de arena	19.997	Medio
127+869.00	Pérdida de sello de arena	38.487	Medio
127+879.00	Pérdida de sello de arena	12.068	Alta
127+889.00	Pérdida de sello de arena	14.655	Alta
127+899.00	Pérdida de sello de arena	12.274	Alta
127+914.00	Pérdida de sello de arena	22.43	Medio
127+924.00	Pérdida de sello de arena	18.998	Medio
127+939.00	Pérdida de sello de arena	22.693	Medio
127+994.00	Pérdida de sello de arena	30.129	Medio
128+004.00	Pérdida de sello de arena	25.446	Medio
128+019.00	Pérdida de sello de arena	40.092	Alta
128+049.00	Pérdida de sello de arena	29.201	Medio
129+829.00	Pérdida de sello de arena	36.799	Medio
129+994.00	Asentamiento	30.715	Medio
130+054.00	Pérdida de sello de arena	25.59	Medio

Tabla 1. Inventario de rodamiento

Estación	Tipo de Daño	Dimensión (cm)	Severidad
130+069.00	Pérdida de sello de arena	34.239	Medio
130+494.00	Asentamiento	21.346	Medio
130+499.00	Asentamiento	50.128	Medio
130+529.00	Asentamiento	46.19	Medio
130+544.00	Asentamiento	33.02	Medio
130+569.00	Pérdida de sello de arena	23.16	Medio
130+589.00	Pérdida de sello de arena	26.547	Medio
131+689.00	Asentamiento	21.973	Medio
131+784.00	Asentamiento	34.398	Medio
131+804.00	Asentamiento	36.876	Medio
131+899.00	Asentamiento	32.656	Medio
132+379.00	Pérdida de sello de arena	71.137	Medio
132+414.00	Pérdida de sello de arena	56.361	Medio
132+539.00	Asentamiento	17.078	Medio
132+584.00	Asentamiento	50.099	Medio
132+649.00	Pérdida de sello de arena	20.934	Medio
132+819.00	Pérdida de sello de arena	11.938	Medio
132+834.00	Pérdida de sello de arena	13.141	Medio
132+869.00	Asentamiento	25.642	Medio
132+964.00	Asentamiento	23.223	Medio
133+009.00	Pérdida de sello de arena	34.292	Medio
133+159.00	Asentamiento	46.512	Medio
133+379.00	Asentamiento	7.89	Medio
133+694.00	Bache	28.161	Medio
134+089.00	Bache	56.188	Medio
134+134.00	Bache	12.669	Medio
134+339.00	Bache	13.171	Medio
134+474.00	Asentamiento	34.64	Alta
134+549.00	Asentamiento	23.883	Medio
134+604.00	Asentamiento	7.394	Medio
134+629.00	Bache	52.174	Alta
134+829.00	Bache	48.94	Medio
134+879.00	Asentamiento	24.648	Medio
134+909.00	Asentamiento	20.904	Medio
134+969.00	Asentamiento	23.001	Medio
134+984.00	Asentamiento	18.047	Medio
134+999.00	Asentamiento	19.751	Medio

Tabla 1. Inventario de rodamiento

Estación	Tipo de Daño	Dimensión (cm)	Severidad
135+019.00	Pérdida de sello de arena	20.728	Medio
135+029.00	Bache	7.23	Medio
135+069.00	Asentamiento	33.639	Medio
135+079.00	Asentamiento	27.468	Medio
135+224.00	Bache	24.512	Medio
135+249.00	Asentamiento	11.228	Medio
135+269.00	Asentamiento	34.084	Medio
135+289.00	Asentamiento	41.375	Alta
135+309.00	Asentamiento	21.623	Medio
135+324.00	Asentamiento	18.845	Medio
135+334.00	Asentamiento	32.851	Medio
135+514.00	Asentamiento	17.978	Medio
135+539.00	Asentamiento	42.241	Alta
135+559.00	Asentamiento	29.333	Medio
135+569.00	Asentamiento	26.724	Medio
135+594.00	Asentamiento	39.237	Medio
135+604.00	Asentamiento	21.204	Medio
135+639.00	Asentamiento	21.841	Medio
135+684.00	Asentamiento	18.612	Medio
135+719.00	Asentamiento	46.465	Medio
135+759.00	Asentamiento	29.007	Medio
135+784.00	Asentamiento	17.296	Medio
135+804.00	Asentamiento	30.927	Medio
135+864.00	Asentamiento	21.088	Medio
135+919.00	Asentamiento	31.487	Medio
135+939.00	Asentamiento	39.178	Medio
135+959.00	Depostillamiento	36.696	Alta
135+969.00	Depostillamiento	31.778	Medio
135+994.00	Depostillamiento	39.035	Medio
136+164.00	Asentamiento	12.512	Medio
136+484.00	Asentamiento	16.693	Medio
136+584.00	Pérdida de sello de arena	52.811	Medio
136+614.00	Depostillamiento	124.31	Alta
136+649.00	Depostillamiento	15.624	Medio
136+799.00	Pérdida de sello de arena	52.295	Alta
136+834.00	Pérdida de sello de arena	51.136	Medio
136+839.00	Asentamiento	29.349	Medio
136+904.00	Asentamiento	26.8	Medio

Tabla 1. Inventario de rodamiento

136+914.00	Depostillamiento	39.519	Medio
137+189.00	Depostillamiento	35.469	Medio
137+254.00	Asentamiento	13.348	Medio
137+299.00	Asentamiento	19.031	Medio
137+604.00	Asentamiento	33.564	Medio
137+629.00	Asentamiento	8.267	Medio
137+674.00	Asentamiento	18.663	Medio
137+779.00	Asentamiento	28.642	Medio
137+804.00	Asentamiento	9.624	Medio
137+909.00	Asentamiento	21.797	Alta
137+919.00	Asentamiento	22.355	Medio
137+964.00	Asentamiento	31.683	Medio
137+979.00	Pérdida de sello de arena	27.121	Medio
137+989.00	Pérdida de sello de arena	21.745	Alta
138+019.00	Asentamiento	31.484	Medio
138+044.00	Asentamiento	38.647	Medio
138+069.00	Asentamiento	32.286	Medio
138+099.00	Asentamiento	30.509	Medio
138+129.00	Asentamiento	40.738	Medio
138+234.00	Asentamiento	13.346	Alta
138+304.00	Asentamiento	13.894	Medio

Fuente: Elaborado por sustentantes

La tabla anterior describe que en el tramo se encuentran los 4 tipos de fallas en pavimentos de adoquín según el manual de mantenimiento SIECA 2010, se aprecia que la falla que más predomina es la pérdida del sello de arena con un nivel de severidad medio. De todas las fallas descritas en la tabla anterior se tomaron fotografías de evidencia de algunas de ellas donde el daño era muy evidente, mostrados en las siguientes ilustraciones:

Ilustración 9. Bache Estación 134+629	Ilustración 10. Bache en estación 134+134
	
Ilustración 11. Pérdida de sello de arena en estación 132+379	Ilustración 12. Pérdida de sello de arena en estación 127+899
	
Ilustración 13. Asentamiento en estación 137+909	Ilustración 14. Asentamiento en estación 138+234
	
Fuente: Tomada por sustentantes	

Ilustración 15. Asentamiento en estación 135+289	Ilustración 16. Bache en estación 134+089
	
Ilustración 17. Asentamiento en estación 135+019	Ilustración 18. Asentamiento en estación 129+994
	
Ilustración 19. Pérdida de sello de arena en estación 136+799	Ilustración 20. Pérdida de sello de arena en estación 136+799
	
Fuente: Tomada por sustentantes	

2.10.2. Postes kilométricos

El tramo en estudio presenta los diferentes KPM de kilometrajes desde el inicio del tramo hasta que finaliza tramo. A continuación, se muestra tabla de inventario de los mismos.

Tabla 2. Inventario de postes kilométricos

Estación	PKM	Existe	Latitud	Longitud	Banda	Condición
125+000.00	125	Si	12.666825	-86.737917	D	Buen Estado
126+000.00	126	Si	12.667037	-86.738153	D	Buen Estado
127+000.00	127	Si	12.670975	-86.738495	D	Buen Estado
128+000.00	128	Si	12.680695	-86.738037	D	Buen Estado
129+000.00	129	Si	12.686685	-86.732438	D	Buen Estado
130+000.00	130	Si	12.692168	-86.725678	D	Buen Estado
131+000.00	131	Si	12.697232	-86.719362	D	Buen Estado
132+000.00	132	Si	12.703727	-86.71333	D	Buen Estado
133+000.00	133	Si	12.712628	-86.713665	D	Buen Estado
134+000.00	134	Si	12.720367	-86.716562	D	Buen Estado
135+000.00	135	Si	12.727768	-86.721675	D	Buen Estado
136+000.00	136	Si	12.731415	-86.729468	D	Buen Estado
137+000.00	137	Si	12.73516	-86.73699	D	Buen Estado
138+000.00	138	Si	12.75879	-86.74239	D	Buen Estado
139+000.00	139	Si	12.79583	-86.74913	D	Buen Estado

Fuente: Elaborado por sustentantes.

La tabla anterior evidencia la existencia de postes kilometricos a lo largo del tramo en estudio, los cuales se encuentran en buen estado según lo mostrado en las siguientes imágenes:

Ilustración 21. Poste kilométrico 129	Ilustración 22. Poste kilométrico 133
	
Ilustración 23. Poste kilométrico 135	Ilustración 24. Poste kilométrico 128
	
Ilustración 25. Poste kilométrico 125	Ilustración 26. Poste kilométrico 126
	
Fuente: Tomada por sustentantes	

2.10.3. Hombros

El tramo en estudio presenta ausencia de hombros ya que por su naturaleza de construcción no fue diseñado ni contemplado debido a que es una carretera de adoquines.

Ilustración 27. Tramo con ausencia de hombros estación 127+300	Ilustración 28. Tramo con ausencia de hombros estación 135+500
	
Fuente: Tomada por sustentantes	

2.10.4. Derecho de vía

Según el Decreto Legislativo No 46 de la Ley de Derecho de Vía, se entiende por “Derecho de Vía” la anchura total que deben tener las carreteras, la cual será: para las carreteras internacionales e interoceánicas, cuarenta metros, o sean veinte metros a cada lado del eje o línea media de las mismas; para las interdepartamentales y vecinales, veinte metros o sean diez metros a cada lado del eje o línea media.

Al realizar el inventario, el levantamiento físico se encontró en la medición del derecho de vía a lo largo del tramo con abundante vegetación y/o maleza debido a que no cuenta con mantenimiento periódico-rutinario ya que es una colectora rural. Se hizo medición en cada 100 mts del tramo de manera visual ya que no

presentaba cambios abruptos. El resultado del derecho de vía oscila entre 10.25 mts a 15.05 mts a lo largo de los 14.18 km del tramo en estudio.

Ilustración 29. Derecho de Vía banda izquierda	Ilustración 30. Derecho de Vía banda derecha
	
Ilustración 31. Derecho de Vía banda izquierda	Ilustración 32. Derecho de Vía banda derecha
	
Ilustración 33. Derecho de Vía banda izquierda	Ilustración 34. Derecho de Vía banda derecha
	
Fuente: Tomada por sustentantes	

2.10.5. Drenaje longitudinal

El tramo en estudio presenta drenaje longitudinal tales como canaletas y canales.

A continuación, se muestra el inventario de drenaje longitudinal.

Tabla 3. Inventario de drenaje longitudinal

ESTACION	Tipo de drenaje	Lado	Long. (m)	Tipo de sección	Cond. Estructural
130+156.30	Cuneta Revestida	D	313.81	Triangular	Buena
130+771.30	Cuneta Revestida	I	262.15	Triangular	Buena
131+119.30	Cuneta Revestida	I	192.98	Triangular	Buena
131+205.30	Cuneta Revestida	D	49.03	Triangular	Buena
132+798.30	Cuneta Revestida	D	131.48	Triangular	Buena
132+798.30	Cuneta Revestida	I	156.22	Triangular	Buena
133+507.30	Cuneta Revestida	I	135.34	Triangular	Buena
133+691.30	Cuneta Revestida	D	302.68	Triangular	Buena
134+055.30	Cuneta Revestida	D	255.81	Triangular	Buena
134+100.30	Cuneta Revestida	I	128.85	Triangular	Buena
134+311.30	Cuneta Revestida	D	180.34	Triangular	Buena

Fuente: Elaborado por sustentantes

La tabla anterior muestra la existencia de cuneta revestida a lo largo del tramo, con su respectivo estado el cual fue definido inspeccionando el estado del concreto, bueno (sin fracturas ni erosión en el concreto) y malo (concreto fracturado y erosionado), mostrado en las siguientes ilustraciones:

Ilustración 35. Cuneta revestida 130+156	Ilustración 36. cuneta revestida 130+771
	
Ilustración 37. Cuneta revestida 131+205	Ilustración 38. Cuneta revestida 133+507
	
Fuente: Tomada por sustentantes	

2.10.6. Drenaje transversal

A continuación, se muestra tabla de inventario de drenaje transversal.

Tabla 4. Inventario drenaje transversal

ESTACION	Tipo	Material	Sección	N° bocas	Diámetro	Long. m	Condición estructural	Cabecal	Aletón	Estado Cauce
128+896.30	Alcantarilla	Concreto reforzado	Circular	2	36	11.50	Buena	Regular	Buena	Sedimentado

Fuente: Elaborado por sustentantes.

La tabla anterior muestra que el estado físico de las obras de drenaje transversal es bueno, sin embargo, se deberá dar mantenimiento o limpieza a los cauces de cada obra de drenaje transversal, pues en su mayoría se ven con sedimentos, lo cual impide el correcto funcionamiento de la obra correspondiente (ver ilustraciones 39, 40).

Ilustración 39. Alcantarilla en estación 128+896 banda derecha	Ilustración 40. Alcantarilla en estación 128+896 banda izquierda
	
Fuente: Tomada por sustentantes	

2.10.7. Inventario de puentes.

A continuación, se muestra inventario de puentes en el tramo en estudio.

Tabla 5. Inventario de puentes

Nombre	Pk Inicial	Longitud (m)	Ancho calzada	Estribo	Piso/Tablero	Junta	Pila	Viga	Cant. apoyos	Losa de aprox	Señalización
Puente de oro	126+790	6.00	3.70	Buena	Regular	Mala	Buena	Buena	4	Bueno	Bueno
Puente Galilao	130+100	6.00	3.50	Buena	Mala	Buena	Buena	Buena	4	Bueno	Bueno

Fuente: Elaboración por sustentantes.

La tabla anterior evidencia que el piso y las juntas de los puentes encontrados en el tramo se encuentra en malas condiciones (ver ilustraciones 41 a 44), por lo cual se deberá considerar su respectivo mantenimiento, mejorando así las condiciones de seguridad para los usuarios.

Ilustración 41. Puente de oro con piso de losetas de concreto en estación 126+790



Ilustración 42. Puente de oro con piso de losetas de concreto en estación 126+790



Ilustración 43. Puente Galilao con piso de losetas de concreto en estación 130+100



Ilustración 44. Puente Galilao con piso de losetas de concreto en estación 130+100



Fuente: Tomada por sustentantes

2.10.8. Inventario de señalización

Los dispositivos de control deben ser de primera calidad para asegurar su legibilidad y visibilidad; los dispositivos limpios, legibles, adecuadamente localizados y en buenas condiciones de funcionamiento, llaman la atención e inspiran el respeto de los conductores y peatones. De igual forma es necesario observar un estricto control al hacerse el reemplazo de los dispositivos, que deberán cumplir con las características de diseño y colocación previstas originalmente. Además del mantenimiento físico, se requiere mantenimiento funcional para ajustar los dispositivos de control requeridos a las condiciones actuales y para remover los dispositivos innecesarios.

El hecho de que un dispositivo está en buena condición física no debe ser la base para posponer un reemplazo o cambio justificado. Además, el mantenimiento ejecutado sin cuidado puede destruir el valor de un grupo de dispositivos al desbalancearlos. Por ejemplo, el reemplazo de una señal en un grupo o serie por una que es desproporcionadamente grande puede tender a menguar la función que cumplen las señales en la vecindad.

Clasificación de los dispositivos de control

La clasificación de los dispositivos de control de tránsito de conformidad con el Acuerdo Centroamericano sobre Señales Viales Uniformes, el cual es consistente en el Manual Interamericano de 1991, los dispositivos se clasifican en tres categorías según su función:

- **Dispositivos de reglamentación**

Tienen como función informar a los usuarios sobre las disposiciones de la reglamentación del tránsito vigente y la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones que regulan el uso de la vía o suministrar indicaciones exactas para que actúen en determinada forma. la transgresión de las indicaciones de estos dispositivos constituye una contravención, que se sanciona conforme a la ley o reglamento de tránsito de cada país.

- Dispositivos de prevención (advertencia de peligro)

Cumplen la misión de prevenir a los usuarios de la vía de peligros existentes y su naturaleza.

- Dispositivos de información

Tienen como objeto guiar al usuario de la vía hacia el lugar de destino, proporcionándole toda aquella información que pueda serle útil para las tareas de navegación, orientación y guía, y proporcionarle cualquier otra indicación que pueda ser de interés para él, en especial para los turistas.

Según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito 2000 (página 2.29) las señales de tránsito pueden deteriorarse por varias razones y eventualmente deben ser reparadas, reconstruidas, o sustituidas. Conforme las señales envejecen, las capas de material reflectivo se deterioran debido a los efectos del sol, la lluvia, el polvo arrastrado por el viento y la contaminación del aire. También el polvo proveniente de la superficie de ruedo y de la contaminación del aire pueden acumularse en la cara de la señal.

Este deterioro progresivo gradualmente reduce la visibilidad y legibilidad de la señal, al punto que los usuarios ya no pueden percibir el mensaje establecido. Por esta razón, los programas de inspección, acompañados de programas de mantenimiento, son esenciales para mantener la efectividad de las señales verticales. Además, las señales dañadas, descoloridas o sucias desacreditan a la entidad responsable de su colocación y mantenimiento.

De acuerdo con lo establecido en este Manual, todas las señales reglamentarias, de prevención de información y señalamiento elevado deben tener la misma forma y color tanto de día como de noche. Para garantizar el cumplimiento de este objetivo es necesario mantener un programa de inspección periódica de las señales, acompañando al programa de mantenimiento.

Los dos aspectos principales a ser considerados durante una inspección de campo son la inspección del estado de los materiales de la señal y la revisión de la funcionalidad de la señal. En el primer caso se debe revisar la condición de la

cara de la señal (agrietamiento, descascaramiento de la capa reflectiva, etc.), decoloración, acumulación de polvo u otras partículas, nivel de retrorreflexión, marcas y mensajes debidos al vandalismo, etc. En el aspecto funcional, se debe verificar si todavía se necesita la señal; si no se ha perdido visibilidad (cubierta por árboles, vegetación u otras estructuras en el derecho de vía); si se ocupan señales complementarias; y si la señal todavía está orientada hacia el tránsito con soportes adecuados. Estas inspecciones se deben realizar tanto de día como de noche, en cuyo caso se deben hacer pruebas con la luz baja del vehículo.

Tabla 6. Clasificación de condición de señal y tipo de daños

Tipo de daños	Condición de la señal		
	Buena	Regular	Mala
Agrietamiento	Sin agrietamiento	Poco agrietamiento	Mucho agrietamiento
Descascaramiento o de capa reflectiva	Sin descascaramiento o de capa reflectiva	Poco descascaramiento o de capa reflectiva	Mucho descascaramiento o de capa reflectiva
Decoloración	Sin decoloración	Poca decoloración	Mucha decoloración
Acumulación de polvo	Sin acumulación de polvo	Poca acumulación de polvo	Mucha acumulación de polvo
Nivel de retrorreflexión	Buen nivel de retrorreflexión	Poco nivel de retrorreflexión	Sin nivel de retrorreflexión

Fuente: Elaborado por sustentantes. (Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito 2000 página 2.29)

Una vez que se determinan las necesidades de mantenimiento, y como los recursos disponibles para estos programas son limitados, se deben establecer prioridades para realizar las reparaciones o sustituciones, de acuerdo con el grado

de peligrosidad de la falla. Sin embargo, las señales verticales que se indican a continuación requieren de atención inmediata y prioritaria:

- ALTO (R-1-1 y ensambles con placas R-1-5 y R-1-6)
- No hay paso (R-3-1a, R-3-1b, R-3-2a y R-3-2b)
- CEDA (R-1-2, R-1-3, R-1-4 y ensambles con placas R-1-7 y R-1-8)
- No virar a la ... (R-3-3a, R-3-3b, R-3-4a y R-3-4b)
- No virar a la derecha en rojo (R-3-5a, R-3-5b y ensambles con placas R-3-6 y R-3-7)
- Carril reversible (Serie R-5, de la R-5-1 a la R-5-9)
- Señal Curva Peligrosa (P-1-1 a la P-1-4)
- Carretera Sinuosa (P-1-5)
- Cruce de Ferrocarril o Tranvía (Serie P-8, de la P-8-1 a la P-8-6)
- Cruce Peatonal y Reductores de Velocidad (Serie P-9, de la P-9-1 a la P-9-13)
- Peligros en la vía (Serie P-7, de la P-7-1 a P-7-35)
- Zona Escolar (Series E-1, E-2 y E-3, y ensambles con la R-2-1 y E-1-1)

A continuación, se presenta el inventario de señalización del del tramo en estudio.

Tabla 7. Inventario de señalización

Estación	Tipo de señal	Cod. Señal	Descripción de señal	Banda	Imagen	Condición
127+300	Preventiva	P-1-5	Precaución camino sinuoso	D		Mala (Mucha decoloración, Sin Nivel de retrorreflexión)
127+300	Preventiva	P-1-5	Precaución camino sinuoso	I		Mala (Mucha decoloración, Sin Nivel de retrorreflexión)

Estación	Tipo de señal	Cod. Señal	Descripción de señal	Banda	Imagen	Condición
130+800	Preventiva	E-1-3	Zona escolar	D		Bueno
130+800	Preventiva	E-1-3	Zona escolar	I		Bueno
130+850	Restictiva	R-2-1	Velocidad máxima 25 kph	I		Mala (Mucha decoloración, Sin Nivel de retrorreflexión)

Estación	Tipo de señal	Cod. señal	Descripción de señal	Banda	imagen	Condición
130+900	Restictiva	R-2-1	Velocidad máxima 25 kph	D		Bueno
131+800	Preventivas	P-1-5	Precaución camino sinuoso	I		(Mala) (Mucha decoloración, Sin Nivel de retrorreflexión)

Fuente: Elaboración por sustentantes

La tabla anterior evidencia la escasa presencia de señalización vertical a lo largo del tramo en estudio y para mejorar la seguridad de los usuarios esta información será de gran importancia para considerar reemplazo e instalación de nuevas señales valorando el análisis de accidentalidad abordado en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD

3.1. Introducción

El análisis de accidentabilidad se refiere a la investigación de puntos críticos o tramos de concentración de accidentes, según la Dirección General de Tránsito Nacional; un accidente es la acción u omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatón en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muerte de personas, donde interviene por lo menos un vehículo en movimiento.

Los accidentes de tránsito son un problema de salud pública por las altas tasas de morbilidad y mortalidad que afectan en buena medida a los grupos de población más vulnerable, especialmente niños, adolescentes, jóvenes y personas mayores generando secuelas físicas y psicosociales, que en el mayor de los casos acompañan a los afectados a lo largo de su vida; tienen un elevado coste humano y económico sobre la sociedad, significando el 17% de mortalidad provocada por lesiones por accidentes, por cada 100,000 personas en el territorio Nacional.

Una de las medidas de mejoramiento de la seguridad vial en la infraestructura, es el tratamiento de sitios de alta incidencia de accidentes. Un sitio de alta incidencia de accidentes es un segmento de cierta longitud en que consistentemente (en varios años) se presenta una cierta frecuencia anual de accidentes con cierto nivel de severidad (con lesionados) por encima de un valor límite. Las soluciones aplicadas a través del correcto análisis del problema, puede rendir muy valiosos resultados, salvando muchas vidas y evitando un gran número de lesionados.

En el sistema de la seguridad vial intervienen tres elementos fundamentales que se relacionan entre sí, y de la forma que ellos actúan y como se acciona sobre ellos, será la seguridad de la carretera o de la red vial. Estos elementos son: el vehículo, el hombre y el entorno.

Para el tramo de carretera en propuesta de mantenimiento periódico-rutinario del tramo: Empalme las Marías - Mina El Limón NIC-68 municipio de Larreynaga departamento de León, se hizo un análisis de los inventarios de accidentes

registrados por la Dirección General de Tránsito de la Policía Nacional en los años 2018, 2019, 2020, 2021, y 2022. El análisis muestra los datos totales de los accidentes, de esta manera se clasifican los accidentes en todas las categorías posibles, con el propósito de encontrar las características de los mismos y comprender el fenómeno accidente en el tramo.

Al realizar el estudio de accidentabilidad se logra determinar las causas del por qué las estadísticas presentan un aumento de los accidentes de tránsito y los factores que influyen en este fenómeno, y proponer soluciones, se realizó la jerarquización de los datos y se determinó los tipos y causas de los accidentes.

Al clasificar los datos de los accidentes para determinar los tipos, causas, ubicación, mes, semana y hora específicos, permite observar de manera separada todos los factores que influyen en los accidentes, para que los datos de este estudio puedan utilizarse para compararlos con los de otros tramos, se calcularon los índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad para cada uno de los años del análisis.

Los datos estadísticos de accidentes de tránsito del tramo en estudio de los años 2018 al 2022, muestran un incremento de accidentes lo que lleva a realizar una investigación en el tramo en estudio por el incremento notable que ocurrió en los años consecutivos (ver tabla 8), también se determinó y analizó los puntos críticos del tramo, donde se realizó un análisis para determinar los principales factores que influyen en los accidentes.

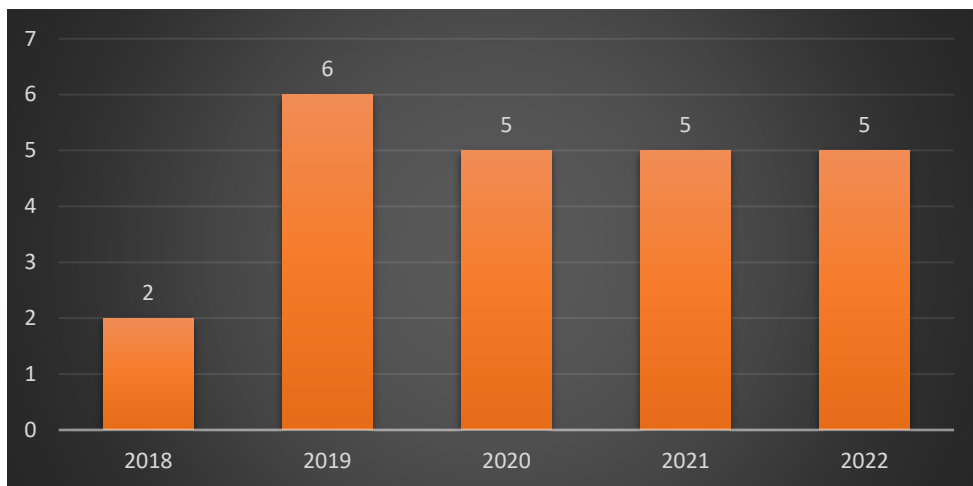
La tabla 8 muestra la cantidad total de accidentes que ocurrieron en los diferentes años del 2018 al 2022.

Tabla 8. Accidentes en el tramo entre 2018 y 2022

AÑO	TOTAL
2018	2
2019	6
2020	5
2021	5
2022	5

Fuente: Datos estadísticos del departamento de Ingeniería de Tránsito (Transito Nacional).

Ilustración 45. Historial de accidentes 2018 - 2022



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Basados en los inventarios de accidentes se logró clasificar los accidentes de tránsito por causa, tipo, periodicidad y ubicación; asimismo, identificar las principales causas de accidentes en cada punto crítico que se encontró sobre la carretera por cada año de análisis.

Las estadísticas mostradas en la ilustración 45 muestran un aumento en accidentes de tránsito, siendo más crítico el año 2019 con una incidencia de 6 accidentes, seguido del año 2020 con 5 accidentes, el año 2021 es el tercer año crítico con 5 accidentes y el año 2022 que mantienen la misma cantidad de accidentes.

3.2. Factores que inciden en los accidentes de tránsito

En base a la ley 431 los factores que inciden en los accidentes pueden ser:

3.2.1. Factor humano

Cuando los conductores cometen infracciones en la vía, las erradas condiciones tienen su base en varias situaciones, tales como el uso de algunos fármacos, ingerir alcohol, el uso de otras drogas, el cansancio, el estrés, entre otros.

Las drogas y fármacos producen en las personas una reducción del tiempo de reacción lo cual les impide tomar una acción adecuada oportunamente y aumenta el riesgo de realizar maniobras imprudentes y de omisión por parte del conductor:

- ❖ Efectuar adelantamientos en lugares prohibidos (Choque frontal muy grave).
- ❖ Atravesar un semáforo en rojo, desobedecer las señales de tránsito.
- ❖ Conducir a exceso de velocidad (Ocasionando derrapes, vuelcos, salidas del vehículo en la carretera).
- ❖ Circular por el carril contrario (en una curva o en un cambio de rasante).
- ❖ Hacer uso del celular (Perturba la concentración).
- ❖ Realizar maniobras poco seguras con otro vehículo.
- ❖ Usar inadecuadamente las luces, especialmente en las noches

3.2.2. Factor vehicular

Vehículo en condiciones no adecuadas para su operación como el sistema averiado de frenos, dirección o suspensión.

3.2.3. Factor vial

Corresponde al mal estado de la vía, fallas y desgaste en la señalización vertical y horizontal.

3.3. Causas y severidad de los accidentes de tránsito.

Del estudio de los informes de estadísticas de accidentabilidad de los inventarios de tránsito del 2018 al 2022 facilitados por la Dirección General de Tránsito Nacional, se precisaron los actos del conductor que atribuyen al hecho de los

accidentes, identificación de factores dominantes y determinación de la naturaleza que ocasionó el accidente.

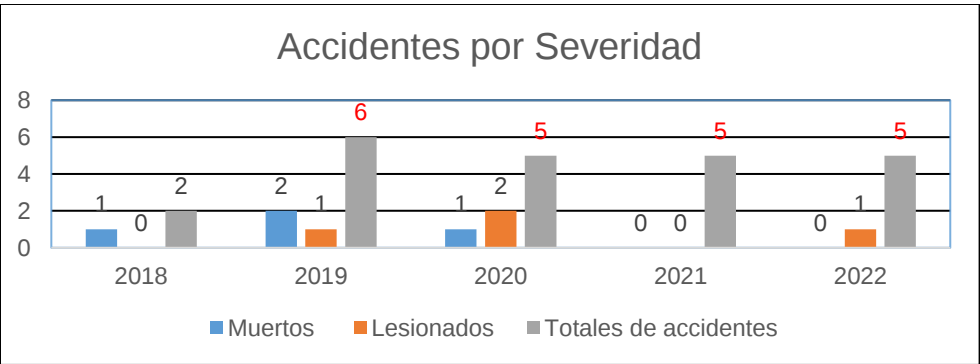
El análisis del inventario de estudio de accidentabilidad de la Dirección General de Tránsito Nacional en el tramo Empalme las Marías - Mina El limón NIC-68 municipio de Larreynaga departamento de León, proporciono como resultado los datos de la tabla 9, en donde se observan la cantidad de accidentes, lesiones y muertes desde el año 2018 al 2022.

Tabla 9. Accidentes por severidad

Año	Muertos	Lesionados	Totales de accidentes
2018	1	0	2
2019	2	1	6
2020	1	2	5
2021	0	0	5
2022	0	1	5
Totales	4	4	23

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Ilustración 46. Accidentes por severidad 2018 - 2022



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Al analizar los datos muestran las cantidades de accidentes de tránsito, con muertos y lesionados por año del tramo Empalme las Marías - Mina El Limón NIC-68 municipio de Larreynaga departamento de León, durante esos años ocurrieron

23 accidentes, 4 muertos y 4 lesionados, siendo el año con mayores pérdidas humanas el 2019 según lo mostrado en la ilustración 46.

Se observa el siguiente comportamiento con respecto a los años: el segundo año más crítico en accidentabilidad es el año 2020 con 5 accidentes, sin embargo, es el primero en tener el índice más alto de lesiones con 2 (siendo el año 2019 el segundo más alto con 1 lesión) e incidencia de 1 en mortalidad. En tercer lugar, de pico más alto de accidentabilidad es el año 2021 con 5 accidentes.

3.4. Accidentes por tipo

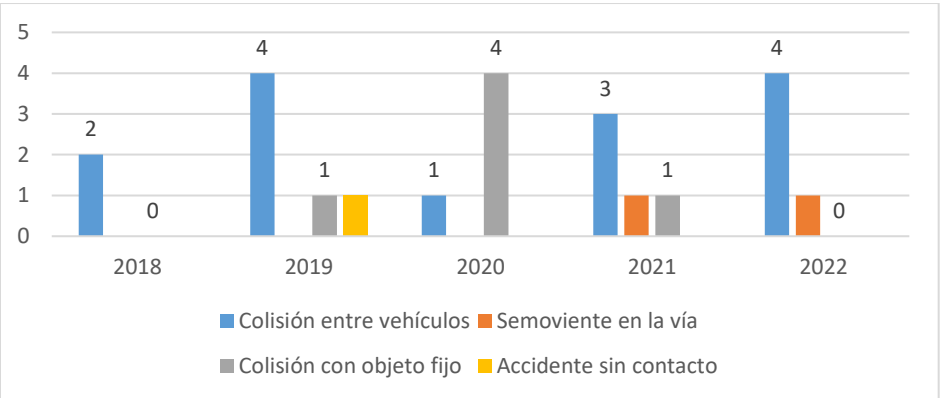
Los tipos de accidentes más frecuentes que se presentaron en el tramo en estudio para el año 2018 al año 2022 fueron: colisión entre vehículos, colisión con objeto fijo, semoviente en la vía, que se representan en la tabla 10 e ilustración 47.

Tabla 10. Tipos de accidentes en el tramo en estudio

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Colisión entre vehículos	2	4	1	3	4
Semoviente en la vía	0	0	0	1	1
Colisión con objeto fijo	0	1	4	1	0
Accidente sin contacto	0	1	0	0	0

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Ilustración 47. Tipos de accidentes



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

La ilustración 47 muestra que los accidentes por colisión entre vehículos predominan en el tramo, el año 2018 se presenta con incidencia de 2 colisiones, con un aumento a 4 colisiones en el año 2019 siendo este el pico más alto, para el año 2020 disminuye a 1 colisión, que es probable que sucedió por la confinación a causa de la pandemia de COVID-19 a nivel mundial, asimismo en el año 2021 aumenta a 3 colisiones entre vehículos, y para el año 2022 presenta aumento a 4 colisiones, (igualando el índice de colisiones del año 2019).

En segundo lugar, como causa por tipo de accidente se muestra colisión con objeto fijo, siendo más alto en el año 2020 con 4 colisiones, como tercer lugar está el tipo de causa semoviente en la vía, que predomina con la incidencia de 1, del año 2021 al año 2022, continuando así, como causa por tipo de accidente los accidentes sin contacto.

3.5. Causas y accidentabilidad en el tramo en estudio

Del estudio de los informes de estadísticas de accidentabilidad de los inventarios de tránsito del 2018 al 2022 facilitados por Tránsito Nacional, se precisaron los actos del conductor que atribuyen al hecho de los accidentes, identificación de factores dominantes y determinación de la naturaleza que ocasionó el accidente. Según los datos del estudio, la causa principal se da mayormente por giros indebidos, (ver tabla 11), no guardar distancia, y la invasión de carril e interceptar el paso vehicular. Existen otros tipos de accidentes, pero en menor grado, entre ellas: atropellados, colisión por objetos fijos, caídas de pasajeros, caídas de objetos y casos fortuitos.

En la tabla 11 se observan las causas de accidentabilidad en los años del 2018 al 2022.

Tabla 11. Causas y accidentabilidad en el tramo en estudio

FACTORES	CAUSAS
Factor humano	Giros indebidos
	No guardar distancia
	Invadir carril
	Interceptar el paso
	Salido de la vía
	Falta de precaución al retroceder
	Violación del derecho de vía peatonal
	Semoviente en la vía
Factor mecánico	Mal estado mecánico

Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el análisis de un accidente vial se consideran los tres factores que intervienen en la accidentabilidad, usuario, vehículo y vía durante las tres fases del accidente. Según el Manual de Reconstrucción de Hechos de Tránsito Instituto Iberoamericano Vial (página 14,15), en los accidentes de tránsito se presentan tres fases: la de percepción, la de decisión y la de conflicto.

Fase de percepción: es la fase donde cualquiera de los participantes o usuarios de la vía, percibe un riesgo (punto de percepción posible) sucede en una zona más o menos amplia y asimismo el riesgo es comprendido como un peligro (punto de percepción real).

Fase de decisión: es el sitio donde una persona responde al estímulo generado por la percepción del peligro e inicia una valoración rápida de la maniobra a ejecutar para evitar o minimizar el accidente.

Fase de conflicto: fase en la cual se produce físicamente el accidente, a pesar de realizar alguna maniobra evasiva (frenar o girar), las que si bien pueden reducir la gravedad del accidente no fueron suficientes, adecuadas u oportunas para lograr evitarlo.

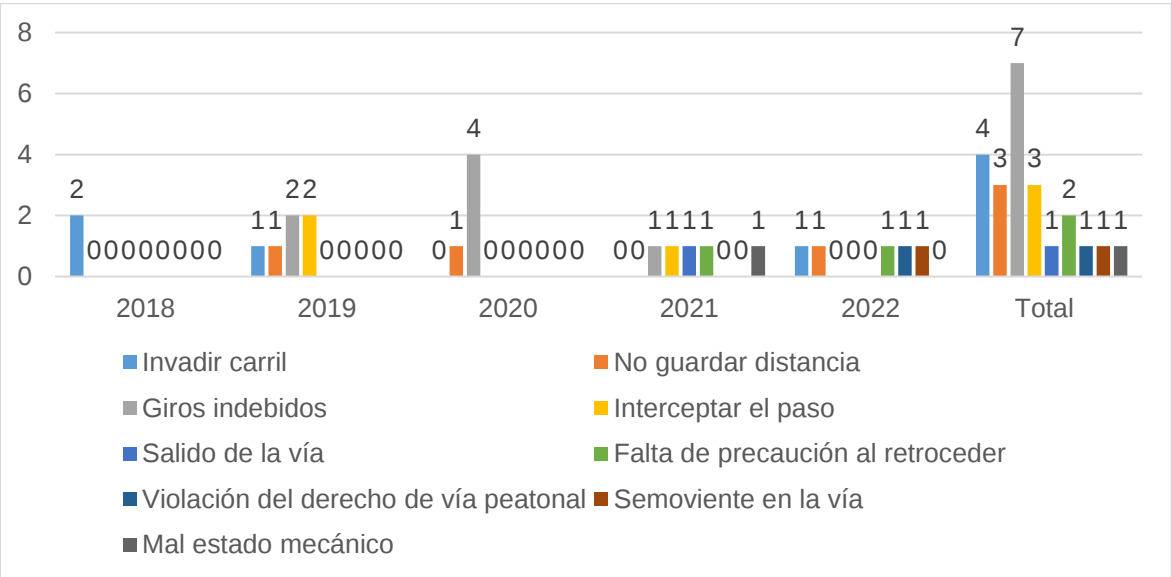
En la tabla 12 se obtiene las causas inmediatas de accidentes en los años del 2018 al 2022.

Tabla 12. Causas de accidentes

Año	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Invadir carril	2	1	0	0	1	4
No guardar distancia	0	1	1	0	1	3
Giros indebidos	0	2	4	1	0	7
Interceptar el paso	0	2	0	1	0	3
Salido de la vía	0	0	0	1	0	1
Falta de precaución al retroceder	0	0	0	1	1	2
Violación del derecho de vía peatonal	0	0	0	0	1	1
Semoviente en la vía	0	0	0	0	1	1
Mal estado mecánico	0	0	0	1	0	1

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Ilustración 48. Causas de accidentes



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

3.6. Análisis en las causas de los accidentes

Según los datos reflejados en el estudio de accidentabilidad, los accidentes de tránsito se deben mayormente a factores humanos y muy poco a factores mecánicos a como se muestra en la tabla 11, de los cuales se hará una definición por cada causa que más ocurren en este tramo.

3.6.1. No guardar distancia

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito esta maniobra está dentro de las infracciones peligrosas. No mantener las distancias de seguridad supone un peligro para la circulación y se comete con mucha frecuencia en los accidentes de tráfico hoy en día.

Esta causa se genera al no considerar el espacio suficiente con el vehículo que circula adelante, se requiere de un tiempo de reacción para aplicar los frenos, este tiempo está relacionado con la distancia y velocidad de los vehículos.

3.6.2. Invadir carril

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, esta infracción se clasifica como de mayor peligrosidad ya que los conductores toman la decisión de realizar giros donde no se debe hacer o giran de forma imprevista cuando se van desplazando en la vía y sin poner sus señales adecuadas de giro para el conductor que lo sigue.

En el tramo en estudio, esta mala maniobra se torna más peligrosa cuando se le suma el no guardar la distancia de seguridad. En el tramo de estudio se da mucho este tipo de causas de accidentes porque los conductores buscan la manera de que su recorrido sea más corto y de esta manera minimizar el tiempo de traslación.

3.6.3. Desatender señales de tránsito

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, se encuentra dentro de las infracciones de mayor peligrosidad. Las señales de tráfico tienen la finalidad de ordenar el tránsito vehicular, la circulación de peatones, de motociclistas y de ciclistas, entre otros.

De forma general, las pocas señales verticales encontradas en la vía están en buen estado esto muestra que la mayoría de accidentes por desatender señales de tránsito se debe a la imprudencia del conductor, salvo en aquellos pequeños casos donde se encontró sobre la vía rótulos que no están visibles.

3.6.4. Falta de pericia

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, es la falta de habilidad y experiencia en la vía, el conductor está expuesto a distintas situaciones de riesgo ante una emergencia.

Según los datos estadísticos de la Policía Nacional del distrito 9 la falta de pericia es una de la causa que menos accidentes de tránsito ha provocado durante los dos últimos años en el tramo que se está analizando.

3.6.5. Conducir contra la vía

Se define como conducir contra el sentido del tránsito en la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito.

3.6.6. Giros indebidos

En el tramo de estudio se da mucho este tipo de causas de accidentes porque los conductores buscan la manera de que su recorrido sea más corto y de esta manera minimizar el tiempo de traslación.

Los giros indebidos son la principal causa que provocó accidentes en este tramo, invadir carril, semoviente en la vía, interceptar el paso, no guardar distancia tienen los demás puestos.

Se observa que las principales causas son atribuidas al factor humano, ya que el tramo no presenta la adecuada señalización vertical y horizontal, además de presentar un diseño geométrico deficiente, por otra parte, se encuentran las imprudencias y falta de precaución de parte de conductores y peatones, éste involucra la predisposición del conductor antes o durante la marcha en el vehículo; aquí afectan variables tales como los largos períodos de conducción, los malos

hábitos de postura, conducir con hambre, ingerir bebidas alcohólicas, enfrentar algún problema grave, etc.

3.7. Frecuencia de accidentes en el tramo en estudio

Para obtener información más detallada de los accidentes se realizó un enfoque en los datos numéricos, por lo que se elaboró estadísticas en la que se analiza la frecuencia de accidentes con los siguientes detalles, como los meses, días y horas en las que ocurrieron los accidentes de tráfico y sus consecuencias.

En la tabla 13 e ilustración 49 se muestran los accidentes y lesionados por mes por año, se observa que el mes de octubre del año 2019 fue el más elevado, con un total de 2 lesionados y 4 accidentes, seguidos de los meses de marzo del 2020 con 2 lesionados y 1 accidente, y noviembre del 2022 con 1 lesionado y 2 accidentes.

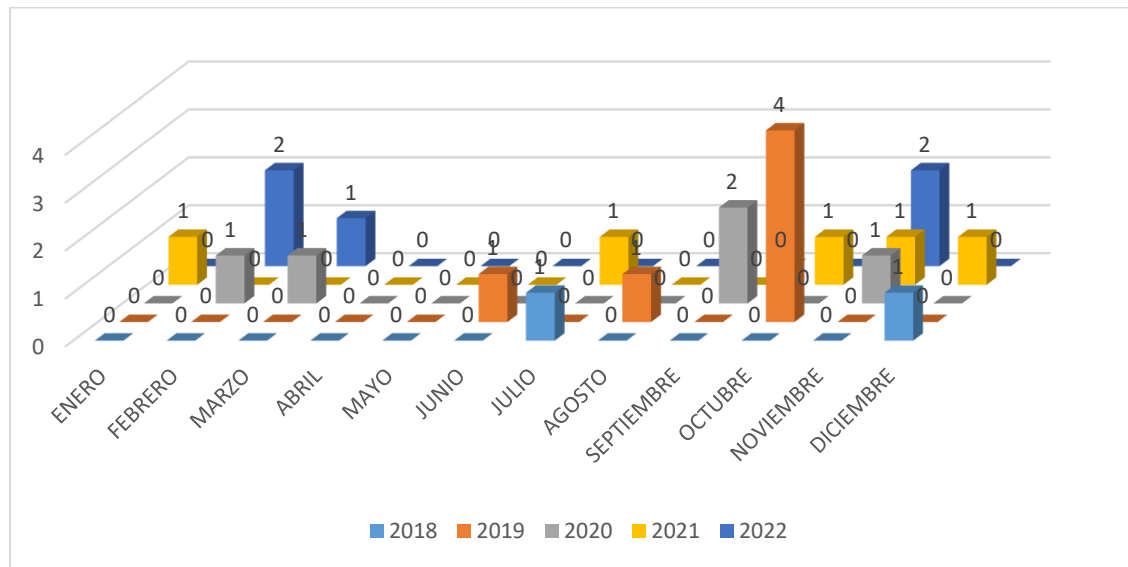
Tabla 13. Accidentes y lesiones por mes por año

Lesionados y accidentes	2018		2019		2020		2021		2022	
	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc
Enero	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Febrero	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2
Marzo	-	-	-	-	2	1	-	-	-	1
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Julio	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Agosto	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Septiembre	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Octubre	-	-	2	4	-	-	-	1	-	-
Noviembre	-	-	-	-	-	1	-	1	1	2
Diciembre	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Nota: (Les) se refiere a lesiones y (Acc) accidentes.

Ilustración 49. Accidentes por mes



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

En la ilustración 49 se observa claramente que los accidentes por periodicidad, ocurren así: mes de octubre es el más crítico durante los cinco años de estudio, presenta el índice más alto en el año 2019 con 4 accidentes; asimismo, el mes de febrero, septiembre y noviembre presentan el segundo índice más alto con 2 accidentes para el año 2022, 2020 y 2022 respectivamente, luego gran parte de los meses se mantiene con un índice de 1 accidente más notablemente en los años 2020 y 2021.

3.8. Análisis de accidentabilidad por día por año

Para obtener un eficiente análisis de los días más críticos o de mayor incidencia en los accidentes, se estudiarán las estadísticas y su comportamiento, se hará comparación de la distribución de días por año, distribución de lesionados por días, y el comparativo de accidentabilidad y lesiones, durante el periodo de cinco años en el tramo en estudio. En la tabla 14 se observa el comportamiento de las lesiones por días, siendo el más crítico en el año 2019 y 2020 que presentan 2 lesiones y 2 accidentes para el día domingo; seguido del día lunes con su índice más alto de 4 accidentes y 1 lesión para el año 2019; martes con 1 lesión y 2 accidentes para el año 2022; sábado con 1 lesión para el año 2020.

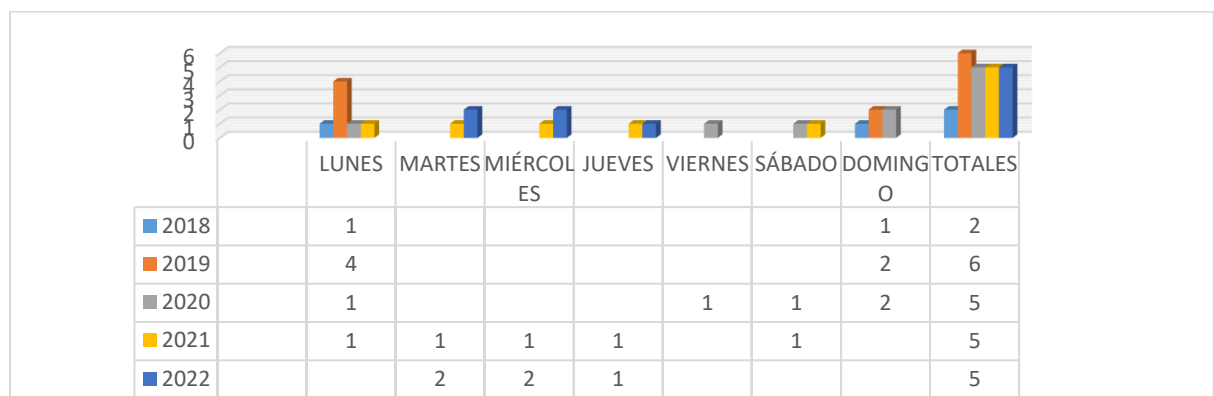
Tabla 14. Accidentes y lesiones por día por año

Lesionados y accidentes	2018		2019		2020		2021		2022	
	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc
Lunes	-	1	1	4	-	1	-	1	-	-
Martes	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Miércoles	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Jueves	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Viernes	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Sábado	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-
Domingo	1	1	2	2	2	2	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Nota: (Les) se refiere a lesiones y (Acc) accidentes.

Ilustración 50. Accidentes por día



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

En la ilustración 50 se observa que los días que presentan más accidentabilidad son lunes y domingo, para cada año, al analizar el día lunes, éste tiene la incidencia más alta en el año 2019 con 4 accidentes, el día domingo presenta accidentabilidad más alta en el año 2020 con 2 accidentes, asimismo valor para los días martes y miércoles en el año 2022; el comportamiento de los días más críticos.

3.9. Análisis de accidentes por hora

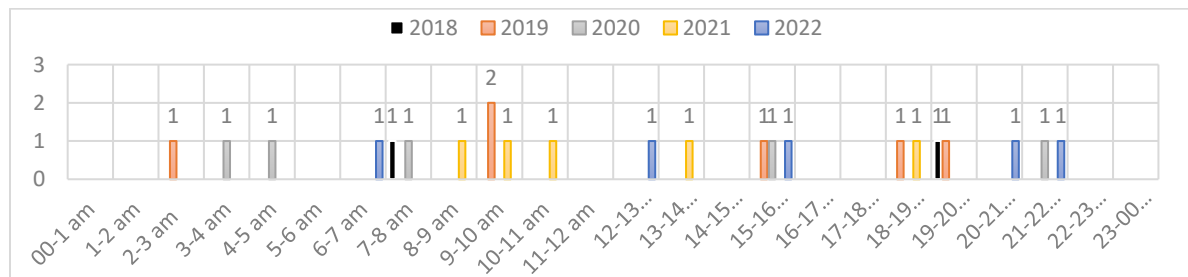
De la misma manera que se realizó el análisis para los días, se estudiará el comportamiento de los accidentes por hora por cada año en estudio, se hará comparación de la distribución de accidentes por hora y lesionados por hora, en el periodo de cinco años en el tramo en estudio, así se obtendrá la hora más crítica en que están ocurriendo los accidentes.

En la tabla 15 se muestra el análisis de accidentes por hora por año, se observa un patrón para las horas críticas, siendo la más crítica de 9 -10 para el año 2019 con 2 accidentes, la segunda hora más crítica es de 15 - 16 presentando 1 accidente y 2 lesionados para el año 2019; la hora 3 - 4, siendo su pico más alto en el 2020 con 1 accidente y 2 lesionados.

Las siguientes horas presentan accidentabilidad considerablemente crítica, siendo las terceras horas más críticas en el periodo de 2018 - 2022, se observa que de 19 - 20 presentan 1 accidente 1 lesionado para el año 2018, de 2 - 3 obtuvo en el año 2019 con 1 accidentes 1 lesionado, hora de 21 - 22 se observó ser crítico en el año 2020 con 1 accidente 1 lesionado y la hora 6 – 7 presentan su valor más crítico en el año 2022 con 1 accidente 1 lesionado.

Los datos antes mencionados se reflejan en la ilustración 51, que muestra el comportamiento de los accidentes de tránsito en las 24 horas del día, desde el año 2018 hasta el año 2022.

Ilustración 51. Accidentes por hora



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Tabla 15. Análisis de accidentes por hora y lesionados por año

Lesionados y accidentes	2018		2019		2020		2021		2022	
	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc
00-1 am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2 am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3 am	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
3-4 am	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-
4-5 am	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
5-6 am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-7 am	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
7-8 am	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
8-9 am	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
9-10 am	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-
10-11 am	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
11-12 am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-13 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13-14 pm	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
14-15 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-16 pm	-	-	2	1	-	1	-	-	-	1
16-17 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-18 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-19 pm	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
19-20 pm	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
20-21 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
21-22 pm	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1
22-23 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00 pm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

Nota: (Les) se refiere a lesiones y (Acc) accidentes.

3.10. Accidentes por puntos críticos

Los tramos con mayor concentración de accidentes serán uno de los ámbitos de actuación dentro del plan de medidas urgentes por las autoridades viales, asimismo, las frecuencias de mortalidad y morbilidad presentan valores elevados.

La Dirección General de Tránsito Nacional ha utilizado para el análisis viario de la accidentabilidad el termino de tramos de concentración de accidentes, que durante un año natural se hayan producido 3 o más accidentes con víctimas, con una separación máxima entre uno y otro de 100 metros hasta 1 Km, durante un periodo mínimo de tres años.

En las zonas urbanas son puntos críticos desde el punto de vista de capacidad, además producen una disminución sensible del nivel de servicio, porque es necesario reducir la velocidad, y si la intensidad de tráfico es elevada, puede ser preciso esperar durante cierto tiempo antes de poder atravesar una intersección.

En el tramo de estudio Empalme las Marías - Mina El Limón NIC-68 municipio de Larreynaga departamento de León, se identificaron 2 puntos críticos de enero de 2018 a diciembre del año 2022, correspondientes al kilómetro 130 y kilómetro 139, en estos tramos ocurrieron gran parte de los accidentes registrados en dicho periodo, lo cual se refleja en la tabla 16.

Tabla 16. Puntos críticos en el tramo Empalme las Marías - Mina El Limón

Puntos críticos	2018	2019	2020	2021	2022
Km 130	-	3	-	-	1
Km 139	2	2	3	1	2
Total	2	5	3	1	3

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos de Tránsito Nacional.

De acuerdo con los datos mostrados para el punto crítico del kilómetro 130 se aprecia el pico de accidentes en el año 2019 con una incidencia de 3, mostrando una reducción para el año 2020 por el contexto económico y de movilidad provocado por la pandemia COVID 2019. Para poder erradicar la incidencia de

accidentes en ese tramo se deberá prestar atención a la señalización existente y analizar la instalación de nuevas señales que ayuden a prevenir a los conductores de los peligros del tramo.

El punto crítico del kilómetro 139 muestra una mayor incidencia de accidentes a lo largo de los 5 años de análisis, teniendo este como su punto máximo el año 2020 con un total de 3 accidentes, lo cual refleja un aumento respecto al otro punto crítico, significando que es una zona de alta peligrosidad y que deberá analizarse tomar medidas que mejoren la seguridad de los usuarios, ya sea instalando dispositivos de control de tránsito como reductores de velocidad o bandas alertadoras.

También se logró determinar que la principal causa en los accidentes de tránsito es el factor humano por lo que la solución sería realizar campañas de concientización de respeto a las señales de tránsito en conjunto de la Policía Nacional y autoridades municipales.



CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO-RUTINARIO

4.1. Introducción

En Nicaragua, el mantenimiento de las carreteras se ha realizado mediante contratos por conceptos de obra y costos unitarios, a estos contratos se les asigna un plazo de ejecución en el que el contratista lleva a cabo todos los alcances contractualmente establecidos, se realizan las mediciones de cada concepto de obra ejecutado y se elabora el avalúo de pagos de los trabajos realizados a partir de los costos unitarios negociados previamente.

El propósito de proveer conservación a la superficie de un pavimento, es el de incrementar su servicio y/o conservarla muy semejante a la que esta vía tenía cuando se terminó su construcción. El índice de servicio es función de la edad de un pavimento, al iniciar su operación es muy alto y conforme se sujeta a la acción del tránsito y clima, se va deteriorando la superficie de rodamiento debido a la operación de deterioros y fallas, disminuyendo así su servicio y aumentando los costos de operación de los usuarios.

A continuación, se detalla los tipos de mantenimiento que pueden darse en obras viales según el Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras:

4.1.1. Mantenimiento por concesiones

En el mantenimiento por concesiones, se ejecutan los mantenimientos mayores, correspondientes a las intervenciones de las capas asfálticas, capas granulares y / o paneles y concreto hidráulico. Se suelen realizar colocación de capas de refuerzos sobre las existentes o la reposición de éstas por patologías causadas debido a la fatiga de los materiales que las componen.

4.1.2. Mantenimiento vial

Es el conjunto de actividades encaminadas a mantener de forma adecuada, desde el punto de vista técnico y estético todas las señales verticales instaladas sobre y al borde de la calzada, con el fin de brindar a los usuarios de la carretera información clara y completa sobre normas de tránsito.

4.1.3. Mantenimiento rutinario

El mantenimiento rutinario de la carretera, se centra en las actividades que se ejecutan constantemente sobre la misma y abarca:

Señalización horizontal y vertical, mantenimiento de drenajes y las zonas verdes, sello de fisuras, aseo vial, entre otros. Bajo este concepto, las actividades de este tipo de mantenimiento, se programan a lo largo de todo el año y sobre todo el corredor vial.

4.1.4. Mantenimiento periódico

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en periodos o lapsos de tiempo, en general de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, así como preservar las características superficiales, conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos daños sobre esta.

4.2. Modalidades de contratación de mantenimiento vial utilizadas en el país

4.2.1. Contrato de mantenimiento vial por costos unitarios (C.U)

Es el sistema en el que el oferente formula su oferta proponiendo precios unitarios, partiendo de una “lista de cantidades estimadas” preestablecidas por la entidad licitante (FOMAV), las que se valorizan de acuerdo a los métodos realmente ejecutados.

Se desglosan todos los conceptos de obras a evaluar con las respectivas cantidades de obra; el oferente debe verificar dichas cantidades de obra y visitar el lugar a fin de presentar una oferta objetiva, situación que debe quedar plasmada en las bases de licitación. Así mismo, en los contratos a precios unitarios, la forma de pago es por unidades o cantidades de obra y el valor total corresponde al que resulta de multiplicar las cantidades de obras ejecutadas por el precio unitario de cada una de ellas.

4.3. Materiales y fabricación de las señales verticales

Una señal vertical consiste de dos componentes básicos: la superficie o cara de la señal y la superficie de fondo. Una gran variedad de materiales existentes puede ser utilizados en la fabricación de placas para las señales verticales; sin embargo, el material más utilizado en la fabricación de placas y parales para señales verticales, es el aluminio; siendo este, de larga duración.

La más reciente clasificación de este tipo de materiales está definida por la especificación ASTM D-4956-95. De las seis categorías identificadas en esa especificación, las siguientes cuatro se usan en el señalamiento vial:

- **Tipo I:** Una capa o lámina de material reflectivo de medio intensidad conocido como “grado ingeniería”, que usualmente utiliza una cama de micro esferas de vidrio que actúan como lentes.
- **Tipo II:** Una capa o lámina de material reflectivo de medio intensidad conocido como “grado súper-ingeniería”, que usualmente utiliza una cama de micro esferas de vidrio que actúan como lentes.
- **Tipo III:** Una capa o lámina de material reflectivo de alta intensidad, que usualmente encierra una cama de micro esferas de vidrio que actúan como lentes.
- **Tipo IV:** Una capa o lámina de material reflectivo de alta intensidad, que utiliza un elemento reflectivo compuesto de micro prismas no metálicos.

4.4. Inspección y mantenimiento de señales

El mantenimiento de las señales se divide en tres categorías: preventivo, rutinario y de emergencia. El mantenimiento preventivo implica la sustitución sistemática de las señales viejas. En esta categoría merece especial atención el desgaste prematuro de las leyendas y símbolos de las señales en las zonas costeras y las llanuras, ya que la radiación ultravioleta del sol típico del clima tropical de nuestro país, acelera la decoloración de la cara de las señales.

Para poder realizar la propuesta de mantenimiento de señales mostrada en la tabla 17, se realizó lo siguiente:

- Se identificaron las señales que requieren sustitución.
- Minimizar las responsabilidades por demandas legales.
- Planificación y presupuesto de los programas de señalamiento.

4.5. Propuesta de señalización vial

Para la propuesta de señalización vial se consideró lo abordado en el inventario vial, donde se detectaron señales en mal estado, por lo cual se realizará reemplazo total de las señales encontradas. Además, del análisis de accidentalidad se detectó que hubo accidentes con semovientes en la vía, por lo cual resulta necesaria la instalación de señales que adviertan a los conductores de la presencia de los mismos en la vía, resultando en lo plasmado en la tabla 17.

Tabla 17. Propuesta de señalización vertical

Estación	Tipo de señal	Cod. señal	Descripción de señal	Banda
127+300	Preventiva 	P-1-5	Precaución camino sinuoso	D
127+300		P-1-5	Precaución camino sinuoso	I
130+800	Preventiva 	E-1-3	Zona escolar	D
130+800		E-1-3	Zona escolar	I

130+850	Restictiva 	R-2-1	Velocidad máxima 25 kph	I
130+900		R-2-1	Velocidad máxima 25 kph	D
131+800	Preventiva 	P-1-5	Precaución camino sinuoso	I
134+500	Preventiva 	P-10-1	Semoviente en la vía	D
134+500		P-10-1	Semoviente en la vía	I
139+000	Restictiva 	R-2-3	Velocidad máxima 40Kph	D
139+000		R-2-3	Velocidad máxima 40Kph	I

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Actividades propuestas para el mantenimiento periódico – rutinario

Las actividades que se describirán a continuación fueron definidas según el manual de seguridad vial del FOMAV

4.6.1. Remoción y conformación de adoquín

Esta actividad consiste en la remoción del Adoquinado existente, realizando posteriormente la estabilización de base con cemento, limpieza y colocación del adoquín removido previamente y finalmente la colocación de sello de arena, esto, para asegurar que el espaciamiento entre juntas de adoquines, sea el adecuado.

Procedimiento de ejecución:

1. Identificación y demarcación de la zona a intervenir, por parte del ingeniero supervisor. Una vez localizada el área a intervenir, el contratista (Cuadrilla de obreros), removerá a la remoción de adoquines.

Ilustración 52. Remoción de adoquines en el área delimitada



Fuente: Elaboración propia

2. Se procede a retirar el material dañado, proveniente de la base, para lo cual, se escarificará el terreno con el cucharón de una retroexcavadora de llantas neumáticas (20 centímetros de profundidad).
3. Una vez retirada la base “dañada” del área de trabajo, se utilizará material selecto, proveniente de un banco de materiales certificado, para realizar el cambio de base y posterior compactación del mismo, mediante uso de compactadores manuales.

4. Estabilización de la base: Para este proceso, se deberá mezclar la base de material selecto con cemento, a una razón de 2.5 Bolsas / m³. Una vez incorporado el cemento a la base, se procede a humectar y revolver.

Ilustración 53. Proceso de estabilización



Fuente: Elaboración propia

5. Colocación de cama de arena (cama de adoquines) y sello de arena, para sellar las juntas entre los adoquines a colocarse.

Para la realización de esta actividad, se afectará un carril, en tramos de 50 a 100 Metros, dependiendo de las dimensiones del bache a trabajar. La señalización vial, siempre deberá asegurarse en la zona de trabajo de doble sentido con ocupación de un carril.

4.6.2. Reposición de adoquines

De acuerdo al manual centroamericano de carreteras, esta actividad consiste en la remoción del adoquinado existente, posteriormente se realizará el proceso de estabilización de base, limpieza y colocación de adoquín nuevo (de reposición) y finalmente la aplicación de sello de arena. Para esta actividad, se afectará un carril, en tramos de 50 a 100 Metros, de acuerdo al tamaño del bache a trabajar.

Procedimiento de ejecución:

1. Se identifican y demarcan las zonas a intervenir, por parte del ingeniero supervisor.

2. Una vez localizada el área a intervenir, el contratista (Cuadrilla de obreros), removerá a la remoción de adoquines.
3. Se procede a retirar el material dañado, proveniente de la base, para lo cual, se escarificará el terreno con el cucharón de una retroexcavadora de llantas neumáticas (20 centímetros de profundidad).

Ilustración 54. Proceso de reposición de adoquines



Fuente: Elaboración propia

1. Una vez retirada la base “dañada” del área de trabajo, se utilizará material selecto, proveniente de un banco de materiales certificado, para realizar el cambio de base y posterior compactación del mismo.
2. Estabilización de la base: Para este proceso, se deberá mezclar la base de material selecto con cemento, a una razón de 2.5 Bolsas / m³. Una vez incorporado el cemento a la base, se procede a humectar y revolver.
3. Colocación de cama de arena.

Ilustración 55. colocación de cama de arena



Fuente: Elaboración propia

4. Colocación de adoquines

Ilustración 56. colocación de adoquines



Fuente: Elaboración propia

5. Sellado de juntas entre adoquines con arena.

Ilustración 57. Sellado de juntas



Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Sello de adoquín con arena

Esta actividad consiste en el tendido de arena con escobillones y posteriormente vibrado, mediante plato vibratorio, esto garantizara una distribución uniforme del mismo entre las juntas de los Adoquines. Para llevar a cabo esta actividad, se deberá realizar el cierre de uno de los carriles en tramos de 200 a 400 Metros, esto, según lo permitan las condiciones del tramo.

Procedimiento de ejecución:

1. Identificación y demarcación de la zona a intervenir, por parte del ingeniero supervisor.

2. Limpieza y deshierbe del área a aplicar sello de arena, esto se puede realizar utilizando un soplete o de manera manual.
3. Riego del sello en el tramo delimitado.
4. Usando escobillones, se debe distribuir el sello en el tramo marcado.

Ilustración 58. Sellado de juntas de adoquines



Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Concreto para bordillos de 3,000 PSI (Incluir demolición del existente).

Esta actividad consiste en la excavación y conformación del terreno, colocación de formaleta y colado de concreto. Para esta actividad se afectará un carril en tramos de 50 a 100 metros.

Procedimiento de ejecución:

1. Identificación y demarcación de la zona a intervenir, por parte del ingeniero supervisor.
2. Demolición y desalojo del bordillo existente.

Ilustración 59. Demolición de bordillo existente



Fuente: Elaboración propia

3. Colocación de formaletas para el confinamiento del bordillo a realizar.
4. Realización de la mezcla (colada) de concreto, con relación 4:3:1.
5. Vertido de la mezcla en el bordillo previamente formaleteado.
6. Vibrado del concreto, para eliminar vacíos en la mezcla.

Ilustración 60. Colado de bordillo



Fuente: Elaboración propia

4.6.5. Concreto para vigas de 3,000 PSI (Incluir demolición del existente)

De acuerdo con el manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, consiste en la demolición de la viga existente, conformación del terreno, corte de adoquines para definir la sección y colado del concreto.

La viga deberá trabajarse en secciones; primero se afectara una banda, una vez obtenida la resistencia deseada, se procederá a trabajar la banda contraria; para cada caso(banda), la viga deberá permanecer protegida del tráfico durante 3 días, posteriores al colado, lo cual, significara una afectación permanente durante ese lapso de tiempo; por lo cual, se implementaran dispositivos verticales de forma fija, durante el tiempo que tarde la obra, dispositivos de regulación nocturna: bastones lumínicos y luces intermitentes. Se deberá disponer de una regulación permanente del tráfico, durante el tiempo que duren las obras.

Procedimiento de ejecución:

1. Identificación y demarcación de la zona a intervenir, por parte del ingeniero supervisor.
2. Demolición y desalojo de la viga existente.
3. Colocación de formaletas para el confinamiento del bordillo a realizar.
4. Realización de la mezcla (colada) de concreto en sitio.
5. Vibrado del concreto.

Ilustración 61. Construcción de vigas



Fuente: Elaboración propia

4.6.6. SIECA 901 Pintura de línea continua

Esta actividad, consiste en repintar o restituir la demarcación horizontal en el pavimento, en este caso, la línea continua específicamente; para esta actividad se realizará el cierre de uno de los dos carriles, en tramos entre 200 y 400 metros.

Procedimiento de ejecución:

1. Limpieza y deshierbe del área a trabajar.
2. Aplicación de la pintura amarilla de línea continua, mediante toberas.
3. Aplicación mecánica de micro esferas, que aseguran la reflectividad de la pintura.

4.6.7. SIECA 901 Pintura de línea discontinua.

Esta actividad consiste en repintar o restituir la demarcación horizontal en el pavimento, en este caso, la línea discontinua; para esta actividad se realizará el cierre de uno de los dos carriles, en tramos entre 200 y 400 metros.

Procedimiento de ejecución:

1. Limpieza y deshierbe del área a trabajar.
2. Aplicación de la pintura amarilla de línea continua, mediante toberas
3. Aplicación mecánica de micro esferas, que aseguran la reflectividad de la pintura.

4.6.8. SIECA 901 Simbología de pavimentos

Esta actividad consiste en repintar o restituir la demarcación horizontal en el pavimento, en este caso, la simbología informativa, restrictiva y preventiva para esta actividad se realizará el cierre de uno de los dos carriles, en tramos entre 200 y 400 Metros, según el área de trabajo.

4.6.9. P-12-4a. Suministro e instalación de delineadores

Esta Actividad, Consiste en el Suministro, Almacenamiento, Transporte e Instalación de Señales Verticales, específicamente Delineadores las cuales serán posteriormente colocadas en lugares específicos, que carezcan del señalamiento Vertical correspondiente.

4.6.10. Pintura de postes de kilómetro.

Se utilizan para indicar la distancia al punto de origen de la vía.

- En nuestro país se usan en un sentido de la vía, y cada poste tiene impreso el número de kilómetro en tres de las caras.

4.7. Propuesta de mantenimiento rutinario

En base a lo descrito anteriormente y a lo abordado en el capítulo de inventario vial y accidentalidad, se definieron las siguientes actividades a desarrollar en la propuesta de mantenimiento rutinario descritas en la siguiente tabla:

Tabla 18. Propuesta de mantenimiento

CODIGO	ACTIVIDAD	U.M.
	Remoción y conformación de adoquines	m2
	Reposición de adoquines	m2
	Sello de adoquín con arena	m2
NIC-913-04	construcción de cunetas de mampostería (incluir demolición)	m3
NIC 901	Concreto para viga 3500 psi (incluye demolición del existente)	m3
NIC 901	Concreto para bordillo 3500 psi (incluye demolición del existente)	m3
	Suministro y colocación de losetas prefabricadas de concreto reforzadas (3.95mx1mx0.15m, para puente, incluyendo la fijación de losetas nuevas y desinstalación) 126+790 Puente de oro	c/u
	limpieza y aplicación de pintura anticorrosiva en estructura de puente en estación 126+790	m2
	Suministro y colocación de losetas prefabricadas de concreto reforzadas (3.95mx1mx0.15m, para puente, incluyendo la fijación de losetas nuevas y desinstalación) 130+100 Puente de Galilao	c/u
	limpieza y aplicación de pintura anticorrosiva en estructura de puente en estación 130+100	m2
SIECA 902	Suministro e instalación de señales verticales sencillas	c/u
	Limpieza y retoque de señales verticales	c/u
P-12-4a	Suministro e instalación de delineadores	c/u
E-1-1	Suministro e instalación de señal de zona escolar	c/u
E-1-1, E-1-2	Suministro e instalación de señal zona escolar a 100 m	c/u
E-3-1	Suministro e instalación de señal escuela 25kph velocidad máxima	c/u
	Suministro e instalación de postes kilométricos	c/u
	Pintura de postes kilométricos	c/u
	Pintura de postes guías	c/u
	Pintura de bordillos	km

Fuente: Elaborado por sustentantes

La tabla anterior describe todas las actividades, las cuales fueron propuestas en base a los resultados del inventario vial.



CAPÍTULO V: TAKE OFF

5.1. Cálculo de cantidades de obras (Take off)

Se le denomina take off a todas aquellas cantidades de materiales que involucran los costos de una determinada obra, dichas cantidades están medidas en unidades como metros lineales, metros cuadrados, metros cúbicos, quintales, libras, kilogramos y otras unidades de las cuales dependen en gran parte el presupuesto. Por lo general los take off se realizan con la ayuda de planos o bien de estudios previos del proyecto a realizarse.

Este objetivo se logrará con la ayuda de los resultados anteriores ya que estos arrojarán los datos de cuál es la magnitud del deterioro y mejora del tramo. Para la determinación del take-Off del mantenimiento periódico – rutinario del tramo en estudio, se revisarán las normativas “Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras SIECA-2010” y “Manual Centroamericano de Seguridad Vial, SIECA-2009” en cuanto al plan de mantenimiento de una vía y de acuerdo a esto junto con la revisión de los datos arrojados por el inventario vial, análisis de accidentabilidad y propuesta de mantenimiento vial, se efectuará el take off. Este se presentará en el formato estándar utilizado por el FOMAV.

Para el cálculo de las cantidades de obras de las actividades plasmadas en la tabla 18 del capítulo anterior se proponen las dimensiones a intervenir de las zonas afectadas con las diversas fallas encontradas

5.1.1. Remoción y conformación de adoquines

El cálculo de las cantidades de obra se determina según lo plasmado en la tabla 19, la cual muestra un total de 3500 m² a intervenir para dicha actividad

Tabla 19. Remoción y conformación de adoquines

Estación inicio	Estación fin	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)
125+114.00	125+244.00	1.2	130	156
130+494.00	130+544.00	3	50	150
131+689.00	131+749.00	2.5	60	150
131+784.00	131+849.00	1.3	65	84.5
131+804.00	131+834.00	0.5	30	15
131+899.00	131+959.00	1.3	60	78
132+539.00	132+569.00	2.6	30	78
132+584.00	132+664.00	2.75	80	220
132+869.00	132+899.00	1.4	30	42
132+964.00	133+014.00	1.23	50	61.5
133+159.00	133+219.00	1.4	60	84
133+379.00	133+409.00	1.08	30	32.4
134+474.00	134+509.00	1.35	35	47.25
134+549.00	134+579.00	2.2	30	66
134+604.00	134+636.00	1.2	32	38.4
134+879.00	134+910.50	2.5	31.5	78.75
134+909.00	134+934.00	2.1	25	52.5
134+969.00	135+001.00	2.3	32	73.6
134+984.00	135+013.00	1.8	29	52.2
134+999.00	135+017.00	2.9	18	52.2
135+069.00	135+089.00	3	20	60
135+079.00	135+139.00	2.7	60	162
135+759.00	135+804.00	2.9	45	130.5
135+784.00	135+836.00	1.8	52	93.6
135+804.00	135+864.00	1.3	60	78
135+864.00	135+904.00	2.1	40	84
135+919.00	136+004.00	1.5	85	127.5
135+939.00	136+059.00	2.9	120	348
136+484.00	136+544.00	1.7	60	102
136+614.00	136+704.00	1.24	90	111.6
136+649.00	136+709.00	1.6	60	96
136+839.00	136+891.00	3	52	156
136+904.00	137+024.00	2.1	120	252
138+044.00	138+062.00	0.4	18	7.2
138+069.00	138+094.00	0.34	25	8.5
138+099.00	138+114.00	0.31	15	4.65
138+114.00	138+129.00	0.35	15	5.25
138+129.00	138+149.00	0.41	20	8.2
138+159.00	138+279.00	0.13	120	15.6
138+234.00	138+304.00	0.13	70	9.1

138+304.00	138+504.00	0.14	200	28
TOTAL				3500

Fuente: Elaborado por sustentantes

5.1.2. Reposición de adoquines

Para esta actividad se calcularon las áreas afectadas en baches y depostillamiento, en las cuales los adoquines resultan severamente dañados, obteniendo un total de área a intervenir de 250 m2 según la tabla 20.

Tabla 20. Reposición de adoquines

ESTACION INICIO	ESTACION FIN	Ancho	Largo	Área (m2)
131+804.00	131+827.00	0.5	23	11.5
134+549.00	134+579.00	1.5	30	45
134+604.00	134+636.00	1.2	32	38.4
134+909.00	134+934.00	1.8	25	45
136+649.00	136+689.00	1.2	40	48
138+044.00	138+062.00	0.4	18	7.2
138+069.00	138+094.00	0.34	25	8.5
138+099.00	138+114.00	0.31	15	4.65
138+114.00	138+129.00	0.35	15	5.25
138+129.00	138+149.00	0.41	20	8.2
138+159.00	138+219.00	0.13	60	7.8
138+234.00	138+284.00	0.13	50	6.5
138+304.00	138+404.00	0.14	100	14
TOTAL				250

Fuente: Elaborado por sustentantes

5.1.3. Sello de adoquín con arena

Las cantidades de obra para esta actividad se definieron de acuerdo a el daño más frecuente encontrado en el inventario vial, correspondiente a perdida de sello de arena según lo mostrado en la tabla 1, obteniendo las áreas a intervenir de acuerdo a lo plasmado en la tabla 22.

Tabla 21. Sello de adoquín con arena

Estación inicio	Estación fin	Ancho	Largo	Área (m2)
125+114.00	125+244.59	6	130.59	783.54
130+494.00	130+684.00	6	190	1140
131+689.00	131+779.00	6	90	540
131+784.00	131+804.00	3	20	60
131+804.00	131+894.00	3	90	270
131+899.00	132+499.00	6	600	3600
132+539.00	132+569.00	3	30	90
132+584.00	132+784.00	6	200	1200
132+869.00	132+899.00	6	30	180
132+964.00	133+159.00	6	195	1170
133+159.00	133+339.00	6	180	1080
133+379.00	133+439.00	3	60	180
134+474.00	134+544.00	3	70	210
134+549.00	134+579.00	6	30	180
134+604.00	134+854.00	6	250	1500
134+879.00	134+910.50	3	31.5	94.5
134+909.00	134+959.00	6	50	300
134+969.00	134+989.00	6	20	120
134+884.00	134+954.00	6	70	420
134+999.00	135+069.00	6	70	420
135+069.00	135+084.00	6	15	90
135+079.00	135+779.00	6	700	4200
135+784.00	135+804.00	6	20	120
135+804.00	135+864.00	6	60	360
135+864.00	135+904.00	6	40	240
135+919.00	136+004.00	6	85	510
135+939.00	136+059.00	6	120	720
136+484.00	136+544.00	6	60	360
136+614.00	136+794.00	6	180	1080
136+839.00	136+891.00	6	52	312
136+904.00	137+024.00	6	120	720
138+044.00	138+069.00	3	25	75
138+069.00	138+094.00	3	25	75
138+099.00	138+114.00	3	15	45
138+114.00	138+129.00	3	15	45
138+129.00	138+159.00	3	30	90
138+159.00	138+279.00	6	120	720
138+304.00	138+504.00	6	200	1200
Total				25000

Fuente: Elaborado por sustentantes

5.2. Alcances de obra

De acuerdo a los cálculos desarrollados en este capítulo, a las consideraciones hechas en el capítulo de propuesta de mantenimiento, se plasman las siguientes cantidades de obra (Take off) para el tramo Empalme Las Marías – Mina El Limón en la tabla 24.

Tabla 22. Take off del tramo en estudio

Código	Actividad	U.m.	Cantidad
	Remoción y conformación de adoquines	m2	3500
	Reposición de adoquines	m2	250
	Sello de adoquín con arena	m2	25000
NIC-913-04	construcción de cunetas de mampostería (incluir demolición)	m3	120
NIC 901	Concreto para viga 3500 psi (incluye demolición del existente)	m3	8
NIC 901	Concreto para bordillo 3500 psi (incluye demolición del existente)	m3	5
	Suministro y colocación de losetas prefabricadas de concreto reforzadas (3.95mx1mx0.15m, para puente, incluyendo la fijación de losetas nuevas y desinstalación) 126+790 Puente de oro	c/u	4
	limpieza y aplicación de pintura anticorrosiva en estructura de puente en estación 126+790	m2	90
	Suministro y colocación de losetas prefabricadas de concreto reforzadas (3.95mx1mx0.15m, para puente, incluyendo la fijación de losetas nuevas y desinstalación) 130+100 Puente de Galilao	c/u	4
	limpieza y aplicación de pintura anticorrosiva en estructura de puente en estación 130+100	m2	120
Código	Actividad	U.m.	Cantidad
SIECA 902	Suministro e instalación de señales verticales sencillas	c/u	11
	Limpieza y retoque de señales verticales	c/u	5
P-12-4a	Suministro e instalación de delineadores	c/u	12
E-1-1	Suministro e instalación de señal de zona escolar	c/u	2
E-1-1, E-1-2	Suministro e instalación de señal zona escolar a 100 m	c/u	2
E-3-1	Suministro e instalación de señal escuela 25kph velocidad máxima	c/u	2
	Suministro e instalación de postes kilométricos	c/u	6
	Pintura de postes kilométricos	c/u	6
	Pintura de postes guías	c/u	50
	Pintura de bordillos	km	0.2

De acuerdo a la tabla anterior se puede apreciar que la mayor cantidad de obras a ejecutarse corresponden a sellado de juntas, y a remoción y conformación de adoquines, esto debido a la mala calidad en que se encuentra el tramo. De igual manera se aprecia el reemplazo de las 7 señalizaciones encontradas y la adición de cuatro nuevas señales verticales alertando a los conductores de semovientes en la vía y de restricción de la velocidad según lo plasmado en la tabla 16 del capítulo de propuesta de mantenimiento.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En el presente documento monográfico se abordó 4 objetivos específicos de los cuales se concluyó lo siguiente.

- En el inventario vial se obtuvo el diagnóstico de daños presentes en el tramo, como asentamientos, depostillamiento, pérdida de sello de arena y baches, así como el estado de señales verticales, de las cuales se evidenció falta de señales en zona escolar y cruce de semoviente.
- En el estudio de accidentabilidad se logró la identificación de las causas, tipos de accidentes ocurridos los cuales corresponden en su mayoría a colisión entre vehículos y colisión con objetos fijos, además se identificaron 2 puntos críticos del tramo en estudio correspondientes al kilómetro 130 y 139 para los cuales se tomaron medidas como la instalación de nueva señalización que restrinja la velocidad de los conductores en dichos tramos críticos.
- Se propuso un mantenimiento periódico – rutinario que consta de 20 actividades que contiene la remoción y reposición de adoquines con sello de arena, construcción de cunetas de mampostería, suministro y colocación de losetas prefabricadas de concreto reforzadas para puente, y el suministro e instalación de señalización vertical existen y nuevas.
- Se elaboró el cálculo de cantidades de obra de la propuesta de mantenimiento de dicho tramo considerando los elementos de carpeta de rodamiento, sistema de drenaje y señalización vial, obteniendo que las actividades más frecuentes en el mantenimiento será el sellado de juntas con un total de 25,000 m², la remoción y conformación de adoquines con 3500 m² y la reposición de adoquines con 250 m².

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar programas y campañas de educación vial a la alcaldía en conjunto con la Policía Nacional. La educación vial se debe enfocar prioritariamente en los establecimientos educativos para llegar a los sectores más jóvenes de la población. La instrucción a los usuarios sobre las normas de tránsito, los dispositivos y seguridad vial se deben realizar utilizando la prensa y televisión.
- Se recomienda al FOMAV la realización de inventarios viales anuales para evaluar el estado físico y dar el mantenimiento correspondiente de manera periódica.
- Se sugiere que el Ministerio de Transporte e infraestructura realice la valoración de mejoramiento de la carretera a un pavimento rígido, esto debido a que es una carretera que conecta con una zona minera, de alta productividad económica y esto representaría un alto porcentaje de vehículos pesados de carga

BIBLIOGRAFIA.

APA, (2022). Manual de publicaciones.

FOMAV (2014). Manual de seguridad vial para obras de mantenimiento vial.

Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito.
(2000)

Manual de Reconstrucción de Hechos de Tránsito Instituto Iberoamericano Vial.

MTI, (2020). Red Vial de Nicaragua.

MTI (2020). Anuario estadístico de transporte.

MTI (2019). Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos.

Quintero González, J.R. (2011). Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte. Revista Facultad de Ingeniería.

SIECA, (2010) Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras.

SIECA (2009). Manual Centroamericano de Seguridad Vial

Sandoval y Pacheco, (2009). Patología de pavimentos articulados. Revista de Ingenierías Universidad de Colombia.

ANEXOS

ANEXOS

Ilustración 62. Inicio del tramo Est. 124+000



Fuente: tomada por sustentantes

Ilustración 63. Fin del tramo Est. 135+000



Fuente: tomada por sustentantes

Ilustración 64. Deterioro de viga en puente Galilao



Fuente: tomada por sustentantes

Ilustración 65. Viga de remate en mal estado



Fuente: tomada por sustentantes

Ilustración 66. Deterioro en sello de juntas del tramo



Fuente: tomada por sustentantes

Ilustración 67. Asentamientos detectados en el tramo



Fuente: tomada por sustentantes

Tabla 23. Formato de Inspección de Deterioro para Pavimentos Articados

Formato de Inspección de Deterioro para Pavimentos Articados					
Ubicación:			Unidad de muestreo:		
Estación:			Área de muestreo:		
Inspeccionado por:			Fecha:		
Deterioro				Imagen	
Clase	Tipo				
Deformaciones					
Fallas					
Juntas y otros					
	Severidad	Baja	B		
		Media	M		
		Alta	A		
N° Muestra	Daño	Severidad	Área (m²)		

Fuente: Elaborado por sustentantes.