

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

ESCUELA DE POSGRADO



TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN TRANSPORTES Y CONSERVACIÓN VIAL

**Evaluación de seguridad vial del tramo Lima – Canta
del km 0+000 al km 79+000, de la ruta racional PE-20A.**

Línea de Investigación: Ingeniería de Transportes
Sublínea de Investigación: Transportes

Autor:

Príncipe Bayona, Gisselle Isabel

Jurado Evaluador:

Presidente : Narváez Aranda, Ricardo Andrés
Secretario : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward
Vocal : Hurtado Zamora, Oswaldo

Asesor:

Farfán Córdova, Marlon Gastón
Código Orcid: orcid.org/0000-0001-9295-5557

TRUJILLO – PERÚ

2023

Fecha de sustentación: 2023/11/14

Evaluación de seguridad vial del tramo Lima – Canta del km 0+000 al km 79+000, de la ruta racional PE-20A

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	16%	1%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	3%
3	portal.mtc.gob.pe Fuente de Internet	3%
4	vsip.info Fuente de Internet	1%
5	doczz.es Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%

9 es.slideshare.net 1 %
Fuente de Internet

10 hdl.handle.net 1 %
Fuente de Internet

11 upc.aws.openrepository.com 1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Marlon Farfán Córdova
CIP. 171324

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Farfán Córdova Marlon Gastón, docente del Programa de Estudio de Postgrado, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Evaluación de seguridad vial del tramo Lima – Canta del km 0+000 al km 79+000, de la ruta racional PE-20A”, autor Príncipe Bayona, Gisselle Isabel, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 18%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (08.11.2023).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y fecha: 08.11.2023

Dr. Farfán Córdova, Marlon G.

DNI: 03371691

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9295-5557>

FIRMA:



Príncipe Bayona, Gisselle I.

DNI: 41446735

FIRMA:



DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado con todo mi amor y dedicación a mi hijo Maxus Abdiel Palomino Príncipe, por bríndame una nueva oportunidad de vida, por su amor infinito e indescriptible a pesar de ser aun un niño.

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a mis colegas y amigos de la seguridad vial, con quienes compartimos muchas horas de conversaciones, preocupaciones conocimientos y retos en el ámbito de la gestión de seguridad vial nacional.

Al Dr. Ing. Marlon G. Farfán Córdova, en principio por aceptar ser el asesor de la presente tesis, por su experiencia, su compromiso y sus recomendaciones, para culminar con la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	1
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:	3
1.1.1. Nivel mundial.....	3
1.1.2. Nivel nacional	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.3. Objetivo General	5
1.3.4. Objetivos Específicos.....	5
1.4. HIPÓTESIS	6
1.5. JUSTIFICACIÓN	6
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.2. MARCO TEÓRICO	11
2.2.1. Seguridad Vial.....	12
2.2.2. Niveles de servicio de seguridad vial.....	20
2.2.3. Dispositivos de control de tránsito.....	28
2.2.4. Señalización horizontal.	28
2.2.5. Señalización vertical.	31

2.2.6. Sistema de contención vehicular.....	39
2.2.7. Diseño Geométrico.....	44
2.3. MARCO CONCEPTUAL	50
III. METODOLOGIA.	54
3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	54
3.2. POBLACIÓN	54
3.3. MUESTRA	55
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	56
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.5.1. Descripción de las técnicas	58
3.5.2. Evaluación de la vía en servicio.....	58
3.5.3. Descripción de los instrumentos	59
3.6. PROCEDIMIENTOS	60
3.7. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN	61
3.8. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	62
3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS	62
IV. RESULTADOS	64
4.1. ANÁLISIS DE LA SINIESTRALIDAD, CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y CONDICIONES CLIMÁTICAS.	64
4.1.1. Generalidades	64
4.1.2. Análisis de siniestralidad vial 2019-2021	67
4.1.3. Los siniestros viales en cifras.....	68
4.1.4. Características de infraestructura vial	73

4.1.5. Condiciones climáticas.....	85
4.1.6. Resultados de velocidad.....	87
4.2. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE MEJORA Y SU INTERACCIÓN CON LOS SINIESTROS VIALES.....	92
4.2.1. Definición de tramos de concentración de siniestros viales.....	92
4.2.2. Listado de tramos que cumplen con la definición de TCSV.....	92
4.2.3. Listado de tramos que cumplen la definición de TPPs.....	93
4.3. EVALUACIÓN DE LOS TRAMOS CON ALTO RIESGO EN ATENCIÓN A SU FUNCIONALIDAD VIAL ACORDE A LOS PARÁMETROS NORMATIVAS EMITIDAS POR EL MTC.....	94
4.3.1. ESM en tramos con siniestros viales – TCSV.....	94
4.3.2. ESM en tramos potencialmente peligrosos - TPPs.....	95
4.3.3. ESM en otros puntos de la red vial.....	98
4.4. RECOMENDACIONES TÉCNICAS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN QUE CONTRARESTREN LOS SINIESTROS VIALES.....	100
.....	100
4.4.1 Clasificación de los ESM en TCS y TPP.....	100
4.4.2 Medidas de mitigación.....	107
V. DISCUSIÓN.....	132
VI. CONCLUSIÓN.....	136
VII. RECOMENDACIONES.....	139
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	144
IX. ANEXOS.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Etapas de intervención de la seguridad vial en los proyectos.</i>	14
Tabla 2 <i>Factores de riesgo de siniestros viales.</i>	16
Tabla 3 <i>Índices de siniestralidad.</i>	20
Tabla 4 <i>Niveles de servicio para: Señalización horizontal _ Demarcaciones de pavimento</i>	24
Tabla 5 <i>Niveles de servicio para: Señalización horizontal _ Tachas</i>	26
Tabla 6 <i>Medidas de Seguridad Vial de Bajo Costo en España</i>	30
Tabla 7 <i>Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia - ASTM D4956 (última versión al 2022)</i>	32
Tabla 8 <i>Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia ASTM D4956 (última versión al 2022)</i>	34
Tabla 9 <i>Factor de Luminancia (Y%)</i>	35
Tabla 10 <i>Coordenadas Cromáticas de Color</i>	36
Tabla 11 <i>Elementos que conforman la distancia de adelantamiento.</i>	47
Tabla 12 <i>Operacionalización de variables.</i>	57
Tabla 13 <i>Técnicas y/o instrumentos de la investigación</i>	59
Tabla 14 <i>Siniestros Viales 2019 - 2021</i>	67
Tabla 15 <i>Coeficiente mínimo de retroreflectividad</i>	78
Tabla 16 <i>Cálculo de velocidad del tramo Lima- Canta</i>	89
Tabla 17 <i>Cálculo de velocidad tramo Canta - Lima</i>	90
Tabla 18 <i>Relación de tramos que cumplen con definición de TCSV.</i>	93
Tabla 19 <i>Relación de tramos que cumplen con definición de TPPs.</i>	93
Tabla 20 <i>Relación de ESM en los TCSV.</i>	95

Tabla 21 <i>Relación de ESM en los TPPs.</i>	96
Tabla 22 <i>Elementos Susceptibles de Mejora – ESM</i>	99
Tabla 23 <i>Problemas detectados en TCS.</i>	102
Tabla 24 <i>Problemas en TPPs.</i>	105
Tabla 25 <i>Prioridades en función al riesgo y la probabilidad de ocurrencia de un siniestro</i>	108
Tabla 26 <i>Medidas propuestas de solución, intervención, costo, riesgo, probabilidad y prioridad de ESM en los TCS</i>	110
Tabla 27 <i>Medidas propuestas de solución, intervención, costo, riesgo, probabilidad y prioridad de ESM en los TPPS.</i>	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Corredor Vial Lima - Canta – Huayllay - Empalme PE 3N</i>	55
Figura 2 <i>Corredor Vial Lima - Canta – PE-20A</i>	56
Figura 3 <i>Siniestros viales 2019 - 2021</i>	67
Figura 4 <i>Distribución de Siniestros viales, Tramo Lima -Canta</i>	68
Figura 5 <i>Siniestros viales por infracción 2019 - 2021</i>	69
Figura 6 <i>Tipo de siniestros viales 2019 – 2021</i>	70
Figura 7 <i>Horarios de siniestros viales 2019 – 2021</i>	71
Figura 8 <i>Factores de siniestros viales 2019 - 2021</i>	72
Figura 9 <i>Cumplimiento de la Señalización Horizontal</i>	78
Figura 10 <i>Porcentajes de cumplimiento de las Señales Verticales</i>	80
Figura 11 <i>Resumen del clima en Lima - Canta – PE-20A</i>	85
Figura 12 <i>Temperaturas máximas y mínimas del promedio.</i>	86
Figura 13 <i>Probabilidad de precipitaciones</i>	87
Figura 14 <i>Promedio mensual de lluvia</i>	87
Figura 15 <i>Velocidad de percentil 85 Lima – Canta.</i>	90
Figura 16 <i>Velocidad de percentil 85 Canta - Lima.</i>	91
Figura 17 <i>Problemas detectados en los TCS</i>	102
Figura 18 <i>Problemas detectados en los TPPS</i>	107
Figura 19 <i>Plazos de intervención para mejorar los ESM en los TCS.</i>	112
Figura 20 <i>Costos y Riesgos de intervención en los ESM en los TCS.</i>	112
Figura 21 <i>Prioridad, probabilidad y mitigación prevista en los ESM en TCS.</i> ..	113
Figura 22 <i>Plazos de intervención para mejorar los ESM en los TPP.</i>	129
Figura 23 <i>Costos y Riesgos de intervención en los ESM en los TPP.</i>	129

Figura 24 *Prioridad, probabilidad y mitigación prevista en los ESM en TCS. ..130*

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo evaluar los elementos susceptibles de mejora que generan riesgo de siniestros viales en el tramo Lima – Canta de la Ruta Nacional PE-20A. El tipo de investigación, de acuerdo con su orientación o finalidad, es aplicada, con un diseño descriptivo. Los resultados indican que el tramo tiene una longitud de 79.00 km, los siniestros producidos entre los años 2019 y 2021 ascienden a 35, resultando 22 personas fallecidas y 24 heridas. Las causas de estos accidentes fueron 23% por choques, 14% despistes y volcadura. Del análisis de la data de accidentes se muestra que en un 97% interviene el factor humano, en 29% el factor infraestructura y en el 3% el factor vehículo. El IMDA oscila entre 2001 – 4000 veh/día. Se concluye que entre los principales problemas se tiene la confusión en zona con prohibición de adelantamiento, exceso de velocidad, márgenes peligrosos por insuficientes sistemas de contención vehicular, accesos y salidas sin canalización, escasa longitud para cambios de velocidad, curvas con radios escasas, sobreanchos insuficientes, visibilidad deficiente, percepción deficiente de los dispositivos de control de tránsito.

***Palabras clave:** Seguridad vial, evaluación de seguridad vial, tramos de concentración de siniestros y tramos potencialmente peligrosos, elementos susceptibles de mejora.*

ABSTRACT

This research aims to evaluate the elements susceptible to improvement that generate risk of road accidents in the Lima – Canta section of National Route PE-20A. The type of research, according to its orientation or purpose, is applied, with a descriptive design. The results indicate that the section has a length of 79.00 km, the accidents produced between the years 2019 and 2021 amount to 35, resulting 22 people killed and 24 injured. The causes of these accidents were 23% due to crashes, 14% leaving the road and rollover. The analysis of accident data shows that 97% involve the human factor, 29% the infrastructure factor and 3% the vehicle factor. The IMDA ranges from 2001 – 4000 veh/day. It is concluded that among the main problems is confusion in an area with a prohibition of overtaking, speeding, dangerous margins due to insufficient vehicle containment systems, accesses and outputs without channeling, short length for speed changes, and curves with low radii, insufficient over widths, poor visibility, and poor perception of traffic control devices.

***Keywords:** Road safety, road safety evaluation, accident concentration sections and potentially improvement dangerous sections, elements susceptible to.*

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

Los siniestros viales actualmente a nivel mundial son considerados como un problema de salud mundial; debido al incremento anual de 1,35 millones de muertes, además es la primera causa de muertes de niños y jóvenes de 5 a 29 años. De estos siniestros viales el 11% ocurren en la región de las Américas, con promedio de 155,000 muertes por año. En Perú, los siniestros viales han experimentado un crecimiento tal es así que en el 2017 se registraron 277 siniestros viales por cada 100 000 habitantes, y en el 2020 se registran 176 siniestros siendo ella la cifra más baja en los últimos 30 años, en el 2021 se tiene un nuevo crecimiento de 28% ascendiendo así a 226 siniestros por cada 100 000 habitantes. En el 2022 y 2023 se visualiza aumentos progresivos en número de siniestros viales a nivel nacional. En consecuencia, la seguridad vial en el Perú se encuentra con alta vulnerabilidad, debido a que los índices de accidentalidad son elevados, teniendo en el año 2022 en promedio 83 881 accidentes con 53 544 heridos y 3 312 fallecidos a nivel nacional. En ese sentido, existe la necesidad de evaluar la seguridad de la infraestructura de las redes viales a fin de identificar los elementos de la vía que están generando los siniestros viales.

Por ello esta investigación, tuvo como objetivo efectuar una evaluación de seguridad vial del tramo Lima – Canta del Km 0+000 al Km 79+000 de la Ruta Nacional PE-20A, 2022. Vía que pertenece al Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) del Perú. Formulada de acuerdo del alcance del Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017) peruana, concretamente alineado al capítulo IV denominado Herramientas de la Seguridad Vial. Esta evaluación es una revisión formal e independiente del desempeño de la seguridad vial sobre la infraestructura vial del

tramo mencionado, con fines de identificar los elementos susceptibles de mejora en adelante ESM, en los tramos donde han ocurrido los siniestros viales en adelante TCS y en tramos potencialmente peligrosos en adelante TPP, con el fin de proponer medidas de reducción de riesgos en la vía relacionado con la infraestructura vial.

Donde se evidencia que las actuaciones a corto plazo, a bajo precio y en menor tiempo superan el 50% de las recomendaciones con la implementación de las recomendaciones se puede evitar hasta en 77% la probabilidad de la ocurrencia de siniestros viales.

En cuanto a la estructura de la presente investigación, en el primer capítulo se desarrolla la descripción y formulación del problema, así como, la justificación, importancia y se indica las limitaciones de la investigación, además, se delimita la investigación y plantean los objetivos generales y específicos perseguidos que se enmarcan, en caso de la Evaluación de Seguridad Vial. En el segundo capítulo se desarrolla el Marco Teórico, en el cual se describen detalladamente el antecedente, el marco teórico y conceptual.

En el tercer capítulo de Metodología de la investigación, se describen la metodología, seguida en cada fase del trabajo, que quedará representada en un flujograma que indicará en cada fase los datos de partida utilizados, el proceso seguido y los productos obtenidos, a su vez se definen el tipo de investigación, la población y muestra, la operacionalización de las variables, los instrumentos, los procedimientos, la contratación de hipótesis.

En el cuarto capítulo de resultados, se presenta en cuadros y gráficos producto de la investigación de la evaluación de seguridad vial. En el quinto capítulo se

presentan la discusión de resultados, en el sexto capítulo las conclusiones, en el séptimo capítulo las recomendaciones, en el octavo capítulo se presentan las referencias bibliográficas. Finalmente, como Anexo la ficha de Evaluación de Seguridad Vial, la data de siniestros, el panel fotográfico.

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:

1.1.1. Nivel mundial

Los siniestros viales son considerados como un problema de salud mundial, debido al incremento anual de 1,35 millones de muertes, además es la primera causa de muertes de niños y jóvenes de 5 a 29 años. De estos siniestros viales el 11% ocurren en la región de América, con promedio de 155,000 muertes por año de los cuales en 34% están relacionados con los usuarios de vehículos, 23% de motocicletas, peatones 22%, ciclistas 3% y otros 18% (GSRRS Global Status Report on Road Safety, 2018).

En ese sentido a pesar de la gravedad y las pérdidas económicas que generan a nivel mundial en muchos países a la fecha no reciben la atención necesaria para salvar vidas, a causa de los siniestros viales, por lo que necesita una atención especial desde la formulación de políticas nacionales a todo nivel y sector orientadas a dicho fin.

1.1.2. Nivel nacional

En Perú, en los años de 2010 al 2021, se han registrado 29 mil siniestros viales, generando cada año tres mil (3000) muertes y más de noventa mil (90 000) heridos de los cuales el 47.4% son personas de entre 30 a 59 años y 23.6% son jóvenes de 18 a 29 años. En esa misma línea de los fallecidos corresponde el 41.5% a conductores, 32.6% pasajeros y 25.9% peatones (MTC, 2021).

En cuanto al análisis espacial, la vulnerabilidad de siniestros se ubica Lima Metropolitana con 12.6%, seguido de Puno con 9.5% y la Libertad con 8.8%, de los cuales el ámbito rural se ve involucrado en 65.2% y urbana en 34.3%, en esa línea las personas fallecidas en carreteras representan 71.7%, de los cuales en 61% han sido ocurridos en la Red Vial Nacional. La causa de siniestros viales en 33.8% se da por choque, seguido en 30.6% por despiste, teniendo ello como causa en 62.8% la imprudencia del conductor (exceso de velocidad 30.6%). Por otro lado, la participación de motocicletas en siniestros viales se ve involucrado en 27.4%, seguida de automóvil en 19.2% (MTC, 2021).

Ahora bien, tratándose de víctimas de siniestros viales afectan especialmente a los usuarios en edad productiva, en el rango de 30-59 años. Asimismo, al utilizar el método de evaluación del Programa Internacional de Carreteras -iRAP del año 2012 determina el valor de la muerte en USD 399,600 dólares americanos, por lo que, al multiplicar por los 3,245 fallecidos para este año en nuestro país, asciende a un monto equivalente de USD \$1,296,702,000 y el valor de una lesión grave, según iRAP, asciende a USD 79,920 el que

multiplicado por la cantidad de lesionados graves para el año 2018, dicha cantidad de usuarios asciende a 25,960, se tiene un valor de costo de lesionados graves en el Perú, de aproximadamente de USD 3,371,425,200.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Por lo anteriormente expuesto es que se formula el problema siguiente:

¿Qué elementos viales susceptibles de mejora de la vía están generando riesgo de siniestros en el tramo Lima - Canta del km 0+000 al 79+00 de la Ruta Nacional PE-20A?

1.3. OBJETIVOS

1.3.3. Objetivo General

Evaluar los elementos viales susceptibles de mejora que generan riesgo de siniestros en el tramo Lima - Canta del km 0+000 al 79+000 de la Ruta Nacional PE-20A.

1.3.4. Objetivos Específicos

- Evaluar la data de siniestralidad, las características de la infraestructura vial y condiciones climáticas del tramo en estudio.
- Identificar los elementos susceptibles de mejora y su interacción con los siniestros viales.
- Evaluar los tramos con alta peligrosidad en función de su funcionalidad vial acorde a los parámetros de las normas técnicas emitidas por el MTC.
- Formular las recomendaciones técnicas y medidas de mitigación que contrarresten el número de siniestros viales en el tramo en estudio.

1.4. HIPÓTESIS

Con la implementación de las mejoras y/o eliminación de los elementos susceptibles de mejora, se reducirá los riesgos de siniestros viales en el tramo Lima - Canta del km 0+000 al 79+00 de la Ruta Nacional PE-20A.

1.5. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación está dirigida a la evaluación de un tramo de la Red Vial Nacional. La razón para realizar esta evaluación tiene que ver con los altos costos sociales a consecuencia de los siniestros viales, que cobra vida especialmente de jóvenes y niños, por ello su relevancia social, en ese sentido se identifica los problemas que tienen la vía para luego formular recomendaciones y con su implementación se pueda reducir el número de siniestros viales en el tramo Lima- Canta.

En ese sentido, la presente investigación se centra a una evaluación de la infraestructura, las condiciones climáticas, los dispositivos de control y sistemas de contención vehicular desde la concepción niveles de servicio y las normas técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Por tanto, con los resultados de la presente investigación permitirá a repensar en la ingeniería desde el diseño de la vía, hasta su propia señalización que es claves para brindar vías indulgentes a los usuarios.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Pérez (2020), en su investigación mencionada “Evaluación de la seguridad vial y propuestas de mejora de las carreteras CV-31, PP.KK. 0+000 al 4+225 y cv-310, PP.KK. 0+000 al 0+725 (tramo: Paterna-Godella), utilizando la metodología iRAP”. Propuso como objetivo usar la metodología y software de iRAP para evaluar los niveles de seguridad vial, Del análisis que consiste en valorar dichos niveles por estrellas donde se valora del 1 al 5 y de ellos a partir de 3 estrellas se puede decir que la vía brinda condiciones de seguridad vial y que los niveles de riesgo son mínimas. La investigación concluye que la carretera en análisis tiene una calificación de 3 estrellas ello por lo que en su mayoría cumple con los estándares exigidos en las normativas. En ese sentido, la investigación brinda como aporte la necesidad de evaluar las vías con el método iRAP, ya que permite intervenir con medidas de mejora y desarrollar una gestión de la seguridad vial.

Valverde (2021), en su investigación denominada “Estudio de la mejora de seguridad vial de las carreteras RM-B18 y RM-B26 en el término municipal de Bullas (provincia de Murcia)”, tuvo como objetivo identificar los factores que intervienen en generar conflictos de siniestros viales y con ello formulan las medidas de mitigación que puedan reducir los riesgos de siniestros viales. Concluyendo la necesidad de atención especializada desde el enfoque de funcionalidad, la sostenibilidad, el costo de inversión y sociales. La investigación brinda como aporte el conocimiento relacionado con la necesidad de cuantificar

las intervenciones con mejoras de seguridad vial ello principalmente por los altos costos sociales.

García (2021), en su investigación “Evaluación de riesgo vial en la ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-Región Puno, 2020”, formuló como objetivo alertar a los usuarios de la vía la presencia de tramos potencialmente peligrosos. En ese sentido la investigación concluyó que las evaluaciones permiten identificar los riesgos de los siniestros viales y que consecuencia de ello se necesita diseñar planes estratégicos. La investigación brinda como aporte el conocimiento sobre la problemática de las señalizaciones y soluciones optimas en busca de incrementar los niveles de seguridad vial bajo toda condición.

Pivaque (2021), en su investigación “Análisis de la señalización horizontal y vertical para la seguridad vial en tramo Km 15 Vía Rocafuerte - Cerro del Junco”, prescribió como objetivo general examinar los elementos susceptibles de mejora relacionada con las señales. Donde concluye la urgencia de atender con señales adecuadas y con ello se puede mejorar la seguridad vial del tramo en estudio. La investigación brinda como aporte el conocimiento actual en relación con la importancia del uso de la señalización y como mejorar los umbrales para cubrir las problemáticas de las condiciones climáticas.

Huaman (2019), en su averiguación de su tesis denominada “Análisis de la seguridad vial en las principales vías arteriales de la ciudad del Cusco, mediante el método de inspección de seguridad vial, del Manual de Seguridad Vial peruano (MSV-2017), entorno urbano”, propuso como objetivo emplear las herramientas

del Manual de Seguridad Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2017), específicamente la herramienta de Inspección de Seguridad Vial que está diseñada para ser implementada en vías en servicio. Y en su conclusión indica la necesidad de intervenir con mejores señales incluyendo el mantenimiento de estos. La investigación brinda como aporte la efectividad del uso del Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017) para el análisis de la seguridad vial de las vías existentes y aborda la problemática con soluciones óptimas en beneficio de los usuarios de la vía en general.

Samaniego (2019), en su investigación titulada “Modelo geográfico-estratégico de seguridad vial en áreas urbanas”, estudia las causas y/o orígenes de los siniestros viales en zonas urbanas, para lo cual usa un modelo multivariado. Obteniendo como resultado la necesidad urgente de mediación del factor humano e infraestructura y en cuanto al modelo espacial comprueba que es un modelo más precisa que la no espacial. La investigación brinda como aporte el conocimiento de la investigación de siniestros mediante un modelo matemático.

Basque (2022), en su investigación denominada “infraestructura en la seguridad vial”. Planteó como objetivo determinar la relación que existe entre las vías perdonadoras, los lechos de frenado y el derecho de la vía, relacionado con la prevención de los siniestros viales, considerando como problema la necesidad de formular proyectos que reduzcan los siniestros viales. Asimismo esta investigación brinda como aporte el conocimiento sobre el diseño y operación para tener carreteras perdonadoras y legibles y el impacto del derecho de vía en la sociedad.

Rocha (2021), en su investigación de “Análisis de los sistemas de contención en Colombia vs estándares de diseño internacionales a nivel Latinoamérica – Colombia”. Propuso como objetivo determinar los procedimientos de implementación en interacción con la normativa, así como la elección y diseño del sistema de contención vehicular, alcanzando como resultado la necesidad de desarrollar normativas colombianas aún más específicas que atiendan la seguridad vial contribuyendo en la gravedad de los siniestros viales. La investigación brinda aporte como el conocimiento normativo, pruebas, instalación en campo y su aprobación bajo protocolos de calidad, ello principalmente por altos costos de sistemas de contención vehicular.

2.2. MARCO TEÓRICO

Las redes viales, desde la formulación y ejecución de los proyectos debe considerar las auditorías de seguridad vial, en caso de vías en servicio se debe efectuar las evaluaciones y/o inspección de seguridad vial, con la finalidad de delimitar los Tramos con Concentración de Siniestros (TCS) y Tramos Potencialmente Peligros (TPP) y dentro de dichos tramos se debe identificar los Elementos Susceptibles de Mejora (ESM) que vienen generando siniestros y riesgo de ocurrencia. Luego de identificar estos ESM, es preciso continuar con la evaluación por memorizada y luego formular las recomendaciones pertinentes. Por ello en el presente proyecto se evalúa los dispositivos de control de tránsito, los elementos de seguridad vial, el trazo de la vía, así como se efectuará la comparación con los niveles de servicio definidos en las normas técnicas del MTC. En ese sentido, bajo el enfoque narrado en el párrafo anterior

de este documento, es preciso desarrollar, las teorías que se encuentran alineadas con la presente investigación.

2.2.1. Seguridad Vial

a) Antecedentes de seguridad vial

Con la aparición de la rueda inicia el ingreso del vehículo junto con ello también se inician los problemas de prioridad de paso en las vías. Para atención de estos problemas los romanos desarrollan los códigos de señales de tráfico, pudiendo de alguna manera ordenar el tránsito para esa época. Es así que con Augusto se generan los primeros pasos peatonales que además funcionaban como reductores y/o controladores de velocidad. (Lyle, 1966)

Es así como, en el año 1300 se dictan las normas para circulación de vehículos, luego en el siglo XV la reina Isabel la Católica dicta la primera sanción relacionado con conducción en estado de ebriedad, en el año 1767 el Rey Carlos III identificó y formuló una relación de infracciones relacionados con el tránsito, en 1886 Karl Benz obtiene la primera patente relacionado con vehículo a motor, con dicha patente se visualizó que las vías no permitían una conducción segura. (Lyle, 1966)

En Alemania en 1892, se diseña la primera señal y en España se inician con la instalación de las señales verticales en vías con mayor riesgo de que ocurra un siniestro, con los mencionados antecedentes en 1968 se celebra la Convención de Viena, donde se decide homogenizar las marcas y señales, ello como política para incrementar la seguridad vial. (Hans, 1941).

b) Seguridad vial

Cuando se menciona el término de seguridad vial desde los antecedentes han sido relacionados con tres factores: el humano, vehículo e infraestructura. Ahora bien, de acuerdo con los informes mundiales de la Organización Mundial de la Salud, se encontró que los efectos de los siniestros han sido identificados como un problema de salud pública.

En ese sentido, cada país tiene la necesidad de encarar la seguridad vial y por ello la infraestructura vial viene siendo uno de los factores que de alguna manera contribuye en la ocurrencia de siniestros, por ello el Manual de Seguridad Vial desarrolla herramientas con el fin de mejorar las características de los componentes de la infraestructura vial, formulando alternativas de intervención de proyectos de infraestructura vial a través de planes, programas, estudios de impacto vial, auditorías, inspecciones, gestión de tramos de concentración de siniestros, y todo ello con el fin de brindar vías perdonadoras e indulgentes incluso ante el error humano (MSV, 2017). En ese sentido, en la Tabla 1 se describe el alcance de las intervenciones en carreteras.

Tabla 1*Etapas de intervención de la seguridad vial en los proyectos.*

Tipo de proyectos	Aplicabilidad	Fase del proyecto	Herramientas	Temas para considerar
Vías (rurales y urbanas)	Ejecución nueva: Rehabilitación: Reconstrucción: Mejoramiento:	Planificación	Análisis del impacto de la seguridad vial	Calificación de la seguridad vial
		Estudio de factibilidad	Auditoria de seguridad vial.	Los resultados de la auditoria se registrarán en los informes de auditoría, donde se indican los riesgos potenciales para la seguridad y formula recomendaciones.
		Diseño preliminar		
		Diseño detallado		
Ejecución	Antes/inicio de la apertura	Propuesta de medidas adecuadas con el objetivo de eliminar o paliar estos problemas.		
Mantenimiento de vías	Operación de las vías existentes	Inspección de seguridad vial.		
		Diseño preliminar y detallado		
		Ejecución		
		Antes/después de la apertura		

*Fuente: Adaptado del Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017)***c) Evaluación de seguridad vial**

Los procesos de evaluación e inspecciones consisten en un examen formal y sistemático de la seguridad vial que ofrece una infraestructura construida, además es necesario que las evaluaciones y/o inspecciones se desarrolle con un equipo multidisciplinar independiente con la apropiada experiencia y formación (Austroads, 2009) (IHT, 2008) (FHWA, 2006). Este examen formal

busca identificar todas las incidencias que afectan a todos los usuarios de la infraestructura e incluye aquellas que presentan un potencial de mejora de la seguridad vial y no debe confundirse o interferir con una auditoría técnica o chequeo de la carretera, tanto en diseño como en la fase de operación. Por otro lado, según el Manual de Seguridad Vial del MTC, una inspección es un informe diagnóstico realizado a juicio de un equipo técnico de profesionales especializados en la materia de manera independiente, objetiva y sistemática que refleja el estado en el que se encuentra la vía inspeccionada y en el que se recalcan las deficiencias y omisiones detectadas. Del mismo modo, puede incluirse en ésta la propuesta de actuaciones que corrijan o pallén la deficiencia u omisión detectada, en este sentido efectuar las ISV permite que:

- Identificar características de la vía que en algunos tramos podrían ser peligrosas (por ejemplo, el extremo de muro de puente no protegido, o un poste específico en el exterior de una curva). Esta identificación de los ESM ayuda a priorizar los trabajos correctivos.
- Identificar y tratar tramos potencialmente peligrosos en un lugar donde frecuentemente se producen los choques, al mismo tiempo se tratan las causas de los siniestros.

De acuerdo con el Manual el objetivo de una evaluación es identificar las carencias potenciales de la vía con el fin de reducir la probabilidad de que genere un siniestro, mediante la aplicación de las medidas mitigadoras oportunas, que contribuyan, en última instancia, a reducir los costos individuales, familiares y sociales (MTC, 2017).

d) Siniestralidad vial

Los siniestros viales actualmente son considerados como un problema de salud mundial, y es importante mencionar que es un hecho fortuito involuntario que como consecuencia se tiene personas fallecidas y heridas. La eficacia de las políticas de seguridad vial depende en gran parte de la intensidad de los controles y del cumplimiento de las normas de seguridad. La aplicación de las normas sigue siendo un factor fundamental a fin de establecer las condiciones para una reducción considerable del número de víctimas mortales y heridos. El exceso de velocidad, la conducción bajo los efectos del alcohol y no utilizar el cinturón de seguridad siguen considerándose las tres principales causas de mortalidad en siniestros viales. En la Tabla 2 se presenta los principales factores de riesgo.

Tabla 2

Factores de riesgo de siniestros viales.

Factores que influyen en la exposición al riesgo
<ul style="list-style-type: none">- Factores económicos, incluyendo la derivación social.- Factores demográficos- Planificación de la creación y uso de las vías y de la selección del modo de transporte.- Convivencia de usuarios vulnerables en vías rápidas.- Falta de integración a la función de las vías y decisiones respecto a los límites de velocidad, distribución y diseño.
Factores que influyen en el desarrollo de una colisión
<ul style="list-style-type: none">- Exceso de velocidad

-
- Consumo de alcohol, medicamentos u otras sustancias psicoactivas
 - Fatiga, defecto de visión
 - Viajar en la oscuridad
 - Factores relacionados con el mantenimiento del vehículo.
 - Defectos en el diseño y mantenimiento de las vías
 - Visibilidad inadecuada en los elementos de la vía

Factores que influyen en la gravedad de la colisión

- Tolerancia humana al impacto (edad, estado de salud...)
- Velocidad excesiva o inapropiada
- Falta de utilización de los sistemas de retención
- Falta de utilización del casco
- Protección insuficiente para los ocupantes o los peatones por parte del vehículo.

Factores que influyen en la gravedad de las lesiones

- Retraso en identificar la colisión
- Escape de líquidos ó gases pelagrosos. Incendio del vehículo
- Dificultad en el rescate de los ocupantes del vehículo colisionado
- Dificultad de evacuación de ocupantes de autobús o autocar implicado en una colisión
- Falta de atención prehospitalaria rápida y adecuada
- Falta de atención hospitalaria urgente adecuada.

Fuente: Adaptado de Peden, M et al, 2004.

e) Indicadores de seguridad vial

Para realizar las evaluaciones de seguridad vial y medir los niveles de seguridad por lo general consideran dos procedimientos.

El primero considera la frecuencia de siniestros en relación con el volumen de tráfico (IMD), para lo cual se debe considerar periodos largos con fin de tener menor desviación estándar, principalmente ello debido a que la data de siniestros viales en su mayoría no presenta la georreferenciación de información obligando a ubicar tramo de longitud mínima para el caso nacional de 500 m, en ese sentido los indicadores principales son:

- Siniestro vial con víctimas: donde una o varias personas resultan fallecidas o heridas.
- Siniestro vial mortal: donde una o varias personas resultan fallecidas.
- Siniestro vial con sólo daños materiales: donde no hay ni fallecidos ni heridos.
- Fallecido: Toda persona que, como consecuencia del siniestro, fallezca en el acto o dentro de los treinta días siguientes.
- Herido: donde una o varias personas han sufrido una o varias heridas graves o leves.
- Herido grave: Toda persona herida en un siniestro y cuyo estado precisa una hospitalización superior a veinticuatro horas.
- Herido leve: Toda persona herida en un siniestro a la que no pueda aplicarse la definición de herido grave.

El segundo procedimiento se basa en el cálculo de índices de siniestralidad.

Estos índices se pueden clasificar en categorías:

Nivel de exposición:

El nivel de exposición al riesgo de sufrir un siniestro vial en un periodo de tiempo “t” en un tramo específico de la red vial de longitud “l”, con un tráfico definido por valor de IMDA, es una medida que depende de los kilómetros recorridos a lo largo del mismo por el conjunto de usuarios de la vía, y se calcula por cada 100 millones de kilómetros recorridos en el tramo, obteniendo una magnitud que se mide en unidades de vehículos * kilometro (veh*km). (MTC, 2017). Dicha fórmula matemática se muestra en la Ecuación 1.

Ecuación N° 1. *Nivel de exposición*

$$N.E.R. = \frac{IMDA * Periodo\ de\ tiempo * Longitud\ del\ tramo}{100\ millones\ de\ kilometros\ recorridos}$$

$$N.E.R. = \frac{IMDA * t * l}{10^8} \quad (vh * km)$$

Donde:

IMDA= en vehículos/día

t = en días

l = en kilómetros.

Índices de siniestralidad:

Reflejan el nivel de riesgo de sufrir un siniestro vial al utilizar un determinado tramo de carretera al relacionar los datos de accidentalidad con el tráfico existente en la red, permitiendo realizar una comparación fiable entre las diferentes redes. Pueden utilizarse para la planificación de medidas. Los índices que básicamente se utilizan en la planificación de medidas de seguridad vial los mismos que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3*Índices de siniestralidad.*

Ecuación	Fórmula	Donde
Ecuación N° 2. Índice de mortalidad	$I.M. = \frac{\text{Nro. de Víctimas Mortales}}{\text{Nivel de Exposición al Riesgo}}$ $I.M. = \frac{\text{Fallecidos} \times 10^8}{\text{IMDA} * t * l}$	<i>Fallecidos</i> = Nro. de víctimas mortales <i>IMDA</i> = en vehículos/día <i>t</i> = en días <i>l</i> = en kilómetros
Ecuación N° 3. Índice de Accidentalidad	$I.A. = \frac{\text{Nro. de Accidentes}}{\text{Nivel de Exposición al Riesgo}}$ $I.A. = \frac{\text{ACC} \times 10^8}{\text{IMDA} * t * l}$	<i>ACC</i> =N° de siniestros <i>IMDA</i> =en vehículos/día <i>t</i> =en días <i>l</i> =en kilómetros
Ecuación N° 4. Índice de Accidentalidad	$I.A. = \frac{\text{Nro. de Accidentes con Víctimas Mortales}}{\text{Nivel de Exposición al Riesgo}}$ $I.A. = \frac{\text{ACVM} \times 10^8}{\text{IMDA} * t * l}$	<i>ACVM</i> =N° de siniestros <i>IMDA</i> =en vehículos/día <i>t</i> =en días <i>l</i> =en kilómetros
Ecuación N° 5. Índice de peligrosidad	$I.P. = \frac{\text{Nro. de Accidentes con Víctimas (ACV)}}{\text{Nivel de Exposición al Riesgo}}$ $I.P. = \frac{\text{ACV} \times 10^8}{\text{IMDA} * t * l}$	<i>ACV</i> =N° de siniestros con víctimas <i>IMDA</i> =en vehículos/día <i>t</i> =en días <i>l</i> =en kilómetros
Ecuación N° 6. Índice de peligrosidad grave.	$I.P.G. = \frac{\text{Nro. de accidentes con víctimas graves} \times 10^8}{\text{I.M.D.} \times 365 \times \text{Longitud del tramo (km.)}}$	

Fuente: Adaptado del Manual de Seguridad Vial (MTC, 2017).

2.2.2. Niveles de servicio de seguridad vial

a) Antecedentes de los contratos por niveles de servicio

Los inicios de los Contratos por Niveles de Servicio, en adelante (CNS), es así como de acuerdo con la revisión bibliográfica se indica que el primer mantenimiento vial se desarrolló en Columbia Británica (Canadá, 1998). Es así como después de la experiencia se adicionaron en dos contratos de ciudades canadienses 1) Alberta y 2) Ontario. Después de la experiencia en Canadá, en el año 1995 Australia, decide introducir el concepto de CNS en el mantenimiento de carreteras urbanas en Sydney, es así como otras ciudades y países como Nueva Gales del Sur, Tasmania y Australia Meridional y

Occidental, inician desarrollar contratos "híbridos" (Zietlow, 2004).

En Nueva Zelanda en el año 1998, incorporó dentro de sus Contratos por niveles de servicio (CNS), a fin de mantener 405 kilómetros de carreteras nacionales (Zietlow, 2004). En esta misma línea actualmente, se aplican contratos de este tipo en el 15% de sus redes nacionales de Nueva Zelanda (MWH NZ Ltd., 2005).

Tal es así que, en los Estados Unidos en el año 1996, se da inicio a los CNS en el estado de Virginia, a ello se sumaron cuatro estados más como Alaska, Florida, Oklahoma, Texas, esta experiencia en la ciudad de Washington, inician su aplicación para el mantenimiento de las carreteras, puentes, túneles, áreas de descanso y calles urbanas (FHWA, 2005). Es así como, gradualmente, se comienza a aplicar en otros países como Europa, África, Asia, Reino Unido, Suecia, Finlandia, los Países Bajos, Noruega, Francia, Estonia, Serbia y Montenegro, Sudáfrica, Zambia, Chad, Filipinas.

Esta experiencia se replica en Argentina en el año 1995 donde aplicaron en 2 contratos y en la actualidad representa más del 44% de su red nacional (Liataud, 2004). A mediados del decenio de 1996, Uruguay también introdujo en sus contratos los niveles de servicios. Unos años más tarde otros países de América Latina, como Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, México y Perú, comenzaron también a adoptar los contratos por en niveles de servicio.

b) Definición de niveles de servicio

Los niveles de servicio son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites

admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo con factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles. (MTC, 2014)

En la conservación vial por niveles de servicio, las actividades se realizan para cumplir los estándares admisibles y no se miden por las cantidades ejecutadas. Es obligación del ejecutor de la conservación vial tener la carretera en las condiciones establecidas, en tal sentido el criterio de pago es el cumplimiento de los estándares de calidad previstos.

c) Importancia de la gestión por niveles de servicio

La Conservación de Carreteras, tiene como propósito preservarlas en buenas condiciones de operación, para que los costos de operación se mantengan en niveles aceptables y no se presenten incrementos notables que afecten el tiempo y la economía de los usuarios, conocedores de la carretera es un factor importante para el desarrollo social, económico, es por ello que resulta necesaria destinar recursos a fin de que asegurar que los Niveles de Servicio incluido la Seguridad Vial sean cada vez más elevadas y aceptables.

Es por ello, fundamental incrementar en los Términos de Referencia de manera específica, las actividades a desarrollarse relacionado con la seguridad vial, atendiendo así la necesidad de las autoridades, usuarios. A fin de tener una intervención efectiva en los trabajos de mantenimiento, en esta misma línea es importante hacer uso del marco técnico normativo que brindan las

características técnicas según cada caso por niveles de servicios individuales.

d) Niveles de servicio de la seguridad vial:

- Parámetros de señalización horizontal y vertical
- Parámetros de sistemas de contención vehicular
- Parámetro de la fricción de la superficie de rodadura
- Parámetro del trazo de la vía
- Parámetro relacionado con altura, obstrucción, y riego de la vegetación.
- Parámetros de los carteles y/o paneles publicitarios dentro del derecho de vía.
- Parámetros de iluminación.
- Parámetros de reductores de velocidad y
- Parámetros de seguridad en zonas de trabajo
- Parámetros del entorno de la vía y condiciones climáticas
- Parámetros de tráfico vial.

En base a la experiencia adquirida de los Contratos por Niveles de Servicio -CNS, es importante reconocer y evaluar los indicadores de seguridad vial, a fin optimizar los recursos e incluir indicadores con mayores márgenes de seguridad vial.

En ese sentido en la Tabla 4 y Tabla 5 se muestran los niveles de servicio establecidos en las normas técnicas del (MTC, 2013) y normativas internacionales como el American Society for Testing and Materials – ASTM.

Tabla 4

Niveles de servicio para: Señalización horizontal _ Demarcaciones de pavimento

		Nivel de Servicio Tipo de Vía				
		Autopista 1 ^{ra} clase	Autopista 2 ^{ra} clase	Carretera 1 ^{ra} clase	Carretera 2 ^{ra} clase	Carretera 3 ^{ra} clase
Parámetro	Medida	IMD > 6000	4001 ≤ IMD ≤ 6000	2001 ≤ IMD ≤ 4000	400 ≤ IMD ≤ 2000	IMD < 400
Geometría incorrecta de las líneas	Ancho de la línea mínimo	En demarcación de líneas de eje y borde, de acuerdo con lo especificado (*)	En demarcación de líneas de eje y borde, de acuerdo con lo especificado (*)	En demarcación de líneas de eje y borde, de acuerdo con lo especificado (*)	En demarcación de líneas de eje y borde, de acuerdo con lo especificado (*)	En demarcación de líneas de eje y borde, de acuerdo con lo especificado (*)
		En demarcación de líneas de borde con resalto o indicadores de reducción de velocidad: 15 cm.	En demarcación de líneas de borde con resalto o indicadores de reducción de velocidad: 15 cm.	En demarcación de líneas de borde con resalto o indicadores de reducción de velocidad: 15 cm.	En demarcación de líneas de borde con resalto o indicadores de reducción de velocidad: 15 cm.	En demarcación de líneas de borde con resalto o indicadores de reducción de velocidad: 15 cm.
	Longitud de las líneas punteadas del eje	4.5 m ± 2%				
	Longitud de los espacios entre líneas punteadas del eje.	7.5 m ± 2%				
	Deflexión máxima de la alineación de las líneas de eje con respecto al eje de la ruta.	10 cm.				
	Deflexión máxima de las líneas punteadas del eje (blanco) con respecto a la recta que une sus extremos.	2cm	2cm	2cm	2cm	2cm
	Deflexión máxima y mínima de la línea continua de eje (amarillo) con respecto a las líneas punteadas del	Min = 17cm Máx = 20cm				

eje (blanco)						
	Deflexión máxima y mínima de la línea continua de eje (amarillo) con respecto al eje de la ruta	Min = 17cm Máx = 20cm	Min = 17cm Máx = 20cm	Min = 17cm Máx = 20cm	Min = 17cm Máx = 20cm	Min = 17cm Máx = 20cm
Decoloración o suciedad de las líneas o marcas	Coordenadas cromáticas "x" e "y" (geometría 45/0 y ángulo de observación patrón de 2°)	Coordenadas cromáticas dentro del polígono de color especificado (**)	Coordenadas cromáticas dentro del polígono de color especificado (**)	Coordenadas cromáticas dentro del polígono de color especificado (**)	Coordenadas cromáticas dentro del polígono de color especificado (**)	Coordenadas cromáticas dentro del polígono de color especificado (**)
Visibilidad nocturna insuficiente de las líneas o marcas.	Coeficiente mínimo de retrorreflectividad para marcas en el pavimento en condiciones secas Umbral mínimo Inicial (Geometría de 30 m):		Inicial: Blanco: 270 mcd/lux/m ² y Amarillo: 210 mcd/lux/m ² Repintado: Blanco: 230 mcd/lux/m ² y Amarillo: 175 mcd/lux/m ²			
Visibilidad Diurna insuficiente de las líneas o marcas	Relación de contraste mínimo	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Exceso de desgaste de las líneas o marcas	Porcentaje de deterioro máximo	5%	5%	5%	5%	5%
Método de medición	ASTM D7585 y ASTM E 1710	ASTM D7585: Práctica estandarizada para la evaluación para la evaluación de pavimentos retrorreflectantes usando instrumentos portátiles manuales ASTM E1710: Método de prueba estándar para medición de materiales retrorreflectantes de señalización de pavimentos con geometría prescrita por CEN usando un retrorreflectómetro portátil.				

(*) Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC (vigente).

(**) Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales del MTC (vigente).

(***) Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC (vigente).

Fuente: Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación vial (Resolución Directoral N° 05-2016-MTC/14)

Tabla 5

Niveles de servicio para: Señalización horizontal _ Tachas

		Nivel de Servicio Tipo de Vía				
		Autopista 1 ^{ra} clase	Autopista 2 ^{ra} clase	Carretera 1 ^{ra} clase	Carretera 2 ^{ra} clase	Carretera 3 ^{ra} clase
Parámetro	Medida	IMD > 6000	4001 ≤ IMD ≤ 6000	2001 ≤ IMD ≤ 4000	400 ≤ IMD ≤ 2000	IMD < 400
Material de tachas	Las tachas (superficie retrorreflectiva y cuerpo) deben estar fabricadas con materiales con la adecuada resistencia química, al agua y rayos UV, para el uso previsto.	El lente (área reflectiva) debe estar moldeada de material metilmetacrilato o policarbonato, debiendo cumplir las especificaciones de la ASTM D4280 vigente.				
Visibilidad nocturna insuficiente de las tachas.	Coefficiente de retroreflexión.	Para garantizar la vida útil y el nivel de servicio prolongado de los marcadores reflectorizados de pavimento, se requiere que el valor del coeficiente de retroreflexión promedio sea al menos 50% superior a los valores establecidos como mínimos en la norma ASTM D4280, siendo estos medidos con base en la norma ASTM E809. Al respecto, deberán presentarse los resultados vigentes de ensayos de laboratorio que demuestren el cumplimiento de este requerimiento. (***)				
Resistencia a la abrasión.	Coefficiente de retroreflexión.	El coeficiente de intensidad lumínica retroreflejada de los marcadores se mide después de someter la superficie de lente a 100 gramos/cm ² de carburo de sílice cayendo sobre ésta según la norma ASTM D968. Los marcadores deben cumplir con los valores retroreflantes mínimos especificados en la norma ASTM D4280. (***) Al respecto, deberán presentarse los resultados vigentes de ensayos de laboratorio que demuestren el cumplimiento de este requerimiento.				
Método de medición	ASTM E1696	ASTM E1696: Método de prueba estándar para la medición de campo de marcadores de pavimento retrorreflectantes elevados utilizando un retrorreflectómetro portátil.				
Adhesivo (pegamento)	Compatibilidad entre las tachas y los pegamentos a fin de asegurar la adherencia.	<ul style="list-style-type: none"> ○ En superficie asfáltica, usar un pegamento bituminoso de alta adherencia, que soporte las temperaturas ambientales de la zona, con punto de reblandecimiento mínimo de 85°C, garantizando que no habrá desplazamiento de las tachas. En condiciones adversas como frío o nieve seguir las recomendaciones del fabricante u optar por otro tipo de adhesivo, con el fin de evitar la fragilidad del material bituminoso. ○ El material bituminoso debe ser fundido a una temperatura entre los 190 °C – 218 °C (o según recomendación del fabricante), la fundición debe realizarse en un caldero con temperatura controlada mediante un marcador o termómetro visual adaptado y a su vez se controle la dosificación y/o cantidad de material a aplicar. Asimismo, en ninguna circunstancia se aceptará instalaciones artesanales. ○ En superficie de concreto hidráulico o sobre señalización termoplástica en buenas condiciones, usar pegamento epóxico AASHTO M237 de alta adherencia. 				

Geometría incorrecta de las tachas retrorreflectivas	Distancia entre tachas retrorreflectivas en el eje (tangente)	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)	De acuerdo con lo especificado (***) y (**)	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)
	En curvas	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)	De acuerdo con lo especificado (***) y (**)	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)	De acuerdo con lo especificado (**) y (***)
Deterioro de las tachas retrorreflectivas	Desplazamiento de su posición original	No se admitirán				
	Deterioros totales o parciales del área retrorreflectiva o del cuerpo.	No se admitirán				
Pérdida o inutilidad de tachas retrorreflectivas	Porcentaje máximo de tachas retrorreflectivas pérdidas o inútiles	Durante los 3 primeros años posteriores a cada una de las Obras obligatorias o Rehabilitación: 5%	Durante los 3 primeros años posteriores a cada una de las Obras obligatorias o Rehabilitación: 5%	Durante los 3 primeros años posteriores a cada una de las Obras obligatorias o Rehabilitación: 5%	Durante los 3 primeros años posteriores a cada una de las Obras obligatorias o Rehabilitación: 5%	Durante los 3 primeros años posteriores a cada una de las Obras obligatorias o Rehabilitación: 5%
		Durante el resto de cada período entre Obras: 5%	Durante el resto de cada período entre Obras: 5%	Durante el resto de cada período entre Obras: 5%	Durante el resto de cada período entre Obras: 5%	Durante el resto de cada período entre Obras: 5%

(*) Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC (vigente).

(**) Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales del MTC (vigente).

(***) Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del MTC (vigente).

Fuente: Manual de carreteras Mantenimiento o Conservación vial (Resolución Directoral N° 05-2016-MTC/14)

2.2.3. Dispositivos de control de tránsito

De acuerdo al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, se define a los dispositivos de control del tránsito, a las señales sean estas verticales u horizontales, así como los semáforos y cualquier otro dispositivo que se encuentre instalada a los márgenes de la vía y a su vez brinden un lenguaje de orientación como reglamentaria, informativa y preventiva.

El uso de los dispositivos de control de tránsito es fundamental para la seguridad vial ya que, con una señalización efectiva, acorde con el diseño geométrico, con el clima y los IMDa, mitigan considerablemente los riesgos de siniestros viales. (MTC, 2016).

Además de ello los dispositivos deben ir adaptándose, considerando los cambios tecnológicos y la necesidad de mejora, considerando a que contribuya a la optimización de la seguridad vial nacional.

2.2.4. Señalización horizontal.

a) Definición

La Señalización Horizontal, está constituida por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordes y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como, los elementos de seguridad, que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de, regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Las marcas en el pavimento desempeñan funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de control de tránsito. En algunos casos, se usan como, complemento de las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como, señales verticales y

semáforos. En otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas claramente comprensibles (MTC, 2016).

b) Limitaciones

Las limitaciones y los problemas se suscitan principalmente por la limitada visibilidad de las señales horizontales especialmente en tramos de vía donde se presentan las lluvias, neblinas y nieblas, así como también por el acelerado desgaste de la superficie de rodadura y altos IMDa.

También, es preciso indicar la ventaja de estas señales que permiten a los usuarios mensajes de claros y oportunos y con ello aumenta considerablemente la seguridad de los conductores de la vía.

Entre otras limitaciones se encuentra, la retroreflectividad de las láminas de las señales que en algunas ocasiones no responden a las necesidades y a los diversos tipos de usuarios. Se precisa además que las señales verticales reducen la visibilidad ante la presencia del agua.

c) Beneficios

Estos sistemas se implantan para que los conductores puedan percibir con anticipación la presencia de los elementos y en donde es necesario que se logre una velocidad reducida: curvas, elementos fijos (rígidos), segregaciones de carriles, angostamientos. También, pueden considerarse elementos de balizamiento las mangas de viento y los dispositivos de barrera que prohíben el paso a la parte de la vía que delimitan (barreras móviles, conos, etc.).

Por ejemplo, los sistemas de balizamiento tienen como objetivo el guiado

visual de los conductores, sirviendo de ayuda a la percepción de las características de los elementos de la carretera, así como, estos sistemas se instalan para que los conductores puedan percibir con suficiente anticipación la geometría de la vía y adaptar su velocidad a esta para circular de forma segura. En la tabla 6 se muestra que el costo beneficio son altos, por su costo y su impacto.

Tabla 6

Medidas de Seguridad Vial de Bajo Costo en España

N°	Medidas	Costo/beneficio	Amortización (meses)
1	Hitos de arista	24.95	0.5
2	Hitos de vértice	12.91	0.9
3	Captafaros retrorreflectantes	11.13	1.0
4	Paneles de curva y Barreras de seguridad	8.62	1.4
5	Paneles de curva	5.76	2.1
6	Mejoras de señalización y paneles de tráfico	5.11	2.4
7	Eliminación de bolsas de agua sobre el pavimento	4.47	2.7
8	Reductores de velocidad	4.43	2.7
9	Marcas viales con resalto	4.15	2.9
10	Mejoras en señalización	3.38	3.1
11	Barreras de seguridad	3.87	3.1
12	Hitos de vértice y barreras de seguridad	3.81	3.1
13	Prolongación de carriles para vehículos lentos	2.95	4.1

Fuente: Nofuentes J., (1996).

2.2.5. Señalización vertical.

La Señalización Vertical, está constituido por dispositivos instalados a nivel de la carretera o sobre él, destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos. Las señales verticales, como dispositivos de control del tránsito deberán ser usadas de acuerdo a las recomendaciones de los estudios técnicos realizados. Se utilizarán para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, servicios generales, lugares turísticos y culturales, así como, conflictos existentes en las carreteras. Es fundamental mantener la uniformidad en el diseño y uso de materiales, a fin de que, el mensaje sea fácil y claramente recibido por el conductor (MTC, 2016).

a) Señales verticales reglamentarias:

En las señales verticales, es preciso asegurar a que todos los mensajes, así como los símbolos tengan tinta de serigrafía y ella debe ser compatible con las láminas retroreflectiva, los mismos que son recomendados por el fabricante.

En caso de que se use el material vinil para los mensajes y símbolos, todas deben asegurar su compatibilidad, además debe cumplir con la normativa internacional ASTM.

Finalmente, las láminas deben cumplir con los coeficientes de retrorreflectividad indicados en las Tablas 7 y 8 para los colores correspondientes de las señales.

Tabla 7

Coefficientes Mínimos de Retrorreflectancia - ASTM D4956 (última versión al 2022)

Tipo de material Retrorreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes Mínimos de Retrorreflectancia, según color (cd.lx-1.m-2)						
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón
Tipo IV	0,2°	-4°	360	270	145	50	65	30	18
	0,2°	+30°	170	135	68	25	30	14	8,5
	0,5°	-4°	150	110	60	21	27	13	7,5
	0,5°	+30°	72	54	28	10	13	6	3,5
Tipo V	0,2°	-4°	700	470	280	120	120	56	-
	0,2°	+30°	400	270	160	72	72	32	-
	0,5°	-4°	160	110	64	28	28	13	-
	0,5°	+30°	75	51	30	13	13	6.0	-
Tipo V Morado	0,2°	-4°	28						
	0,2°	+30°	16						
	0,5°	-4°	6.4						
	0,5°	+30°	3.0						
Tipo VI	0,2°	-4°	500	350	125	60	70	45	-
	0,2°	+30°	200	140	50	24	28	18	-
	0,5°	-4°	225	160	56	27	32	20	-
	0,5°	+30°	85	60	21	10	12	7.7	-
Tipo VI Morado	0,2°	-4°	20						
	0,2°	+30°	8.0						
	0,5°	-4°	9.0						
	0,5°	+30°	3.4						
Tipo VIII	0,2°	-4°	700	525	265	70	105	32	21
	0,2°	+30°	325	245	120	33	49	15	10
	0,5°	-4°	250	190	94	25	38	11	7.5
	0,5°	+30°	115	86	43	12	17	5.0	3.5
Tipo VIII Morado	0,2°	-4°	28						
	0,2°	+30°	13						
	0,5°	-4°	10						
	0,5°	+30°	4.6						
Tipo IX	0,2°	-4°	380	285	145	38	76	17	-
	0,2°	+30°	215	162	82	22	43	10	-
	0,5°	-4°	240	180	90	24	48	11	-
	0,5°	+30°	135	100	50	14	27	6.0	-
	1,0°	-4°	80	60	30	8.0	16	3.6	-
	1,0°	+30°	45	34	17	4.5	9.0	2.0	-

Tipo de material Retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia, según color (cd.lx-1.m-2)							
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón	
Tipo IX Morado	0,2°	-4°	15							
	0,2°	+30°	8.6							
	0,5°	-4°	10							
	0,5°	+30°	5.4							
	1,0°	-4°	3.2							
	1,0°	+30°	1.8							
Tipo XI	0,2°	-4°	580	435	200	58	87	26	17	
	0,2°	+30°	220	165	77	22	33	10	7.0	
	0,5°	-4°	420	315	150	42	63	19	13	
	0,5°	+30°	150	110	53	15	23	7.0	5.0	
	1,0°	-4°	120	90	42	12	18	5.0	4.0	
	1,0°	+30°	45	34	16	5.0	7.0	2.0	1.0	
Tipo XI Morado	0,2°	-4°	23							
	0,2°	+30°	8.8							
	0,5°	-4°	17							
	0,5°	+30°	6.0							
	1,0°	-4°	4.8							
	1,0°	+30°	1.8							

^A Coeficiente Mínimo de Retroreflexión (R_a) cd/ft² (cd.lx⁻¹.m⁻²)

Fuente: ASTM D4956 (última versión).

Tabla 8*Coefficientes Mínimos de Retrorreflectancia ASTM D4956 (última versión al 2022)*

Tipo de material Retrorreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coefficientes mínimos de retrorreflectancia según color (cd.lx ⁻¹ .m ⁻²)		
			Amarillo-Verde Fluorescente	Amarillo Fluorescente	Anaranjado Fluorescente
Tipo IV	0,2°	-4°	290	220	105
	0,2°	+30°	135	100	50
	0,5°	-4°	120	90	45
	0,5°	+30°	55	40	22
Tipo VI	0,2°	-4°	400	300	200
	0,2°	+30°	160	120	80
	0,5°	-4°	180	135	90
	0,5°	+30°	68	51	34
Tipo VI Rosado Fluorescente	0,2°	-4°	150		
	0,2°	+30°	60		
	0,5°	-4°	65		
	0,5°	+30°	25		
Tipo VIII	0,2°	-4°	560	420	210
	0,2°	+30°	260	200	95
	0,5°	-4°	200	150	75
	0,5°	+30°	92	69	35
Tipo IX	0,2°	-4°	300	230	115
	0,2°	+30°	170	130	65
	0,5°	-4°	190	145	72
	0,5°	+30°	110	81	41
	1,0°	-4°	64	48	24
	1,0°	+30°	36	27	14
Tipo XI	0,2°	-4°	460	350	175
	0,2°	+30°	180	130	66
	0,5°	-4°	340	250	125
	0,5°	+30°	120	90	45
	1,0°	-4°	96	72	36
	1,0°	+30°	36	27	14

^A Coeficiente Mínimo de Retrorreflexión (R_a) cd/ft² (cd.lx⁻¹.m⁻²)*Fuente: ASTM D4956-19.*

Los valores del Factor de Luminancia y Coordenadas Cromáticas de las láminas deben ser los señalados en las Tablas 9 y 10, de acuerdo con su tipo específico.”

Los valores del Factor de Luminancia y las Coordenadas Cromáticas de las láminas retrorreflectivas para el iluminante estándar IEC D65 y el observador estándar IEC 2° 1931, son determinadas de acuerdo con las normas ASTM E308, ASTM E1347, ASTM E1349 y ASTM 2301 o sus equivalentes, y las prácticas ASTM E991, ASTM E1164, ASTM E2152 y ASTM E2153 o sus equivalentes, según sea aplicable.

Tabla 9

Factor de Luminancia (Y%)

Color	Todas excepto		Tipo V	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Blanco	27	-	15	-
Amarillo	15	45	12	30
Anaranjado	10	30	7,0	25
Verde	3,0	12	2,5	11
Rojo	2,5	15	2,5	11
Azul	1,0	10	1,0	10
Marrón	1,0	9,0	1,0	9,0
Amarillo-Verde	60	-	-	-
Amarillo Fluorescente	40	-	-	-
Anaranjado Fluorescente	20	-	-	-

Fuente: ASTM E308

Tabla 10*Coordenadas Cromáticas de Color*

Color	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Blanco	0,303	0,300	0,368	0,366	0,340	0,393	0,274	0,329
Amarillo	0,498	0,412	0,557	0,442	0,479	0,520	0,438	0,472
Anaranjado	0,558	0,352	0,636	0,364	0,570	0,429	0,506	0,404
Verde	0,026	0,399	0,166	0,364	0,286	0,446	0,207	0,771
Rojo	0,648	0,351	0,735	0,265	0,629	0,281	0,565	0,346
Azul	0,140	0,035	0,244	0,210	0,190	0,255	0,065	0,216
Marrón	0,430	0,340	0,610	0,390	0,550	0,450	0,430	0,390
Amarillo-	0,387	0,610	0,369	0,546	0,428	0,496	0,460	0,540
Amarillo	0,479	0,520	0,446	0,483	0,512	0,421	0,557	0,442
Anaranjado	0,583	0,416	0,535	0,400	0,595	0,351	0,645	0,355

*Fuente: ASTM E308.***b) Señales verticales preventivas y chevrone:**

Las señales de chevron son implementados en los tramos curvos de la vía, ellos son de color amarillo, amarillo fluorescente y amarillo verde fluorescente o amarillo limón fluorescente según corresponda. Se precisa que para los mensajes y símbolos es necesario usar tinta serigráfica compatible con la lámina reflectiva y recomendada por el fabricante de esta, ello con la finalidad de garantizar una duración uniforme de la vida de la señal (MTC, 2016).

c) Señales verticales preventivas (para zona escolar):

Para la seguridad vial es fundamental, asegurar de todas las medidas posibles, por ello es recomendable que el color del fondo de la señal se de preferencia el amarillo limón fluorescente, los mensajes y símbolos es

preciso que contenga tinta serigráfica compatible con la lámina reflectiva y recomendada por el fabricante de esta, para asegurar la garantía de la vida útil de la señal (MTC, 2016).

d) Señales verticales informativas:

El fondo de la señal es de color azul o verde según corresponda, los mensajes y símbolos pueden hacerse utilizando lámina para electro corte y/o vinil fundido opaco negro, la lámina reflectiva debe cumplir con los coeficientes de reflectividad indicados para los siguientes colores: azul o verde y blanco (MTC, 2016).

e) Eficiencia de las señales

- Brillo mínimo percibido por el ojo humano es alrededor de 3.2 cd/m², para una media de conductores mayores a 65 años, Eugene, Russell, Andrew y Merle Keck, (1999) Characteristics and Needs for Overhead Guide Sign Illumination from Vehicular Headlamps, Dept of Civil Engineering, Kansas State University, FHWA Office of Safety and Traffic Operations Research and Development, FHWA-RD-98-135.
- Schnell y Aktan, (2004), Traffic Sign Luminance Requirements of Nighttime Drivers for Symbolic Signs. Transportation Research Record No. 1862: Journal of the Transportation Research Board, 2004: p. 24-35, indica que 80 cd/m² es lo recomendado como óptimo para maximizar el rango de legibilidad.
- Porque, leer señales toma tiempo, y señales más brillantes se

“comunican” con los conductores más rápido. Estudio realizado por la (Universidad de Iowa¹, 2009) , se determinó que los conductores pueden leer señales más brillantes: i) Mucho Más Rápido, ii) Con Mayor Precisión, permitiendo que la comunicación sea más rápida con los conductores, generando tener mayor atención a la conducción, minimizando el tiempo de la vista fuera de la vía, los cuales es la primera preocupación en la seguridad del conductor según Dewar et al, “Human Factors in Traffic Safety”, por tanto las señales más brillantes mejoran la obtención de la información.

- El aumento de la eficiencia retrorreflectante total asegura atender al mayor segmento de la población de conductores nocturnos sin la necesidad de iluminación de señales.
- “The Safety Effects of Traffic Sign Upgrades” Ripley, D. A.; H.R. Green and Associates, Presented at 2004 ITE Annual Meeting, sobre Investigación de seguridad y visibilidad: reducción de siniestros indican que Sioux City, IA, redujo los siniestros en un 30% aproximadamente en los 3 años posteriores a las actualizaciones y ICBC concluyó una relación beneficio-costo para las actualizaciones de letreros en más de 10: 1 y El condado de Mendocino mostró una reducción del 46% en siniestros durante un período de 6 años.

2.2.6. Sistema de contención vehicular

Los sistemas de contención vehicular son definidos como dispositivos que se instalan en los márgenes y medianas de una carretera, su finalidad es retener y redireccionar los vehículos que salen de control de la vía, de manera que se limiten los daños y lesiones, tanto para los ocupantes como para los otros usuarios de la carretera y personas u objetos situados en las cercanías.

Por esta razón, es fundamental que desde la fase de diseño contribuyamos a mejorar y acondicionar los márgenes y medianas de la red vial nacional, en esta línea para realizar esta labor adecuadamente es necesario contar con criterios técnicos fundamentados y uniformes.

a) Sistema de contención y la siniestralidad.

Los problemas de diseño e instalación que se encuentran en los sistemas más antiguos es una consecuencia de haberse completado cuando el diseño y el rendimiento de la barrera no se entendían bien. En ese sentido los problemas similares encontrados en instalaciones más recientes sugieren que los procesos de calidad de diseño e instalación no logran instalaciones aceptables. Por lo que, la mayoría de las instalaciones de barreras de seguridad vial encuestados por el autor tenían deficiencias importantes o graves que podrían afectar su rendimiento y, en consecuencia, el resultado de siniestros viales.

Del mismo modo, determinó que entre el 60% y el 80% de las instalaciones encuestadas tenían deficiencias de diseño debido a una longitud inadecuada de necesidad o área libre de seguridad.

Aproximadamente el 40% de las instalaciones tenían tratamientos finales inapropiados o no conformes. La mayoría de estos se habrían instalado mucho antes de que se desarrollaran y adoptaran los estándares de rendimiento actuales.

Asimismo, aproximadamente el 86% de las instalaciones encuestadas tenían deficiencias de instalación importantes o graves. Sin embargo, la mayoría de las deficiencias de instalación se pueden reparar fácilmente. Por lo general, estos incluyen problemas de tratamiento de extremos asociados con la altura, la nivelación o los patrones de pernos de terminales faltantes o incorrectos.

Además, aproximadamente el 75% de las instalaciones tenían problemas relacionados con el mantenimiento pendiente del tratamiento final y aproximadamente el 20% de las instalaciones tenían problemas de mantenimiento de barreras. La mayoría de los problemas de mantenimientos importantes y graves se pueden identificar y solucionar fácilmente. Los ejemplos típicos incluyen el apriete del cable de anclaje.

Puede ser que los gerentes de red o los contratistas no hayan sido capacitados para identificar los problemas de mantenimiento apropiados o estén evitando obligaciones contractuales. Por lo que, recomienda que se debe establecer medidas de desempeño en los contratos de diseño, instalación y mantenimiento para reflejar el progreso hacia el logro de un sistema de garantía de calidad de barreras de seguridad vial, bases de datos de deficiencias y el monitoreo y reporte del progreso. (Dennis, 2015).

b) Identificación de los elementos de riesgo en márgenes y medianas.

Es fundamental analizar y evaluar en campo los riesgos que existe en el entorno, por ello, se debe analizar la probabilidad de que éste sea impactado por un vehículo que sale de la vía y la severidad de la colisión (gravedad del siniestro). En tal sentido se define la valoración de peligro potencial, a aquel elemento que cumpla de manera simultánea las siguientes tres condiciones:

- La naturaleza del elemento (dimensiones, geometría o configuración) son tales que su interacción con un vehículo podría producir daños severos.
- La velocidad de la vía es suficientemente elevada. Las consecuencias del impacto contra un obstáculo son directamente proporcionales a la velocidad, de tal forma que, la velocidad de circulación condiciona que el impacto contra un obstáculo pueda dar lugar a daños serios o no. Si el análisis se realiza para una carretera nueva (en proyecto), la velocidad que debe considerarse es la “velocidad de diseño”. En una carretera existente se debe emplear la “velocidad real”, representada por la velocidad del percentil 85, V85.
- La distancia del elemento al borde de la vía sea igual o menor al área libre necesaria. Un obstáculo que por su naturaleza sea peligroso y esté situado en las proximidades de una vía con velocidad suficiente para que el impacto pueda ser severo, no se

considera peligroso si se encuentra suficientemente alejado del borde la vía. Sin embargo, debe tomarse en consideración que un análisis de sitios de concentración de siniestros podría determinar que un obstáculo es peligroso, aun cuando se ubique después al área libre necesaria.

c) Consideraciones generales para la evaluación de sistemas de contención vehicular certificada:

Una de las características esenciales de los sistemas de contención vehicular es su durabilidad. Al evaluar la posible implementación de un sistema de contención vehicular, además tener en cuenta sus características de comportamiento, también se debe considerar el tiempo durante el cual se garantiza la protección que brinda dicho sistema, de tal forma que sea posible hacer las previsiones necesarias para el mantenimiento del sistema. La durabilidad de un sistema de contención vehicular está relacionada con los siguientes dos conceptos:

La “vida útil” de un sistema: es el período durante el cual se puede garantizar que el comportamiento del sistema se mantiene en un nivel que permite que el producto se comporte adecuadamente al ser impactado por un vehículo (según los requerimientos de las normas bajo la cual el producto fue ensayado a escala real, es decir, la norma europea EN 1317, o MASH), sin necesidad de gastos elevados de reparación o reposición. La vida útil de un producto depende de su durabilidad intrínseca y de las condiciones ambientales. Se debe distinguir claramente entre la vida útil declarada por el fabricante del producto, basada en la evaluación de la

durabilidad contenida en las especificaciones técnicas, y la vida útil real del producto. Esta última depende de muchos factores fuera del control del fabricante, tales como los métodos de instalación, el lugar donde se instala, la manipulación, el uso y el mantenimiento.

La “durabilidad intrínseca”, es la capacidad de un producto para mantener su comportamiento correcto a lo largo del tiempo, de acuerdo con la capacidad inherente de los materiales, estando el sistema sometido a la influencia de acciones predecibles. La durabilidad se establece mediante propiedades físicas y químicas mensurables, por ejemplo, las horas de resistencia a la oxidación en un ensayo de envejecimiento acelerado en cámara de niebla salada. Todos los sistemas de contención de vehículos deben mantener sus características y comportamiento cuando sean requeridos durante una vida económicamente razonable, por lo que los fabricantes deben realizar una descripción revisable basada en la experiencia y a medidas relativas a la durabilidad (como las del ensayo de envejecimiento acelerado, antes mencionado). En general las barreras de contención precisan de mantenimiento y conservación durante su vida útil de acuerdo con las características propias de cada sistema, para la conservación y extensión de la vida útil del sistema (que puede incluir la sustitución de piezas y la aplicación de algún material de recubrimiento, entre otras), o bien la sustitución completa del sistema de contención por otro nuevo.

En dicho sentido, la evaluación se dará a todos los elementos constituyentes del sistema de contención vehicular, verificando que el

recubrimiento galvanizado sea continuo, razonablemente liso y libre de imperfecciones claramente apreciables a simple vista que puedan influir sobre la resistencia a la corrosión de este, tales como, ampollas o inclusiones de cenizas o sales de flujo. Tampoco será admisible la presencia de trozos o acumulaciones de zinc que puedan interferir con el empleo específico del material galvanizado, asimismo, como la presencia de roturas de los paños, vigas, entre otros; además, se debe considerar dentro de la evaluación de los SCV la medición de espesor de revestimiento de los componentes del sistema de contención, del mismo modo, la medición de la fuerza con la que fue ajustada la tuerca o torque definitivo a determinadas piezas y el espesor del material de los componentes.

2.2.7. Diseño Geométrico

a) Estudio de la consistencia al diseño geométrico

La evaluación de consistencia de diseño geométrico considera conceptos como un trazo geométrico que además de cumplir con las normativas técnicas posee el concepto de vía indulgente ante un error humano. Por ello la consistencia del diseño geométrico es una categoría y/o nivel de acomodamiento entre las perspectivas de los conductores y la actuación que permite la vía (Wooldridge et al., 2003), en ese sentido se debe considerar la carga de trabajo que se da al conductor en su conducción si excedemos con diseños geométricos muy variados y/o tortuosos existe un mayor riesgo de generar un siniestro vial.

En esa línea se considera las metodologías para valorar la

consistencia de la red vial basándose en una evaluación de velocidad de operación, clasificando en tres categorías pudiendo ser i) buena, ii) aceptable y iii) deficiente. En caso de que el trazo geométrico sea deficiente y/o aceptable es importante evaluar el mejoramiento de dichos tramos y ello considerarlo como un Tramo Potencialmente Peligroso. En ese sentido identificado como un problema y definiendo el tramo es fundamental efectuar las recomendaciones de mejora.

b) Velocidad

La relación de la velocidad con la accidentalidad está más que contrastada, quizá sea este uno de los factores en los que más se ha profundizado a nivel de investigación, y sobre el que más controversia existe entre los conductores. Se estima que más del 30% de los siniestros de circulación ocurridos en carretera y más del 13% de los producidos en vías urbanas son debidos a comportamientos incorrectos del conductor por no adecuar o ajustar la velocidad a las circunstancias de cada momento, es decir, por circular a velocidad inadecuada en la mayoría de los casos por sobrepasar la velocidad establecida.

En un estudio realizado por el INTRAS (Instituto de Tráfico de Valencia) para Línea Directa en el que se analizaba la influencia de la velocidad en los siniestros viales, se llegaron a las siguientes conclusiones; i) uno de cada cinco siniestros con víctimas se debe a una infracción de velocidad, ii) el 37% de los siniestros mortales son causados por una infracción de velocidad, iii) en siniestros causados por una infracción de velocidad se duplica el porcentaje de fallecidos en

relación con los siniestros en los que no se ha cometido ninguna infracción de velocidad y iv) el porcentaje de conductores fallecidos se multiplica por 3 cuando la causa del siniestro es la velocidad.

c) Estudio de visibilidad de parada

Distancia de visibilidad:

Se define como una longitud continua hacia adelante de la carretera que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diferentes maniobras. (MTC, 2018).

Visibilidad de parada:

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria. Para la obtención de la distancia de visibilidad de parada se utiliza el valor de la velocidad señalizada en la carretera o, en caso de no disponer de señalización propia en la carretera, la velocidad establecida en la norma, de acuerdo con la siguiente fórmula del Manual de Diseño Geométrico DG-2018. (MTC, 2018).

Ecuación N° 7. Distancia de parada

$$Dp = 0.278 * V * t_p + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

Dónde:

D_p : Distancia de parada (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

t_p : Tiempo de percepción + reacción (s)

a: deceleración en m/s^2 (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

d) Estudio de visibilidad de adelantamiento

Es la distancia mínima que debe estar disponible a fin de facultar al

conductor de un vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. En concreto, para la evaluación de la visibilidad de adelantamiento se ha obtenido la distancia de visibilidad de adelantamiento mediante una Tabla 11.

Tabla 11

Elementos que conforman la distancia de adelantamiento.

Componente de la maniobra de adelantamiento	Rango de velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	Velocidad del vehículo que adelanta, V(km/h)			
	56.2 ¹	70 ¹	84.5 ¹	99.8 ¹
<u>Maniobra inicial:</u>				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t ₁ : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d ₁ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<u>Ocupación del carril contrario:</u>				
t ₂ : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d ₂ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<u>Distancia de seguridad:</u>				
d ₃ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<u>Vehículos en sentido opuesto:</u>				
d ₄ : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
$D_a = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$	317	446	583	726

¹ valores típicos para efectos de cálculo de las distancias d₁, d₂, d₃, d₄ y D_a.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras pg. 108 (MTC, 2018)

e) Evaluación de seguridad en carreteras de servicio

Definición

La Directiva 2008/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias define Inspección de Seguridad Vial como “...comprobación ordinaria y periódica de las características y los defectos que exigen una intervención de mantenimiento por motivos de seguridad”.

El Real Decreto 345/2011 establece que “La evaluación del impacto de las infraestructuras viarias en la seguridad consistirá en la realización de un análisis estratégico comparativo en la fase inicial de planificación con el fin de determinar la repercusión de una carretera de nuevo trazado o de la modificación sustancial de una carretera ya existente sobre la seguridad de la red viaria. Dicha evaluación se llevará a cabo en todos los proyectos de infraestructura de carreteras que se encuentren dentro del ámbito de aplicación del real decreto”

El manual de seguridad Vial establece que “la inspección de seguridad vial (ISV) en carreteras en servicio, aquel procedimiento sistemático en el que un profesional calificado e independiente comprueba las condiciones de la vía, analizando todos los aspectos de esta y su entorno que puedan intervenir en la seguridad de los usuarios, no sólo motorizados, sino también otros usuarios vulnerables como ciclistas o peatones”.

Por tanto, en el presente proyecto de investigación la evaluación de seguridad vial se define como un procedimiento sistemático en donde se

revisará el tramo de la red vial tanto de día como noche a fin de identificar las condiciones de seguridad vial y proponer las recomendaciones que puedan mitigar los riesgos de seguridad vial.

Caracterización del tramo en servicio

Se describe la situación en la que se encuentra la ejecución de la Obra, centrándose en los principales flujos de vehículos que se ven afectados, así como el entorno donde se desarrolla. Además, se plasman los cambios o ampliaciones realizadas posteriormente a su puesta en servicio, junto con las justificaciones.

Accidentalidad del tramo en servicio

Con la base de siniestros y/o incidentes ocurridos posteriormente a la puesta en servicio en el tramo será necesario analizar los siguientes:

- Identificar los puntos más conflictivos del recorrido.
- Identificar las horas de mayor número de siniestros
- Analizar la relación del volumen de tráfico con la capacidad máxima de la carretera por su sección transversal.
- La tipología de los siniestros.
- Los factores concurrentes de los siniestros.

Se analiza en los puntos donde se focalizan los siniestros, indicando el porcentaje de siniestros ocurridos en estos puntos respecto del total y señalando la principal causa de cada uno de ellos.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

La normativa vigente aplicable a este proyecto define los siguientes conceptos clave para el estudio:

a) Elemento susceptible de mejora (ESM):

Elemento físico de los distintos componentes de la infraestructura vial y del entorno en que se ubica, que, por su naturaleza, diseño, configuración, disposición o interrelación entre ellos, dé lugar a una zona de riesgo potencial que, mediante actuaciones rentables oportunas, se puedan paliar o eliminar, (MTC, 2017, p. 187).

b) Evaluación de seguridad (ESV):

Una revisión independiente, periódica, sistemática y técnica de la seguridad viaria de las carreteras o de tramos de éstas en servicio, por parte de un profesional independiente con objeto de certificar que la vía opere en las máximas condiciones posibles de seguridad y en su defecto proponer actuaciones que resulten viables para eliminar o paliar las carencias detectadas en los elementos susceptibles de mejora, (MTC, 2017, p. 274).

c) Factores de la seguridad vial:

Los factores que intervienen en los siniestros viales son múltiples, sin embargo, se puede agrupar en las siguientes categorías: acciones del conductor, condiciones mecánicas del vehículo, características geométricas de la vía y el medio ambiente físico o climático en el que opera el vehículo, (MTC, 2017, p. 20).

d) Factor infraestructura:

Son las condiciones y la calidad de la vía, del pavimento, las cunetas, las intersecciones y el sistema de control de tránsito, pueden ser factores condicionantes para que ocurran los siniestros. Considerando además las condiciones climáticas que circunda a un vehículo de transporte, también puede ser un factor en la ocurrencia de los siniestros, (MTC, 2017, p. 20).

e) La conservación o mantenimiento de los dispositivos y de su entorno:

Consiste en desarrollar actividades con la finalidad de garantizar la visibilidad, legibilidad, retrorreflectividad y color, las 24 horas del día y bajo toda condición climática. (MTC, 2016, p. 9).

f) Seguridad Vial:

Se entenderá como una evaluación de vías en servicio a fin de formular contramedidas las mismas que están dirigidas a prevenir y mitigar los niveles de daños de los siniestros, (MTC, 2017, p. 21).

g) Siniestro vial:

Se considera como un suceso fortuito e involuntario, donde a pesar de haber tomado en consideración los tres factores ocurre el hecho donde producto de ello se den las muertes, las lesiones y daños materiales, (MTC, 2017, p. 15).

h) Señalización horizontal:

Se conoce como señalización a las marcas que existen en la superficie de rodadura y está compuesta por marcas planas y elevadas.

(MTC, 2016, p. 253).

i) Señalización vertical:

Son dispositivos que se implementan en los laterales de la vía y tiene el fin de reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos. (MTC, 2016, p. 13).

j) Tramo de concentración de siniestros (TCSs):

Tramo de la red que presenta una frecuencia de siniestros significativamente superior a la media de tramos características semejantes, y en donde una actuación de mejora de la infraestructura conduce a una reducción efectiva de la accidentalidad, (MTC, 2017, p. 21).

k) Tramo potencialmente peligroso (TPPs):

Tramos de una vía que, no llegando a ser un Tramo de Concentración de Siniestros, pero son puntos conflictivos detectados que requieren de una actuación de mejora de su Seguridad Vial, (MTC, 2017, p. 22).

CAPITULO III

III. METODOLOGIA.

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

El diseño de investigación de acuerdo con su orientación o finalidad es aplicado, debido a que tiene por objeto formular recomendaciones relacionados con la infraestructura vial, enfocado en la búsqueda de mitigar la causa de dichos siniestros.

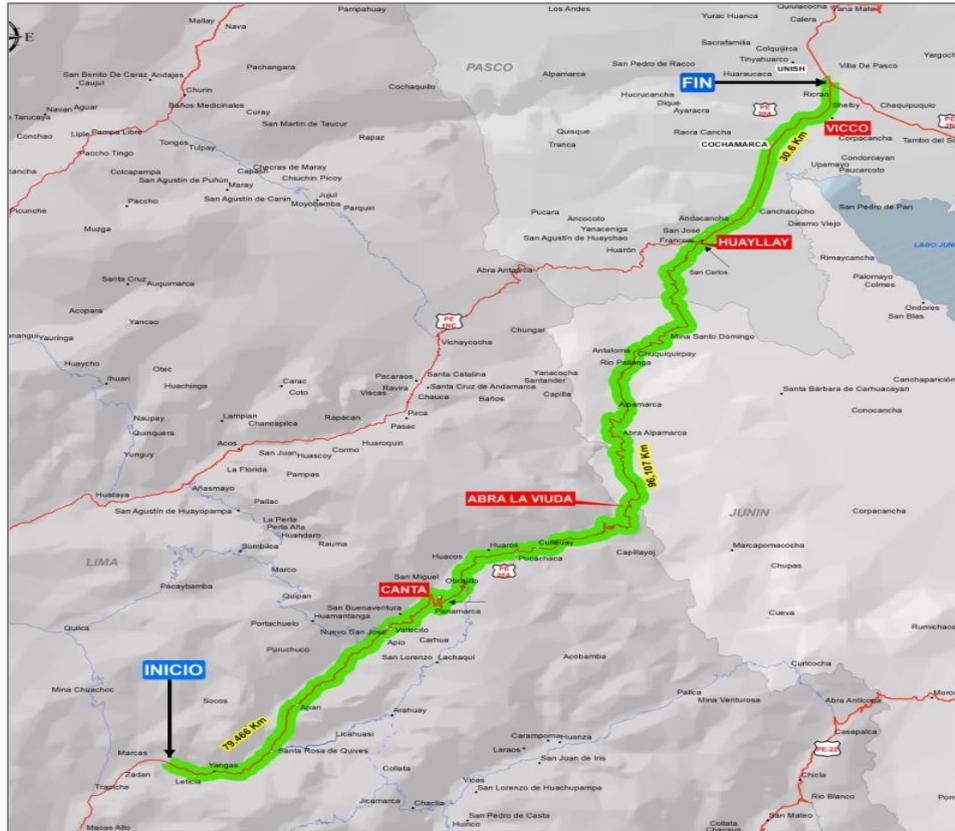
De acuerdo con la técnica de contrastación, la investigación es de tipo descriptivo, debido a que da respuesta a las posibles causas de los siniestros relacionados con el factor infraestructura, que son materia de análisis de esta investigación.

3.2. POBLACIÓN

El Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay - Dv. Cochamarca - Empalme PE 3N, se ubica en la parte central del país, en la Región Lima (Provincia de Canta), Junín (Provincia de Yauli) y Pasco (Provincia de Pasco) a una altura entre 2,800 y 4,680 m.s.n.m., inicia en Lima en el Km.21+500 de la Av. Túpac Amaru (Distrito de Carabayllo) y culmina en el Emp.PE- 3N (a la altura delKm.109) cerca al Dv. Pasco, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Corredor Vial Lima - Canta – Huayllay - Empalme PE 3N

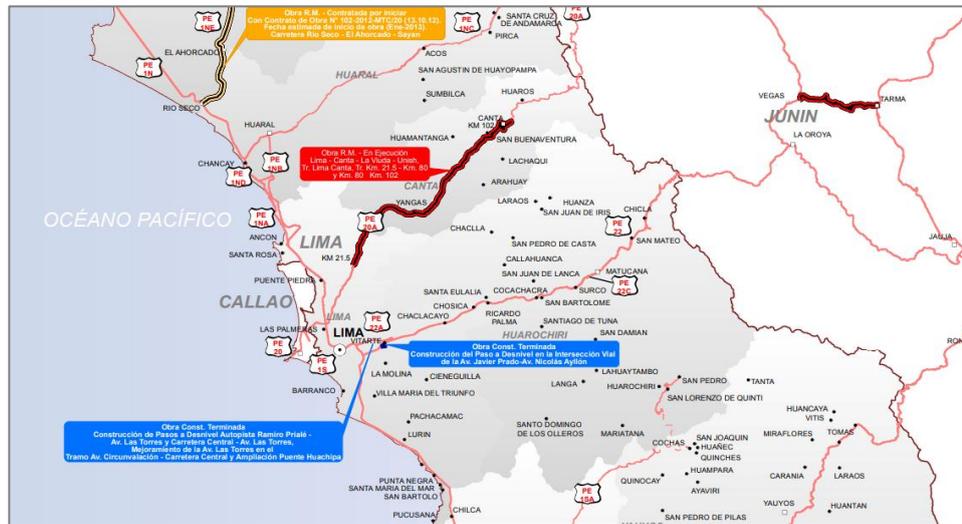


3.3. MUESTRA

La muestra para el proyecto de investigación está compuesta por la Red de la Ruta Nacional PE-20A desde el km 0+000 hasta el km 79+000, iniciando en Lima hasta Canta.

Figura 2

Corredor Vial Lima - Canta – PE-20A



3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Elementos susceptibles de mejora en TCSVs consiste en la identificación y estudio de los elementos de la vía que están causando siniestros viales y en elementos susceptibles de mejora en TPPs se identificaron los elementos de la vía que aún no han causado siniestros pero que representa un gran peligro para que ocurra los siniestros, permitirá hacer las recomendaciones de actuación. En la Tabla 12 se presenta la operacionalización de las variables.

Tabla 12

Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Tipo	Técnica	Instrumento
Elementos susceptibles de mejora	Son elementos de la infraestructura vial, que permite ser evaluado de manera sistemática e inicia desde la evaluación de datos de siniestros viales, la evaluación en campo y la formulación de las recomendaciones (Manual de Seguridad Vial, 2017:21).	Señalización horizontal	<ul style="list-style-type: none"> - Credibilidad - Legibilidad - Consistencia - Visibilidad - Coherencia - Tecnología 	Cualitativo	Análisis documental, evaluación en campo y análisis en gabinete.	Dato estadístico de los siniestros viales, fichas, registro fílmico, reportes de medición con equipos en campo.
		Señalización vertical	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación entre el trazo y la señalización horizontal. - Homogeneidad, consistencia, credibilidad y carga de trabajo. - Visibilidad y legibilidad. - Material retroreflectante. 			
		Sistemas de contención vehicular	<ul style="list-style-type: none"> - Barreras de seguridad. - Terminales - Transiciones - Atenuadores de impacto. 			
		Diseño geométrico	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidad - Visibilidad - Consistencia 			

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Descripción de las técnicas

Las principales técnicas y/o instrumentos que se utilizaran posteriormente en la presente investigación son:

- Análisis documental: A manuales, normas, investigaciones tanto nacionales e internacionales.
- Análisis de los índices de severidad: En gabinete (data de accidentalidad y/o siniestralidad y diseño de las recomendaciones).

3.5.2. Evaluación de la vía en servicio

Revisión documental: se usó esta técnica para obtener información a través de las normas, libros, tesis, manuales, reglamentos, directivas y otro tipo de información relacionado con el tema de investigación “Aplicación de las herramientas del Manual de Seguridad Vial, para la evaluación”. Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación se realizaron las siguientes actividades: El trabajo de evaluación de seguridad vial en la carretera objeto de la presente investigación. En primer lugar, se recabó toda la información relacionada con las carreteras objeto del estudio. Además, se ha realizado la evaluación en campo en la que se ha procedido a efectuar los recorridos durante el día y la noche en el tramo en estudio. Las principales técnicas y/o instrumentos que se ha utilizado en la presente investigación se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13

Técnicas y/o instrumentos de la investigación

Análisis documental	Manuales, normas, investigaciones nacionales e internacionales
Análisis de los índices de severidad	En gabinete (data de accidentalidad y diseño de las recomendaciones).
Análisis de la vía en servicio	En campo y gabinete

Revisión documental: se usará esta técnica para obtener información a través de las normas, libros, tesis, manuales, reglamentos, directivas y otro tipo de información relacionado con el tema de investigación “Aplicación de las herramientas del Manual de Seguridad Vial, para la evaluación”.

3.5.3. Descripción de los instrumentos

- Ficha bibliográfica: este instrumento se utiliza para recopilar datos en formatos o fichas ordenadas metodológicamente relacionadas con: “Aplicación de las herramientas del Manual de Seguridad Vial, para evaluación”.
- Análisis del proyecto: consiste en primer lugar hacer la recolección de dato de la capacidad de la infraestructura vial a través de un estudio de tránsito, luego con ello se hace la identificación de los tramos o componentes de la infraestructura vial que puedan causar más siniestros viales.
- Análisis de la vía en servicio: como la vía se encuentra operando y se cuenta con el registro de datos de siniestros se evalúa la causa en

gabinete, luego se va a campo para verificar los tramos de concentración de siniestros, así como identificar los tramos potencialmente peligrosos, de ello se plantea alternativas que puedan mitigar los niveles de siniestros de tránsito en la vía en servicio.

- Procedimientos de comprobación de validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de información.

3.6. PROCEDIMIENTOS

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se realizaron trabajos de evaluación de seguridad vial en la carretera objeto del presente proyecto, se circunscribe a la definición que da el propio Manual de Seguridad Vial, a saber, “procedimiento sistemático en el que un equipo profesional calificado comprueba las condiciones de seguridad de un tramo de carretera o de un itinerario completo en servicio, estudiando la vía y su entorno desde todos y cada uno de los aspectos que puedan intervenir en la seguridad de todos los usuarios”. A partir de la definición anterior se describen cuáles son los trabajos desarrollados a lo largo del estudio:

- a. Recopilación de la información: En primer lugar, se recabó toda la información relacionada con las carreteras objeto del estudio.
- b. Resultado de las actividades de campo: Es en esta fase se realizó su visita a campo, haciendo la inspección in situ de las características de la carretera y su influencia en la accidentalidad. Durante la visita el equipo se confirmó el listado de TPP provisionales, añadiendo o descartando los que finalmente consideró oportunos de acuerdo con los criterios de identificación establecidos anteriormente.

- c. Trabajos de evaluación en campo: La evaluación de la carreteras se dan inicio de enero a abril del 2022, la actividad en campo se desarrolló en ambos sentidos de circulación tanto de día como de noche y bajo todas las condiciones de usuarios, asimismo se efectuó trabajos de reconocimiento previo que principalmente consistió en la ubicación de las puntos progresivas iniciales y finales de los tramos objeto de esta investigación, el mismo se efectuaron las tomas de fotografías georreferenciadas y grabación de la totalidad del recorrido con dos cámaras.
- d. Análisis en gabinete: A partir de los datos recopilados, se ha trabajado, en gabinete, las tareas de análisis en las carreteras objeto de estudio, de forma que se puedan caracterizar cada uno de los aspectos relacionados con la seguridad vial. Los trabajos de gabinete y campo han permitido definir y establecer tanto los TCSV y TPP.

3.7. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

En esta investigación se ha realizado de acuerdo con la orientación aplicada y de acuerdo con la técnica de contratación descriptiva, con un diseño de estudio documental y campo.

En ese sentido, ha sido necesario identificar las situaciones problemáticas que tiene la red vial nacional no concesionadas específicamente el tramo Lima – Canta, con la finalidad de definir e identificar las relaciones que existen entre dos o más variables propuestos en la presente investigación. Así como se ha formulado las hipótesis para luego formular y analizar los resultados (Hernández, Fernández, y Bautista,

2014). Por ello, la presente investigación se acopla a un diseño descriptivo debido a que analiza un conjunto de datos evaluados en campo para que estos puedan ser procesados de una forma correcta para así poder conocer la causa del problema y con ello formular las recomendaciones.

3.8. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Con los datos de siniestros viales y toda la información recopilada tanto en campo y gabinete y teniendo información cualitativa y cuantitativa, se analizó la información con uso software ofimática de Excel en la versión actualizada a la fecha.

3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

A efectos de desarrollar la presente investigación, se ha considerado y apreciado, los criterios éticos y confidencialidad de toda la información recopilada para el análisis de siniestros viales. Así cómo se ha respetado y utilizado los derechos de autor criterios APA para citas y referencias.

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS.

4.1. ANALISIS DE LA SINIESTRALIDAD, CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y CONDICIONES CLIMÁTICAS.

4.1.1. Generalidades

A. Aspectos contractuales

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de PROVIAS Nacional, suscribió el contrato para la ejecución del proyecto de “Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por Niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial: Lima – Canta – Huayllay – Dv. Cochamarca – Emp. PE 3N”, el cual fue adjudicado por un monto que asciende a S/ 530, 833,350.87 y bajo el contrato de préstamo suscrito entre la República del Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El mismo que actualmente es ejecutada por el consorcio empresa China Road And Bridge Corporation, el proyecto tiene una longitud de 206 kilómetros y beneficiará directamente a 174,476 habitantes de las regiones de Lima, Junín y Pasco.

Este corredor ha sido dividido en 4 tramos que permitirán optimizar las intervenciones programadas. El tramo 1 comprende la vía entre Lima y Canta, el tramo 2 desde Canta a Huayllay, el tercer tramo llega hasta el Dv. Cochamarca y finalizando en el empalme con la Longitudinal de la Sierra. Siendo objeto del presente estudio el primer tramo Lima – Canta de aproximadamente 79+000km. El contrato comprende la construcción, rehabilitación, mantenimiento, conservación por niveles de servicio; así como la operación de la infraestructura vial nacional a través de la

construcción de estaciones de peaje, pesaje, atenciones especiales y asistencia al usuario, por ocho (08) años. En ese sentido el proyecto se constituye como una vía alterna a la Carretera Central y permitirá mejorar y asegurar la accesibilidad y transitabilidad del transporte de pasajeros.

B. Descripción general del tramo Lima – Canta

La carretera objeto de la presente investigación actualmente se encuentra afirmada en 95% y trocha en 5%, en gran medida la vía se encuentra en estado de conservación, considerando sectores críticos las zonas de derrumbes y huaycos. Tiene una longitud aproximada de 79 km, la clasificación de vía es de Primera Clase donde el IMDA oscila entre 2001 – 4000 veh/día, el tipo de superficie de rodadura es de asfalto caliente, tiene un ancho de vía promedio de 7.00 m con 2 carriles y bermas entre 1.00m a 1.50m, la velocidad de directriz es de 30 – 40 y 50 km/h. En cuanto a la orografía predominante en el terreno por donde discurre el trazo de la carretera, se puede decir que coexisten tramos con terreno ondulado, tramos con terreno accidentado y tramos con terreno plano.

En cuanto a los criterios de la construcción de la carretera Lima-Canta, han sido diseñados de acuerdo al Manual de Diseño de Carreteras del Ministerio de Transportes y comunicaciones del año 2001, siendo una vía de segunda clase. Asimismo cabe recalcar que el fenómeno de El Niño costero del año 2017, afectó considerablemente la vía efectuando en algunos tramos la necesidad de obras de reconstrucción y producto de ello afectó la seguridad vial. Por ello en la Licitación denominada

“Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por Niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima – Canta – Huayllay – Dv. Cochamarca – Empalme PE 3N Tramo: Canta – Huayllay” con L.P.I. N° 001-2019-MTC/20, firmada el Contrato N° 103-2019-MTC/20, con inicio de ejecución de 01.11.2019, en el tramo Lima – Canta las actividades de conservación inicial, el pavimentado y la mejora de seguridad vial.

Por otro lado, debido a que la seguridad vial, tiene mayor énfasis con la aprobación del Manual de Seguridad en el año 2017 por el MTC, donde brinda las herramientas de intervenciones claras para cada ciclo de inversión, nace la necesidad de efectuar las evaluaciones e inspecciones de seguridad vial de las vías en servicio y auditorías en la fase de formulación del proyecto, partiendo del principio de la evaluación de la vía en las condiciones actuales y no buscando las explicaciones de las consideraciones de diseño y ejecución y concluyendo con la formulación de recomendaciones. En ese sentido, la presente investigación se desarrolla bajo los principios del Manual de Seguridad Vial vigente.

C. Información de aforos y composición vehicular

De acuerdo con el Proyecto: “Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lima-Canta-La Viuda-Unish, tramo: Lima-Canta”, indica los siguientes datos de IMD de Carabayllo a Trapiche de 6,107 veh/día, Trapiche a Santa Rosa de Quives 3,189 veh/día y de Santa Rosa de Quives a Canta 2,252 veh/día, con 40% de vehículos ligeros. Ello con proyección al 2031.

4.1.2. Análisis de siniestralidad vial 2019-2021

Los datos de siniestros recibidos corresponden al periodo comprendido entre el año 2019 y 2021, entre el kilómetro 0+000 y el kilómetro 79+000. Dichos datos se han depurado para su correcto procesamiento. En la Tabla 14 y la Figura 3, se puede observar el número total de siniestros, así como el de fallecidos y heridos en el tramo de estudio.

Tabla 14

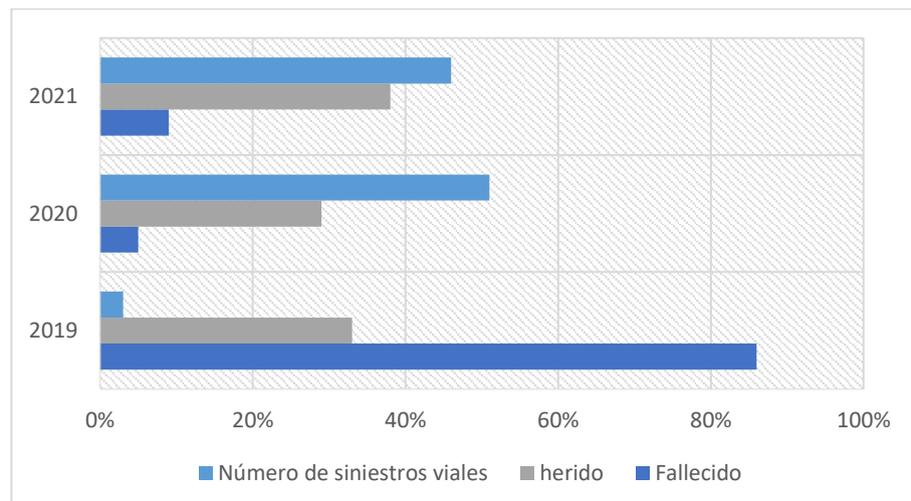
Siniestros Viales 2019 - 2021

Año	Número de siniestros viales	Fallecidos	Heridos
2019	1	19	8
2020	18	1	7
2021	16	2	9
Total	35	22	24

Fuente: Oficina de Emergencias Viales de la Dirección de Gestión Vial de PVN

Figura 3

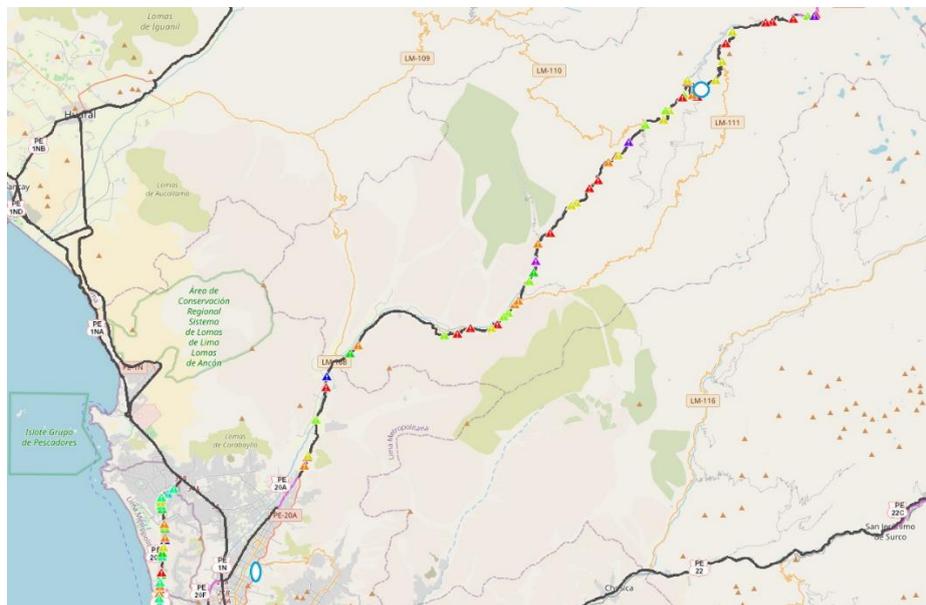
Siniestros viales 2019 - 2021



Fuente: Oficina de Emergencias Viales de la Dirección de Gestión Vial de PVN.

Figura 4

Distribución de Siniestros viales, Tramo Lima -Canta



La proporción del número de siniestros con víctimas respecto al número de siniestros totales, a lo largo del periodo de estudio, se mantiene constante y se considera alta (en la mayor parte de los siniestros registrados se han registrado víctimas), destacando el incremento de los siniestros con víctimas del año 2020 respecto al 2019, que representa un incremento de aproximadamente del 50%. En esta línea es importante mencionar que los siniestros viales en el 2019 se producen sólo una vez ello debido a la restricción planteada por el Gobierno Central en relación con la inmovilización por el COVID – 2019.

4.1.3. Los siniestros viales en cifras.

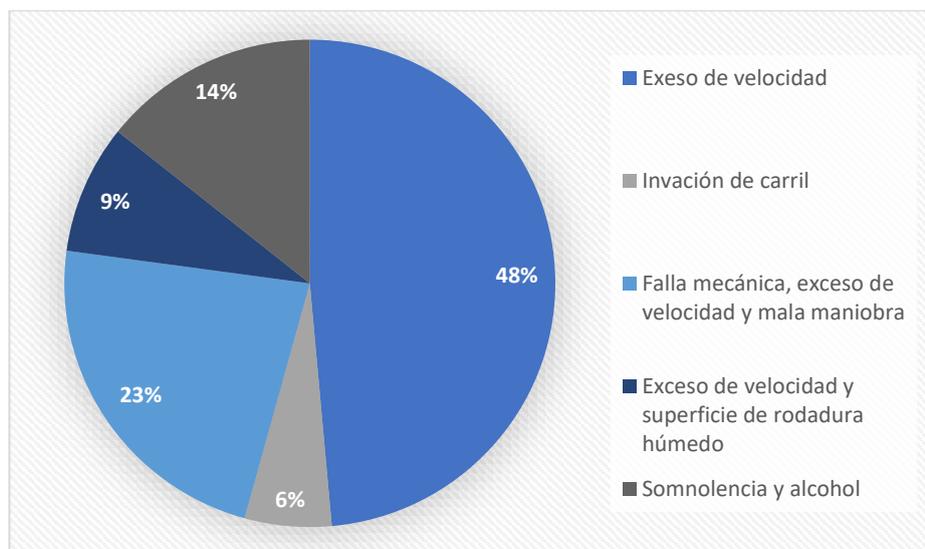
a) Siniestros viales por infracción.

En el proceso de depuración de los datos de siniestros, se han distribuido las columnas llamadas, “tipo de siniestro”, “características del siniestro vial” y “otros”, en infracción, tipo de siniestro y factor

concurrente como: exceso de velocidad, fuga del vehículo causante, imprudencia, imprudencia de conductor, imprudencia de pasajero, invasión de carril, luces altas. En ese sentido en la Figura 5 se muestra el tipo de infracción en el tramo en evaluación.

Figura 5

Siniestros viales por infracción 2019 - 2021



Fuente: Oficina de Emergencias Viales de la DGV de PVN

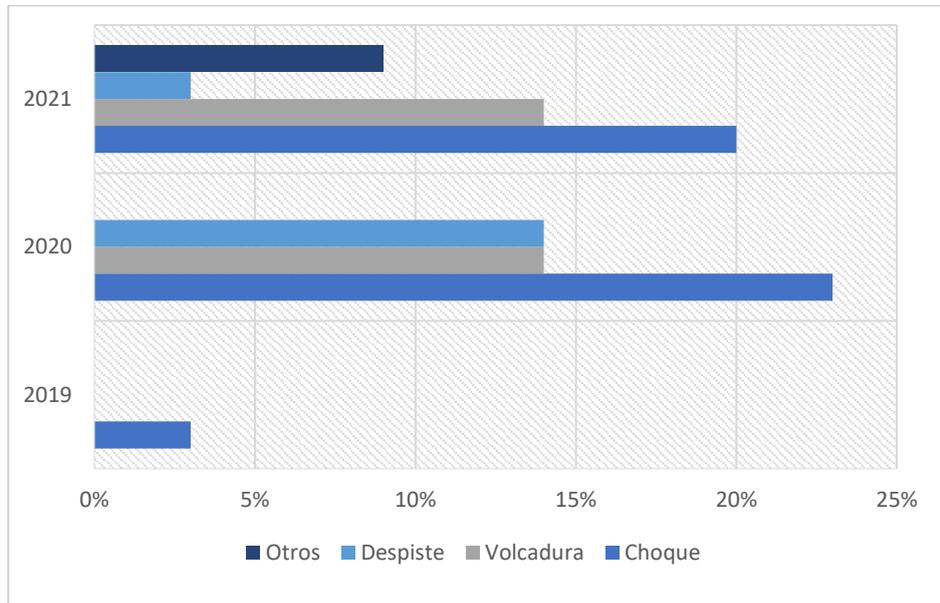
Tanto la siniestralidad total que incluye a las víctimas viene determinada principalmente por las siguientes infracciones: exceso de velocidad, falla mecánica sumado el exceso de velocidad e imprudencia del conductor y la somnolencia con el uso del alcohol son predominantes.

b) Análisis por tipo de siniestro.

En el proceso de depuración de los datos de siniestros, se han distribuido las columnas llamadas, factor concurrente como: el atropello, choque, volcadura, despiste, caída de carga. En la Figura 6 se muestra el tipo de siniestro vial.

Figura 6

Tipo de siniestros viales 2019 – 2021



Fuente: Oficina de Emergencias Viales de la DGV de PVN

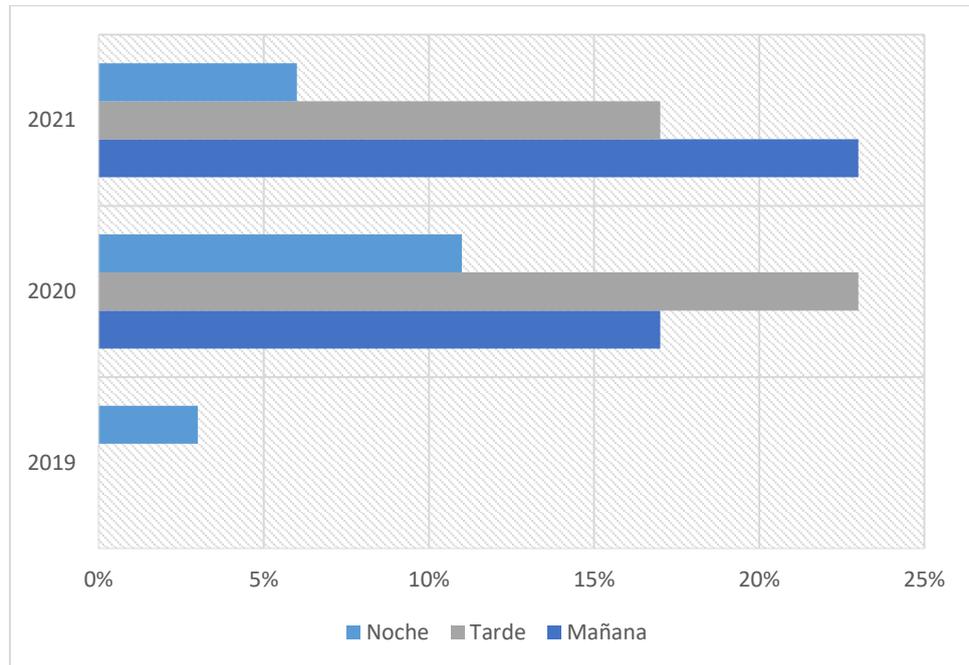
En cuanto al tipo de siniestro destacan los choques, que representan casi un tercio del total, los choques y las volcaduras, con alrededor de un 50% del total cada uno. En los siniestros con víctimas, los principales tipos de siniestros siguen siendo los mismos, y en proporciones similares. Por lo que respecta a los heridos por tipo de siniestro, destacan nuevamente los choques, seguido de las volcaduras. En el número de fallecidos destacan los choques con un porcentaje, del 23% del total, y un escalón detrás los despistes, por debajo del 20%.

c) Análisis de siniestro por horario.

De acuerdo con los horarios donde ocurrieron son en la mañana y en la tarde, ello tiene relación directa con el factor climático ya que el tramo de mayor siniestro se encuentra en zona de neblina y lluvias, en la Figura 7 se visualiza los horarios de siniestros viales.

Figura 7

Horarios de siniestros viales 2019 – 2021



Fuente: Oficina de Emergencias Viales de la DGV de PVN

d) Factores que influyeron en los siniestros viales.

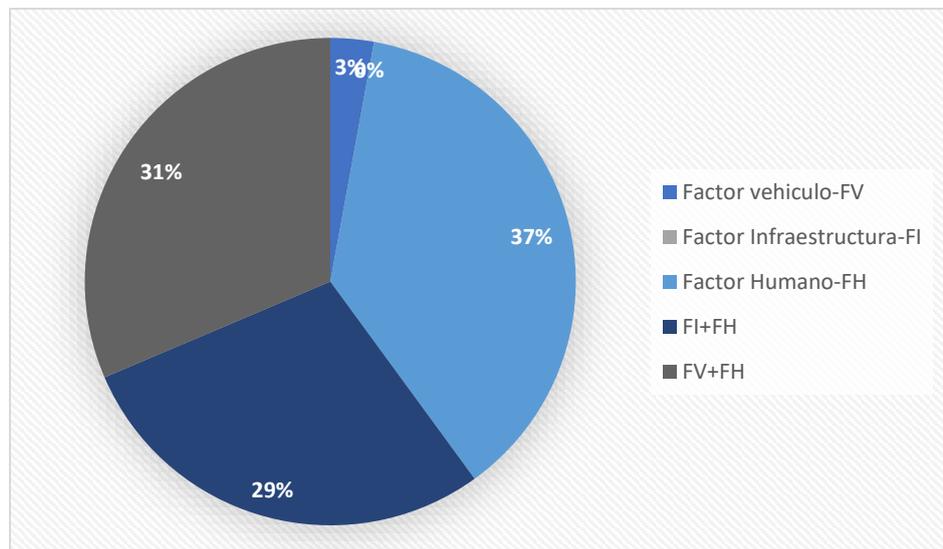
Para evaluar la incidencia del factor humano en los siniestros registrados, se utilizan los campos señalados en los siniestros según el tipo de Infracción, a excepción de los casos en que sólo se registra la fuga del vehículo causante pues se trata de una acción posterior al siniestro vial. A estos registros se les añade aquellos casos en que el parte de siniestro vial registra el factor concurrente: cansancio, despiste y ebriedad del conductor.

Por lo que respecta, al análisis de factor vehicular, se engloban dentro de los vehículos ligeros, los siguientes tipos de vehículos: motocicleta, mototaxi, automóvil, station wagon, camioneta rural, automóvil pick up, camioneta pick up y microbús. Dentro de vehículos pesados: ómnibus, camión y trayler.

De todos los datos reflejados en el registro de siniestros, el factor relacionado con la falta de señalización y los factores relacionados con la climatología, son los únicos que se pueden relacionar, con el factor infraestructura. En el caso de los factores meteorológicos, por lo que se refiere a la capacidad de desagüe de la plataforma y la visibilidad de la carretera en condiciones adversas. En la Figura 8 se puede apreciar la incidencia de cada uno de estos factores.

Figura 8

Factores de siniestros viales 2019 - 2021



Fuente: Oficina de Emergencias Viales de la DGV de PVN

De la Figura 8 el factor humano incide en 97% de los siniestros viales, la interacción en los factores vehículo y humano intervienen en 31%, seguida de la interrelación de factor humano e infraestructura en 29% y el factor vehículo en 3%.

4.1.4. Características de infraestructura vial

De acuerdo con la evaluación en campo se ha visualizado, deterioros y/o fallas de la superficie del pavimento, así como se ha encontrado zonas con derrumbes las mismas que en algunos casos ha generado la pérdida de la plataforma, cierre de un carril, entre otros. Los mismos que se pueden identificar como Tramos Potencialmente Peligrosos, especialmente para la conducción nocturna.

a) Sección transversal

- Los anchos de la calzada y de los carriles en todas las curvas resulta suficientes, para los vehículos actuales de operación, en caso de que ingresará un vehículo tipo T3S3, será necesario ampliar algunas de las curvas existentes.
- No se ha encontrado divisiones suficientes entre los carriles de circulación de los vehículos a motor, los carriles para ciclistas, las sendas para peatones y las aceras.
- Existen zonas de parada para los vehículos con condiciones de inseguridad por encontrarse en su mayoría en tramos curvos y en las transiciones.
- Asimismo, se ha visualizado la caída de materiales procedentes de los taludes naturales sobre la carretera.

b) Trazo

- En la zona de transición desde los tramos contiguos, se ha observado la debilidad en el trazado.
- Se visualizó la existencia de zonas en las que debido a la orientación de la carretera puedan producirse deslumbramientos al amanecer o al

atardecer a lo largo de tramos prolongados o coincidiendo con elementos críticos del trazo (cambios de rasante, aproximaciones a intersecciones y accesos, finales de carriles adicionales, etc.)

- Las transiciones en los tramos en los que existen carriles adicionales, y en las zonas de transición por reducción de carriles, se observó deficiencias en su trazo y señalización.
- Se observado, además, la insuficiencia en las pendientes para asegurar el desagüe superficial de la calzada, así como también las cunetas que se encuentran cubiertas de materiales y en algunos casos de vegetación; en otros se encuentran para reparar y reconstruir.
- En cuanto a la visibilidad principalmente en tramos curvos, teniendo en cuenta la velocidad de operación y las maniobras que realizan los usuarios, resultan insuficientes, esto debido a que en estos tramos existen señalizaciones de 80km/h, por lo que se sugiere reducir las velocidades hasta 40km/h, a fin de garantizar la visibilidad en estos tramos.
- Las canalizaciones para los flujos de peatones, ciclomotores y vehículos agrícolas no se encuentran adecuadas para su uso.
- En cuanto a los accesos a las zonas suburbanas y en las zonas propiamente calificadas como urbanas, se observa la debilidad en previsión de tramos que permitan canalizar y/u ordenar los flujos peatonales, de ciclistas, ciclomotores, entre otros. Por ello, se recomienda efectuar propuestas de mejora que se puedan adoptar para mejorar la seguridad vial.

c) Enlaces

- En cuanto a las vías arteriales o enlaces a la red vial principal, las zonas de aproximación no son homogéneas en cuanto a diseño, superficie de rodadura y señalización.

d) Intersecciones

- En cuanto a la compatibilidad entre el diseño geométrico y los dispositivos de control, existen deficiencias y debilidades, lo cual viene generando una disminución en cuanto a la visibilidad, a distancias de aproximaciones, presentando características de inseguridad para todos los usuarios, por lo cual resulta necesario reforzar la señalización de prioridad de paso en los accesos principalmente en donde la percepción por los conductores se encuentra comprometida. (Carabayllo, Punchauca, Trapiche, Santa Rosa de Quives, Canta).
- Asimismo, es necesario evaluar la suficiencia de las dimensiones en planta de la intersección para que no se planteen problemas de seguridad como consecuencia de las maniobras de los vehículos de mayores dimensiones con la composición del tráfico prevista

e) Pavimento

- Se recomienda efectuar mejoras en la superficie del pavimento principalmente en los accesos a los centros poblados y en los tramos donde se está perdiendo la plataforma de la vía.
- Adicionalmente, se sugiere evaluar la fricción superficial en los tramos curvos con especial atención en entre los tramos del km 60+000 hasta 80+000 (Canta) por encontrarse dentro de la zona

lluviosa y en donde la película del agua en algunas ocasiones alcanza hasta 4mm, el cual podría generar siniestros por hidropneumático y/o aquaplaning.

f) Señalización y balizamiento

- En general se ha observado la deficiencia en la aplicación de criterios técnicos normativos, tanto en el tipo de láminas retrorreflectivas, como en la coherencia con el trazo, las dimensiones, entre otras y en algunos casos se encuentra inconsistentes con el diseño geométrico e incoherentes con la velocidad de operación, el mismo que genera confusión al conductor e invita a exceder las velocidades, ello podría ser consideradas como Elementos Susceptibles de Mejora – ESM.
- Asimismo, es importante señalar que las señales son útiles para los conductores, por lo que la información que se brinde a través de las señales debe ser claras, precisas y de acorde con la geometría, la velocidad, así como debe cumplir los niveles de retroreflectividad, la ubicación desde la calzada, el ángulo de instalación, la altura de poste, las dimensiones de las señales, entre otras características.
- En cuanto, a la señalización de las limitaciones de velocidad (inicio, final, visibilidad), se ha observado la presencia de señales en tramos curvos y zonas urbanas de hasta 80 km/h, esto es urgente cambiar a 40km/h para tramos curvos y de 30km/h para zonas urbanas.
- Resulta necesario establecer prohibiciones de adelantamiento para vehículos pesados en algunos tramos tangentes en los lugares adecuados.
- Es necesario mejorar y/o adecuar la continuidad de la señalización de

orientación, ya que en algunos casos no son concordantes con el trazo de la vía.

- Asimismo, es importante anotar que existen deficiencias en la adecuación de señales informativas, para permitir su percepción y comprensión por los usuarios en el tiempo que dispondrán para ello.
- Se necesita complementar elementos de balizamiento, asegurando que sean los adecuados para reforzar la señalización de advertencia de peligro en las curvas con una velocidad máxima inferior a las de las alineaciones contiguas, ya que se observó que un gran porcentaje no cumplen con lo establecido en la normativa, y en otros casos se encuentra rotas, o inexistentes. La implementación de estos no debe reducir el ancho de la berma actual.
- Se necesita instalar las tachas retrorreflectivas u ojo de gato, debidamente certificadas, en los tramos donde la percepción de las características de la carretera y de su entorno se pierda.
- Las “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales” señala que, el coeficiente mínimo de retroreflectividad en la Tabla 15. Los coeficientes antes señalados deben ser obtenidos con un equipo retroreflectómetro horizontal de geometría de 30m.

Tabla 15

Coefficiente mínimo de retroreflectividad

N°	Color	Coefficiente mínimo de Retroreflectividad Inicial	Coefficiente mínimo de Retroreflectividad para repintado
1	Blanca	230 mcd.lux ⁻¹ .m ⁻²	100 mcd.lux ⁻¹ .m ⁻²
2	Amarillo	175 mcd.lux ⁻¹ .m ⁻²	80 mcd.lux ⁻¹ .m ⁻²

Fuente: MTC (2013). Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales

Para las mediciones de retroreflectividad horizontal, se usó un equipo de medición con geometría de 30m, con un ángulo de iluminación o entrada de 88.76° y ángulo de observación de 1.05°, en la Figura 9 se muestra el resultado según su condición de retroreflectancia.

Figura 9

Cumplimiento de la Señalización Horizontal



En los ejes laterales de la vía, tanto el color amarillo como el

blanco superan ampliamente los coeficientes mínimos establecidos en la normativa. Sin embargo, en el eje central se encontró que en uno de los sentidos sólo cumple los valores en un 30.31%.

- Para determinar, pues, si una señal vertical es visible a los ojos del conductor, éstas deben cumplir unos valores mínimos de coeficientes de retrorreflexión (R'/cd.lx-1.m-2) según diferentes parámetros. En el Perú, según queda reflejado en el “Manual de Carreteras

Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013” cada una de las señales verticales que se fabriquen e instalen en carreteras, estarán divididas por tipo de material siendo aceptable desde las láminas Tipo IV en adelante. El Coeficiente de Retroreflectancia presenta en las Tablas 8 y 9 del presente documento.

- La evaluación según condición física se presenta en los valores cualitativos obtenidos en la evaluación de campo de las señales verticales fueron realizados en la carretera PE 20A, progresiva 00+000 al 26+000, las señales se encuentran sucias, ello representa en un 33% que no brinda las condiciones de seguridad vial, del 26+000 al 79+000, se encuentran limpias. Sin embargo, en un 10% de láminas necesitan modificaciones por actualización de la normativa, asimismo se visualizó al menos 5% de señales nuevas con láminas fluorescentes en acceso a zonas de derrumbe para mejorar la visibilidad.
- A continuación, en la Figura 10 se muestran los porcentajes de cumplimiento para las señales verticales evaluadas y la necesidad de intervención según condición.

Figura 10

Porcentajes de cumplimiento de las Señales Verticales



Fuente: Elaboración propia del trabajo del Campo

De la Figura 10 se puede concluir que:

- El 55.02 % de las señales no requieren intervención.
- El 20.50 % de las señales requieren mantenimiento.
- El 24.48 % de las señales requieren la reposición inmediata, por no cumplir con los parámetros mínimos de Retrorreflectividad.

g) Márgenes y sistemas de contención de vehículos

- En cuanto a los sistemas de contención vehicular, se observó que se han efectuado las instalaciones en algunas zonas o tramos que no ameritan.
- Así como, también se observó los sistemas de contención de diferentes tipos, y según el Anexo 05 del Manual de Seguridad Vial, es necesario efectuar el estudio de tráfico, la velocidad límite para determinar el tipo de contención adecuado para la vía, por lo que se debe evaluar la necesidad de disponer de amortiguadores de impacto en los vértices de las divergencias principalmente entre el km 00+000

al km 15+000.

- Además, se necesita efectuar la limpieza general de la vía, ya que debido a los huaycos y derrumbes ocurridos durante el fenómeno El Niño Costero en el año 2017, se encuentra aún obstruidas las barreras generando un problema en el nivel de contención de este, así como tampoco permite efectuar una evaluación pormenorizada.
- Por otro lado, como consecuencia de estos huaycos y derrumbes se observó la debilidad de las barreras de contención en cuanto a la instalación ya que se visualizó barreras que se encontraban con pernos doblados e instalados a profundidades menores a los 5 cm, con epóxicos de insuficiente espesor, presencia de diferentes tipos de barrera en el mismo tramo, se encontró borde puentes mal instalados, entre otros.
- Asimismo, en lo que corresponde a las barreras de seguridad de tipo borde puente, se observó deficiencias en el sistema de sujeción de este, así como, deficiencia en su instalación, ya que, son excéntricas al muro de concreto donde debieron ser empotradas. Además, se ha observado que no presentan los anchos de trabajo, según lo señalado en el Anexo 5 en el Manual de Seguridad Vial vigente, como otros documentos técnicos del MTC.
- Por otro lado, en algunos tramos se pudo visualizar la existencia de un estrangulamiento de la sección transversal, ello debido a la instalación de barreras de seguridad, siendo estas vistas específicamente en los puentes, lo cual afecta el diseño geométrico y

la visibilidad, como a la operación.

- En cuanto a los terminales se han encontrado elementos certificados y artesanales no siendo validados estos últimos, cuyos terminales se encuentran en un estado de oxidación, y en cuanto al abatimiento no se encuentran esviadas en un gran porcentaje.
- En algunos tramos de la vía se ha observado, barreras de seguridad en zonas donde no existe abismo (zonas de cultivo a nivel de la carrera con más de 10 m. de longitud).
- En cuanto a los captafaros, se han encontrado laminas retroreflectivos de Tipo I, en otros presentan de Tipo II y también se encuentra una combinación de Tipo I en los laterales y de tipo IV en la parte frontal de la misma, siendo que, estos incumplen con la normativa vigente.
- En el tramo urbano, respecto a barreras de seguridad, se observó el retiro de paños generando accesos peatonales y vehiculares informales, los cuales incurren en un riesgo sobre los siniestros de tránsito y la debilidad del nivel de contención para la que ha sido diseñada e implementada dicha barrera. Por ello, se sugiere, priorizar y canalizar los pases peatonales y vehiculares ubicándolas en las intersecciones que corresponden.
- En consiguiente, se sugiere la reposición de los paños retirados, así como, la limpieza de las barreras de seguridad en su totalidad debido a que se encuentra cubierto de tierra.

h) Iluminación

- En cuanto a la iluminación, se necesita adecuar o instalar señales verticales en los accesos de zonas urbanas, tramos de neblina y

tramos donde han ocurrido los siniestros con láminas fluorescentes de Tipo IV.

i) Equipamiento

- Las cunetas deberán ser limpiadas en su totalidad, ya que se ha observado que se encuentran cubiertas de tierra y vegetación, empozamiento de agua que vienen afectando a la estructura del pavimento
- En cuanto a las alcantarillas en su totalidad se ha observado la necesidad realizar actividades de limpieza y mejoramiento de los parapetos en diversos tramos, muros de cabezal de entrada, así como, el pintado de los parapetos, a fin de dar mayor visibilidad y reducir los riesgos de siniestros de tránsito.
- En cuanto a los badenes se necesita la construcción en tramos donde se presentan filtraciones de agua (zona acuífera), a fin de dar pase al curso del agua.
- Resulta importante la necesidad de disponer en algún punto barandillas o vallas para canalizar los movimientos de los peatones, así como las vallas para prevenir las intrusiones de animales.

j) Accesos

- Se pudo visualizar la existencia de accesos que comprometen la seguridad de los usuarios, ya que las visibilidades son insuficientes para los vehículos que salen del acceso, lo cual genera que el conductor efectúe maniobras peligrosas.
- Existen debilidades en las condiciones para facilitar la percepción de la existencia del acceso desde la vía principal a una distancia

suficiente, resultando preciso mejorar estos puntos.

- Se verificó un insuficiente acondicionamiento de los accesos.

k) Estructuras

- De acuerdo con la evaluación, en algunos tramos no se ha proyectado dispositivos de contención adecuados en todos los puntos de la estructura en que son precisos.
- Es insuficiente el sistema de drenaje (badenes).

l) Travesías y tramos urbanos

- Se necesita señalar a fin de percibir con antelación suficiente el inicio del tramo urbano o de la travesía, así como se debe implementar adecuadamente con los dispositivos de moderación de la velocidad.
- No se visualizó suficientes aceras dispuestas y a una anchura suficiente para los flujos de peatones previstos, así como tampoco se vio la continuidad de los itinerarios peatonales.
- Por otro lado, se verificó, la existencia de cruces de la calzada inadecuadamente resueltos. Principalmente por que la localización de los puntos de cruce de la calzada en las secciones en que pueden realizarse no ofrece mayor seguridad.
- Para zonas urbanas principalmente en Carabayllo, resulta conveniente disponer barandillas o vallas para canalizar los movimientos de los peatones, así como generar áreas y zonas de descanso y de servicios.
- En cuanto a la ubicación de las entradas y salidas en zonas libres de elementos críticos, comprometen seriamente a la seguridad, así como

se debe disponer la adecuación de la disposición para facilitar los movimientos de los vehículos.

m) Paradas de transporte público

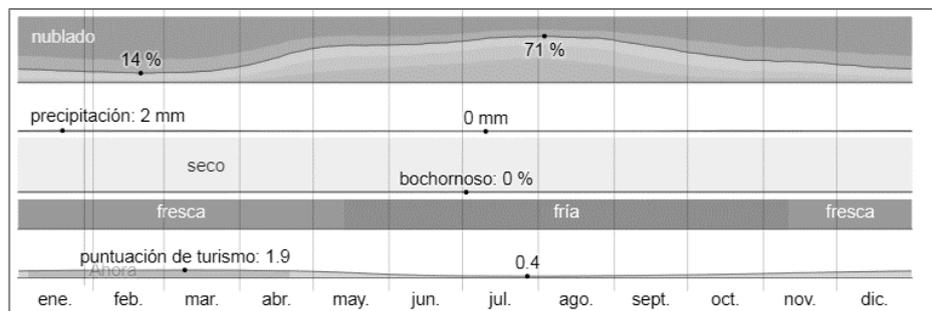
- Se ha identificado la necesidad de resolver adecuadamente desde el punto de vista de la seguridad las necesidades de establecer paraderos para el transporte público.
- En la zona urbana principalmente en Carabaylo es necesario disponer elementos de canalización de los flujos de usuarios hasta los paraderos, considerando suficientes áreas de espera para los usuarios y que están adecuadamente protegidas.

4.1.5. Condiciones climáticas

En la Figura 11 se muestra el clima de Canta, donde los veranos son frescos, áridos y nublados y los inviernos son muy fríos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 0 °C a 15 °C y rara vez baja a menos de -2 °C o sube a más de 18 °C.

Figura 11

Resumen del clima en Lima - Canta – PE-20A



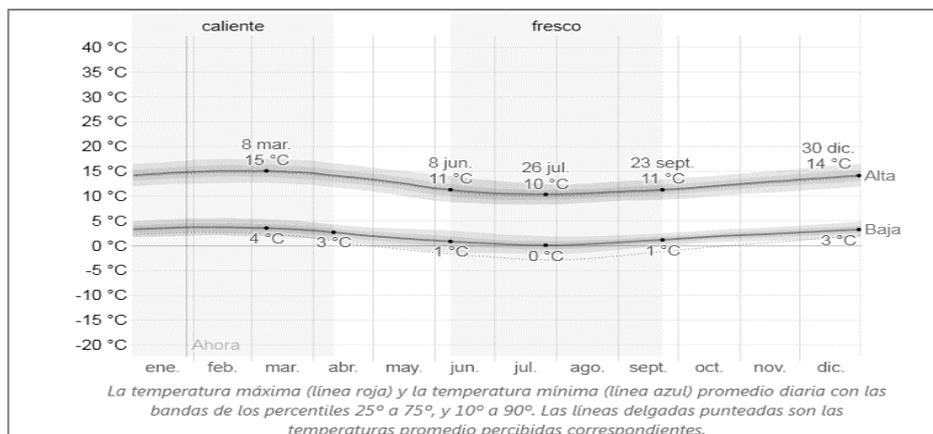
Fuente: Senamhi

La temporada es templada y dura 3 a 4 meses, del 30 de diciembre al 11 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más

de 14 °C. El día más caluroso del año es el 8 de marzo, con una temperatura máxima promedio de 15 °C y una temperatura mínima promedio de 4 °C. En cambio, la temporada fresca dura 3,5 meses, del 8 de junio al 23 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 11 °C. El día más frío del año es el 26 de julio, con una temperatura mínima promedio de 0 °C y máxima promedio de 10 °C. En la Figura 12 se muestra las temperaturas.

Figura 12

Temperaturas máximas y mínimas del promedio.



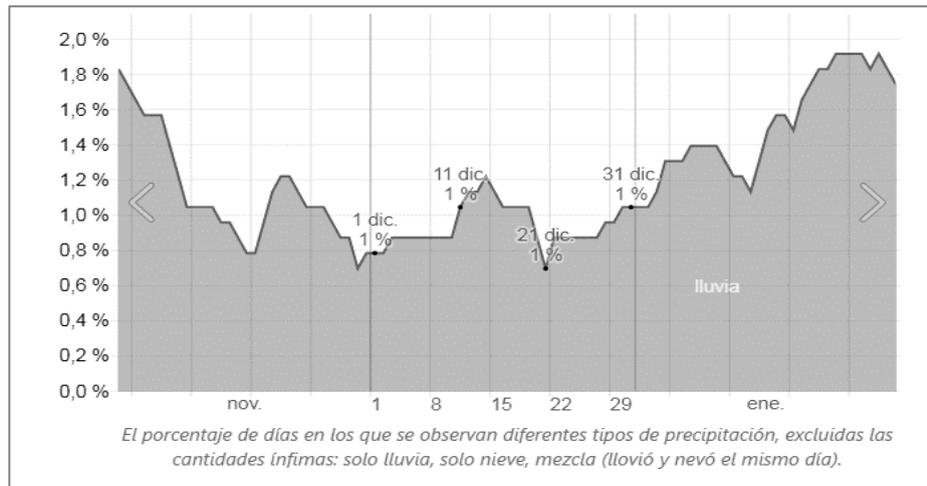
Fuente: Senamhi.

La precipitación en un día mojado es un día con por lo menos 1.00 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. En Canta, la probabilidad de un día mojado en el mes de diciembre es esencialmente constante, permaneciendo en alrededor del 1 %.

Como referencia, la probabilidad más alta del año de tener un día mojado es el 2 % el 9 de marzo, y la probabilidad más baja es el -0 % el 3 de setiembre. En la Figura 13 se muestra las probabilidades de precipitaciones.

Figura 13

Probabilidad de precipitaciones

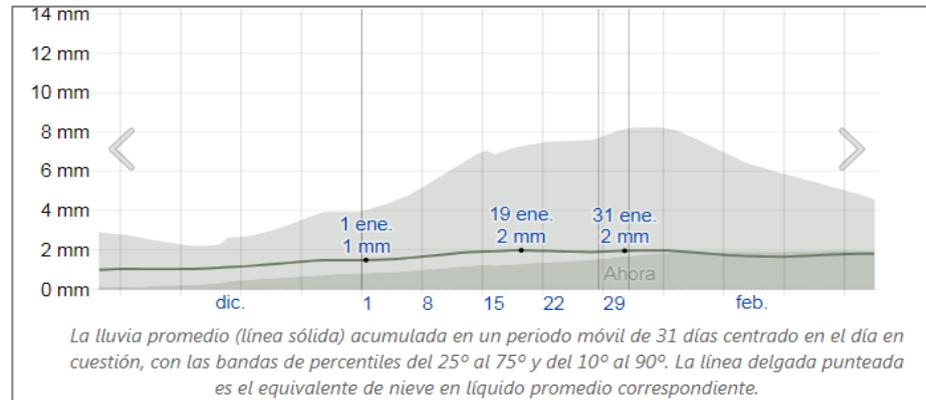


Fuente: Senamhi

El promedio de lluvia durante en Canta es esencialmente constante, permaneciendo en aproximadamente 1 milímetros, y rara vez excede 4 milímetros, en la Figura 14 se muestra el promedio mensual de lluvia.

Figura 14

Promedio mensual de lluvia



Fuente: SENAMHI.

4.1.6. Resultados de velocidad.

En diversos documentos normativos como el Reglamento Nacional de Tránsito, el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras y, el Manual de Carreteras: “Diseño

Geométrico” establecen criterios para el establecimiento de límites de velocidad y señalización vinculada. De entre ellos para el presente documento se analiza la metodología establecida en el Manual de diseño geométrico relacionado con la velocidad de operación, donde con el percentil 85 de la velocidad, se puede determinar la velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos. Con ello es posible determinar en cada tramo de la vía la velocidad de operación y con fórmulas matemáticas se efectúa el comparativo donde se puede visualizar los tramos donde de alguna manera pueden comprometer a la seguridad de la infraestructura vial.

Para dicho análisis, ha sido preciso usar un equipo de registro de velocidad y luego calibrarlas para finalmente identificar la variación de velocidad en los tramos donde se comprometen, para dicho análisis se muestra las Tablas 16 y 17 donde se desarrolla el análisis de la velocidad del tramo, para lo cual se anexa los valores de velocidad.

$$P_K = L_i + A \left(\frac{\frac{Kn}{100} - F_i - 1}{F_i - F_{i-1}} \right)$$

Tabla 16*Cálculo de velocidad del tramo Lima- Canta*

Tramo	Lima - Canta						
Sentido	Sur - Norte						
Longitud	103.7 km						
Número	4542						
Límite Min	6.0						
Límite Superior	95.0						
Rango	89						
K	13.0689						
K_R	13						
TIC	6.85						
TIC_R	6.9						

Nº	Li	Ls	xi	fi	Fi	fi%	xi*fi
1	6.0	12.9	9.5	15	15	0%	141.8
2	12.9	19.8	16.4	88	103	2%	1,438.8
3	19.8	26.7	23.3	285	388	6%	6,626.3
4	26.7	33.6	30.2	270	658	6%	8,140.5
5	33.6	40.5	37.1	256	914	6%	9,484.8
6	40.5	47.4	44.0	427	1341	9%	18,766.7
7	47.4	54.3	50.9	463	1804	10%	23,543.6
8	54.3	61.2	57.8	558	2362	12%	32,224.5
9	61.2	68.1	64.7	661	3023	15%	42,733.7
10	68.1	75.0	71.6	767	3790	17%	54,878.9
11	75.0	81.9	78.5	410	4200	9%	32,164.5
12	81.9	88.8	85.4	301	4501	7%	25,690.4
13	88.8	95.7	92.3	41	4542	1%	3,782.3
				4542		100%	259,616.4

Vel. Promedio	58 km/h
Vel. Max	96 km/h
p85%	76 km/h

kn/100	= 3860.7
Fi-1	= 3790
Fi	= 4200
Li	= 75.0
A	= 6.90

Figura 15

Velocidad de percentil 85 Lima – Canta.



De la Tabla 16 y Figura 15, se concluye que la velocidad de operación es de 96 km/h y de acuerdo con el cálculo de percentil 85, la velocidad de la vía es de 76 km/h, por lo que se recomienda señalizar del sentido Lima – Canta, de hasta una velocidad máxima de 70km/h.

Tabla 17

Cálculo de velocidad tramo Canta - Lima

Tramo	Lima - Canta						
Sentido	Norte - Sur						
Longitud	103.7 km						
Número	4055						
Límite Min	3.0						
Límite Superior	97.0						
Rango	94						
K	12.9064						
K_R	13						
TIC	7.23						
TIC_R	7.3						
Nº	Li	Ls	xi	fi	Fi	fi%	xi*fi
1	3.0	10.3	6.7	38	38	1%	252.7
2	10.3	17.6	14.0	158	196	4%	2,204.1
3	17.6	24.9	21.3	177	373	4%	3,761.3

4	24.9	32.2	28.6	205	578	5%	5,852.8
5	32.2	39.5	35.9	262	840	6%	9,392.7
6	39.5	46.8	43.2	273	1113	7%	11,780.0
7	46.8	54.1	50.5	335	1448	8%	16,900.8
8	54.1	61.4	57.8	326	1774	8%	18,826.5
9	61.4	68.7	65.1	422	2196	10%	27,451.1
10	68.7	76.0	72.4	509	2705	13%	36,826.2
11	76.0	83.3	79.7	722	3427	18%	57,507.3
12	83.3	90.6	87.0	465	3892	11%	40,431.8
13	90.6	97.9	94.3	163	4055	4%	15,362.8
				4055		100%	246,549.8
Vel. Promedio				61 km/h			
Vel. Max				98 km/h			
p85%				84 km/h			
kn/100		3446.75					
Fi-1		3427					
Fi		3892					
Li		83.3					
A		7.30					

Figura 16

Velocidad de percentil 85 Canta - Lima.



De la Tabla 17 y Figura 16, se concluye que la velocidad de operación es de 98 km/h y de acuerdo con el cálculo de percentil 85, la velocidad de la vía es de 84 km/h, por lo que se recomienda señalar del sentido Canta - Lima, de hasta una velocidad máxima de 80km/h.

Finalmente, las velocidades establecidas en tramos curvos para ambos sentidos de la vía se recomiendan hasta 40km/h, ello debido a la poca visibilidad, en tramos tangentes se recomienda velocidades máximas de 40 a 50 km/h, en zona de neblina y lluvia de igual manera hasta 30km/h. Cabe indicar que ambas figuras se visualiza velocidades de 0km/h, ellas representan velocidades donde se tubo paradas necesarias para la evaluación y en otros casos por condiciones climáticas.

4.2. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS SUSCEPTIBLES DE MEJORA Y SU INTERACCIÓN CON LOS SINIESTROS VIALES.

4.2.1. Definición de tramos de concentración de siniestros viales.

De acuerdo con el Manual de Seguridad Vial se definen que los TCSV en redes viales nacionales como: “Tramo de vía de 1.00 km de longitud en el que durante un periodo de 3 años se han registrado 3 ó más siniestros con víctimas y además su índice de peligrosidad o el de mortalidad sea igual o superior a dos veces el índice medio de peligrosidad o de mortalidad de los tramos pertenecientes a su rango de tráfico”. Como el tramo en estudio no cumple con estas características se hará una redefinición de tramos donde han ocurrido siniestros viales como “Tramos con Siniestros Viales – TCSV”, ello entendiéndose como un tramo donde han ocurrido siniestros viales con víctimas mortales y donde no han ocurrido víctimas mortales se les denominará tramos potencialmente peligrosos-TPPs.

4.2.2. Listado de tramos que cumplen con la definición de TCSV.

A continuación, se exponen los tramos donde han ocurrido los siniestros viales al menos con un (01) víctima mortal, para el período

comprendido entre los años 2019 y 2021. En ese sentido en la Tabla 18 se muestra la relación de tramos con siniestros viales.

Tabla 18

Relación de tramos que cumplen con definición de TCSV.

Año	Código	Latitud	Longitud	Sector	KM Inicial	KM Final	Long.	Fallec.	Heridos
2019	7335	-11.60345	-76.760339	Yaso	61+000	61+900	900 m	19	8
2020	9547	-11.691579	-76.811917	Santa Rosa de Quives	48+500	49+700	1200m	1	3
2021	15756	-11.740196	-76.97335	Trapiche	26+200	27+200	1000m	2	1

4.2.3. Listado de tramos que cumplen la definición de TPPs.

A continuación, se exponen los tramos donde han ocurrido los siniestros viales pero que en algunos casos han resultados heridos y en otros casos no, para el período comprendido entre los años 2019 y 2021. En ese sentido en la Tabla 19 se muestra la relación de tramos potencialmente peligrosos.

Tabla 19

Relación de tramos que cumplen con definición de TPPs.

Año	Código	Latitud	Longitud	Sector	KM	Fallec.	Heridos
	9886	-11.564742	-76.72419	Chaperito	68+800	0	0
	11639	-11.5404	-76.706754	Puente Chaperito	71+900	0	0
	13263	-11.49214	-76.649119	Puente Chaperito	83+200	0	0
	10026	-11.500803	-76.654571	Puente Verde	81+231	0	0
	13127	-11.672977	-76.795497	Santa Rosa Quives	52+440	0	0
2020	13248	-11.642944	-76.777337	Santa Rosa de Quives	56+540	0	0
	10246	-11.633327	-76.774782	Santa Rosa de Quives	57+670	0	4
	12881	-11.616118	-76.773006	Santa Rosa de Quives	59+660	0	0
	12764	-11.577929	-76.736951	San José	66+400	0	0
	12768	-11.577929	-76.736951	San José	66+400	0	0
	12792	-11.780654	-76.983317	Chocas	21+701	0	0

Año	Código	Latitud	Longitud	Sector	KM	Fallec.	Heridos
	13167	-11.479509	-76.636591	San Buenaventura	85+240	0	0
	12833	-11.47702	-76.634689	San Buenaventura	85+810	0	0
	12845	-11.711015	-76.943159	Huanchipuquio	32+200	0	0
	12882	-11.750132	-76.973558	Chocas alto	25+590	0	0
	13300	-11.534349	-76.699054	Lachaqui	73+820	0	0
	13711	-11.669227	-76.791486	Puente la Cabaña	53+060	0	0
	14304	-11.49214	-76.649119	Puente Chaperito	83+200	0	0
	14305	-11.815327	-76.991614	Santa Rosa de Puquio	17+440	0	0
	14554	-11.700204	-76.84957	Santa Rosa de Quives	44+370	0	1
	17293	-11.632148	-76.77502	Santa Rosa de Quives	57+810	0	0
	16658	-11.606659	-76.761859	Santa Rosa de Quives	61+100	0	0
2021	14555	-11.534426	-76.699185	Santa Rosa de Quives	73+810	0	1
	14651	-11.491938	-76.64887	Canta	83+235	0	1
	15441	-11.65115	-76.781584	Santa Rosa de Quives	55+500	0	0
	15439	-11.479035	-76.621893	Canta	94+200	0	4
	15440	-11.477186	-76.63485	Canta	85+580	0	0
	15736	-11.464739	-76.632316	Canta	87+260	0	1
	15698	-11.533603	-76.697094	Canta	74+070	0	0
	16928	-11.701823	-76.861536	Yangas	43+500	0	0

4.3. EVALUACIÓN DE LOS TRAMOS CON ALTO RIESGO EN ATENCIÓN A SU FUNCIONALIDAD VIAL ACORDE A LOS PARÁMETROS NORMATIVAS EMITIDAS POR EL MTC.

4.3.1. ESM en tramos con siniestros viales – TCSV.

A continuación, se muestra una Tabla 20 en la que se indica para cada elemento susceptible de mejora donde ya ocurrieron los siniestros viales con al menos un fallecido en los tres últimos años.

Tabla 20

Relación de ESM en los TCSV.

Tcsv	Sector	KM	Longitud	Fallec.	Heridos	ESM	Normativa
1	Trapiche	26+200 al 27+200	1000m	2	1	<ul style="list-style-type: none"> No existe señalización horizontal ni vertical. Erosión de rocas Accesos deficientes Deficiente visibilidad. 	Falta implementar la señalización vertical en los accesos limitando la velocidad Tipo (R-30, R-5-3 y R-5-4) y prioridad Tipo (R-1, R-2).
2	Santa Rosa de Quives	48+500 al 49+700	1200m	1	3	<ul style="list-style-type: none"> No hay señal de pare. No hay reductor de velocidad Caída de rocas Bifurcación de poca a nula visibilidad. 	Falta implementar la señalización vertical Tipo (R-30, R-5-2) y prioridad Tipo (R-1, R-2).
3	Yaso	61+000 al 61+900	900 m	19	8	<ul style="list-style-type: none"> Visibilidad limitada en curva Sistema de contención inadecuado. 	Como la visibilidad es limitada falta incorporar señales Tipo (R-300) km antes. El nivel de contención para el tipo de vía y vehículos es superior a lo solicitado en el Anexo 05 del Manual de Seguridad Vial.

4.3.2. ESM en tramos potencialmente peligrosos - TPPs

En la Tabla 21 se indica para cada elemento susceptible de mejora donde ya ocurrieron los siniestros viales con heridos y sin heridos, pero donde no se ha registrado ningún fallecido, además se hace una breve descripción de los problemas detectados.

Tabla 21*Relación de ESM en los TPPs.*

Item	Sector	KM	Fallec.	Heri.	ESM	Normativa
1	Santa Rosa de Puquío	17+440	0	0	Tramo tangente de acuerdo con la norma.	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
2	Chocas	21+701	0	0	Curva horizontal, necesidad de visibilidad	Debilidad en señal de velocidad Tipo (R-30). En los accesos.
3	Chocas alto	25+590	0	0	Tramo tangente de acuerdo la norma.	Debilidad en señal de velocidad Tipo (R-30).
4	Huanchipuquío	32+200	0	0	Acceso a curva y contracurva horizontal, escasa visibilidad.	Debilidad en señal de Tipo (R-30, P-5-1)
5	Yangas	43+500	0	0	Tramo tangente de acuerdo la norma	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
6	Santa Rosa de Quives	44+370	0	1	Tramo tangente de acuerdo la norma	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
7	Santa Rosa Quives	52+440	0	0	Tramo tangente de acuerdo la norma	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
8	Puente la Cabaña	53+060	0	0	Tramo tangente de acuerdo la norma	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
9	Santa Rosa de Quives	55+500	0	0	Curva Horizontal	Debilidad en señal de Tipo (R-30, P-2A ó P-2B)
10	Santa Rosa de Quives	56+540	0	0	Tramo tangente de acuerdo la norma	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
11	Santa Rosa de Quives	57+670	0	4	Baden	Falta implementar la señalización vertical en la Ubicación de badén de Tipo (P-34A) y repintar.
12	Santa Rosa de Quives	57+810	0	0	Curva	Debilidad en señal de Tipo (R-30, P-2A ó P-2B)

Item	Sector	KM	Fallec.	Heri.	ESM	Normativa
13	Santa Rosa de Quives	59+660	0	0	Tramo tangente	Debilidad en señal de Tipo (R-30)
14	Santa Rosa de Quives	61+100	0	0	Zona con erosión	Limita señal informativa y/o preventiva kilómetros antes.
15	San José	66+400	0	0	Señal de límite de Velocidad	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
16	San José	66+400	0	0	Acceso a curva y contracurva horizontal	Debilidad en señal de Tipo (R-30, P-2A ó P-2B).
17	Chaperito	68+800	0	0	Curva horizontal	Necesidad de sobreaancho para que dos vehículos puedan operar al mismo tiempo en la curva y además ofrece limitada visibilidad. Se puede ampliar de acuerdo con el Manual de Mantenimiento o Conservación del MTC.
18	Puente Chaperito	71+900	0	0	Acceso al puente	Rediseñar el acceso de acuerdo lo indica en el Manual de Seguridad Vial.
19	Santa Rosa de Quives	73+810	0	1	Tramo tangente	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
20	Lachaqui	73+820	0	0	Curva Horizontal	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
21	Canta	74+070	0	0	Baden	Falta implementar la señalización vertical en la Ubicación de badén de Tipo (P-34A) y repintar.

Item	Sector	KM	Fallec.	Heri.	ESM	Normativa
22	Puente Verde	81+231	0	0	Curva horizontal seguida de baden	Falta implementar la señalización vertical en la Ubicación de badén de Tipo (P-34A) y repintar.
23	Puente Chaperito	83+200	0	0	Curva Horizontal	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
24	Canta	83+235	0	1	Curva Horizontal	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
25	San Buen aventura	85+240	0	0	Tramo tangente	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
26	San Buena ventura	85+810	0	0	Baden	Falta implementar la señalización vertical en la Ubicación de badén de Tipo (P-34A) y repintar.
27	Canta	85+580	0	0	Curva Horizontal	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
28	Canta	87+260	0	1	Curva vertical	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30).
29	Canta	94+200	0	4	Curva	Debilidad en señal de límites de velocidad Tipo (R-30 y P-2B O P-2A).

4.3.3. ESM en otros puntos de la red vial.

A continuación, se muestra una Tabla 22 en la que se indica para cada ESM donde no ha ocurrido ningún evento de siniestro vial pero su falta de atención podría provocar algún siniestro vial pudiendo tener consecuencias fatales, en ese sentido, además, se hace la descripción.

Tabla 22*Elementos Susceptibles de Mejora – ESM*

Item	KM	ESM	Incumple la normativa
1	Dv. Trapiche - Canta	La literatura técnica de los hitos kilométricos	Manual de Dispositivos del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.
2	Km 0+900, 1+800, 2+100, 2+500, 3+000, 3+500, 3+700, 4+000, 4+700, 8+000, 8+500, 8+700, 9+000, 9+200, 9+400, 10+100, 10+500, 12+500, 16+000, 16+400, 17+500, 18+900, 19+900, 20+500, 20+800, 21+000, 22+100, 24+000, 26+000, 50+000 y 50+500	Reductores de velocidad en acceso de zona urbana.	Falta implementar la señalización vertical en la Ubicación de Reductores de velocidad de Tipo (P-33B).
3	17+000, 35+000, 40+000, 41+000, 55+000, 58+000, 61+000, 61+300 y 72+000.	Perdida de plataforma y sin señalización para la conducción nocturna.	Incumple el concepto de bridar vías transitables y seguras del Reglamento de Gestión de Infraestructura.
4	16+000 y 30+000	El derecho de vía se encuentra invadida.	Manual de Diseño Geométrico y el Reglamento de Gestión de Infraestructura Vial, sobre custodia de derecho de vía.
5	33+000 al 34+000	Se observa falta de Sistema de Contención Vehicular	Anexo 05 del Manual de Seguridad Vial.
6	52+000, 53+000, 56+000, 56+500, 61+000, 65+000, 68+000, 68+080.	Señal vertical en badenes	Falta implementar la señalización vertical en la Ubicación de badén de Tipo (P-34A) y repintar.
7	68+000 y 68+080	Se observa las obras de arte que no han sido incorporados al trazo.	Con visibilidad, legibilidad, consistencia, solicitados en el Manual de Seguridad Vial.

4.4. RECOMENDACIONES TÉCNICAS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN QUE CONTRARESTREN LOS SINIESTROS VIALES.

4.4.1 Clasificación de los ESM en TCS y TPP.

Realizando un análisis en detalle de la problemática de la infraestructura en los TCSs y puntos potencialmente peligrosos, se ha podido elaborar una clasificación de problemáticas que se repiten en cada TCS y en TPPs.

Esta clasificación se basa en los diagnósticos de Seguridad Vial elaborados en cada uno de los puntos evaluados y en ellos se han puesto de manifiesto las causas que provocan que el punto en cuestión registre una siniestralidad, en el caso de los TCSs, o las condiciones por las que se prevé que un punto puede llegar a convertirse en un TCSs, en el caso de puntos potencialmente peligrosos. Además, a la hora de emitir cada diagnóstico, se han tenido en cuenta los resultados del análisis de siniestralidad, las listas de chequeo, la identificación de los factores (humano, infraestructura, vehículo) influyentes en la ocurrencia de los siniestros viales, el resultado arrojado por los ensayos de reflectometría realizados en las señales.

De esta forma, se han definido los siguientes problemas tipo que se repiten en mayor o menor medida en cada TCS:

1. Confusión en zonas con prohibición de adelantamiento, este problema surge cuando existe descoordinación entre la señal vertical de prohibido adelantar y la línea central continua. El usuario puede realizar una maniobra de adelantamiento indebida, involuntariamente, ocasionando

con ello un riesgo de choque frontal, sobre todo en lugares con escasa visibilidad como curvas o cambios de rasante con pérdida de trazado.

2. Curva peligrosa, esta problemática va asociada a curvas con radio reducido en las que se no se indica la velocidad máxima permitida, lo que genera que los usuarios no puedan adaptar su velocidad a la curva, con los consiguientes riesgos para la circulación: salidas de vía, invasión de carril contrario, etc.
3. Exceso de velocidad, este problema aparece en las zonas tangentes y curvas, hasta en zonas urbanas, en las que se alcanzan velocidades muy superiores a las permitidas con los consecuentes riesgos para la circulación que se agravan.
4. Margen peligrosa, este problema, debida a una protección insuficiente y débil instalación frente a riesgo de caída o volcadura de un vehículo, se detecta sobre todo en márgenes contiguas a los lados exteriores de curvas y otras situaciones similares, donde el riesgo de salida de vía es mayor.
5. Intersección peligrosa, este problema se detecta especialmente en zonas donde se alcanzan grandes velocidades y en escasa visibilidad.

Así en los 3 TCSs se identifican hasta un total de 12 problemas tal y como se observa en la Tabla 23.

Tabla 23

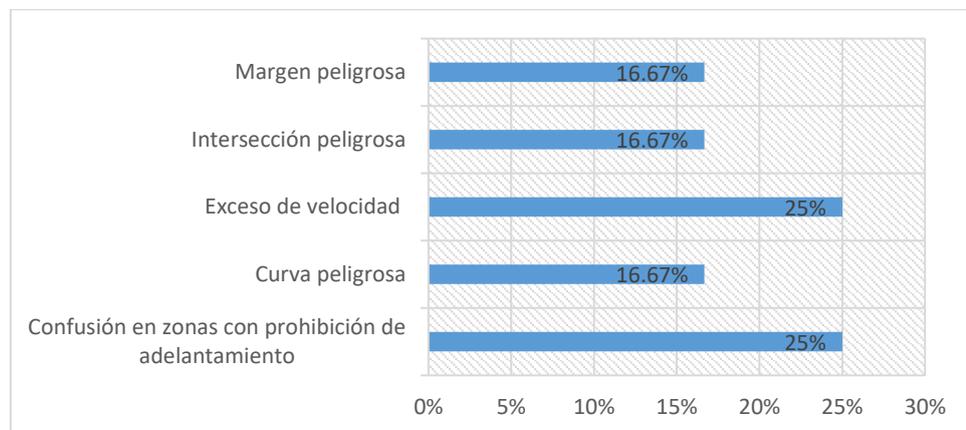
Problemas detectados en TCS

TCA	Confusión en zonas con prohibición de adelantamiento	Curva peligrosa	Exceso de velocidad	Intersección peligrosa	Margen peligrosa
TCA1					
TCA 2					
TCA 3					

A continuación, se representa el porcentaje de ocasiones que un mismo problema se repite en el global de TCAs se muestra en la Figura 17:

Figura 17

Problemas detectados en los TCS



De la Tabla 23 y Figura 17 se observa que los problemas que más se repiten en los TCSs son la “Confusión en zonas con prohibición de adelantamiento” y “exceso de velocidad”, ambos aparecen en 2 de los 3 TCSs, representando un 50% respecto al total de problemas identificados.

Para el análisis de los Elementos Susceptibles de Mejora en los Tramos Potencialmente Peligrosos, se ha seguido la misma metodología, en primer

lugar, se han definido los siguientes problemas tipo que se repiten en mayor o menor medida en cada uno:

1. Confusión en zonas con prohibición de adelantamiento, este problema surge cuando existe descoordinación entre la señal vertical de prohibido adelantar y la línea central continua. El usuario puede realizar una maniobra de adelantamiento indebida, involuntariamente, ocasionando con ello un riesgo de choque frontal, sobre todo en lugares con escasa visibilidad como curvas o cambios de rasante con pérdida de trazado.
2. Zona urbana señalizada limitada, este problema se observa en el tramo que presentan deficiencias en la señalización que provoca en mayor o menor medida que los vehículos no adopten las debidas precauciones, como acomodar su velocidad y su modo de conducir a lo que exige el paso por una zona urbana, generando situaciones de peligro para el resto de los usuarios.
3. Margen peligrosa, este problema, debida a una protección insuficiente y las existentes tiene debilidades en su instalación, presenta riesgo de caída o volcadura de un vehículo, se detecta sobre todo en márgenes contiguas a los lados exteriores de curvas y otras situaciones similares, donde el riesgo de salida de vía es mayor.
4. Zona rural señalizadas limitada, este problema se observa en zonas rurales y urbanas que presentan deficiencias en la señalización que provoca en mayor o menor medida que los vehículos no adopten las debidas precauciones, como acomodar su velocidad y su modo de conducir a lo que exige el paso por una zona rural, generando situaciones

de peligro para el resto de los usuarios.

5. Curva peligrosa, esta problemática va asociada a curvas con radio reducido en las que se no se indica la velocidad máxima permitida, lo que genera que los usuarios no puedan adaptar su velocidad a la curva, con los consiguientes riesgos para la circulación: salidas de vía, invasión de carril contrario, etc.
6. Exceso de velocidad, este problema aparece en las zonas tangentes y en menor medida en tramos curvos, en las que se alcanzan velocidades muy superiores a las permitidas con los consecuentes riesgos para la circulación que se agravan por los estados de cansancio y aburrimiento que puede provocar un trazado repetitivo.
7. Tramo tangente peligrosa, este problema se detecta especialmente en zonas donde se alcanzan grandes velocidades y en escasa visibilidad.
8. Visibilidad limitada, problema que también se observa, y agrupa varios peligros, como son los choques por alcances y frontales por falta de visibilidad, etc.
9. Baden, problema que aparece en puntos donde existen accesos con debilidad de señalización vertical.
10. Zona de derrumbes, problema que aparece en zonas con taludes verticales muy próximas a la calzada, con probabilidad de desprendimientos de material sobre la calzada y donde no se advierte a los usuarios. Así en los 36 ESM se identifican hasta un total de 97 problemas tal y como se observa en la siguiente Tabla 24.

Tabla 24*Problemas en TPPs.*

ESM	Confusión en zonas con prohibición de adelantamiento	Zona urbana señalizada limitada	Margen peligrosa	Zona rural señalizadas limitada	Curva peligrosa	Exceso de velocidad	Tramo tangente peligrosa	Visibilidad limitada	Baden	Zona de derrumbes
ESM1		1	1			1	1			
ESM2		1			1	1				
ESM3		1	1			1	1			
ESM4	1				1					
ESM5						1	1			
ESM6				1		1	1			
ESM7			1			1	1			
ESM8	1				1			1		
ESM9						1	1			
ESM10				1						
ESM11				1				1	1	
ESM12	1			1	1			1		
ESM13			1			1	1			
ESM14				1						1
ESM15				1						
ESM16	1				1			1		1
ESM17					1			1		
ESM18			1			1				
ESM19			1				1			

ESM	Confusión en zonas con prohibición de adelantamiento	Zona urbana señalizada limitada	Margen peligrosa	Zona rural señalizadas limitada	Curva peligrosa	Exceso de velocidad	Tramo tangente peligrosa	Visibilidad limitada	Baden	Zona de derrumbes
ESM20	1				1	1		1		
ESM21				1					1	1
ESM22	1			1	1				1	
ESM23				1	1	1				1
ESM24		1			1			1		
ESM25	1	1	1			1	1			
ESM26				1					1	1
ESM27		1	1		1			1		
ESM28		1			1					
ESM29	1	1			1					
ESM30*										
ESM31		1		1			1			
ESM32**										
ESM33***										
ESM34			1							
ESM35				1					1	
ESM36				1	1				1	
Sumatoria	8	9	9	13	14	12	10	8	6	5

ESM30*: En el tramo Lima Canta, se visualiza deficiencia en la instalación de puntos kilométricos.

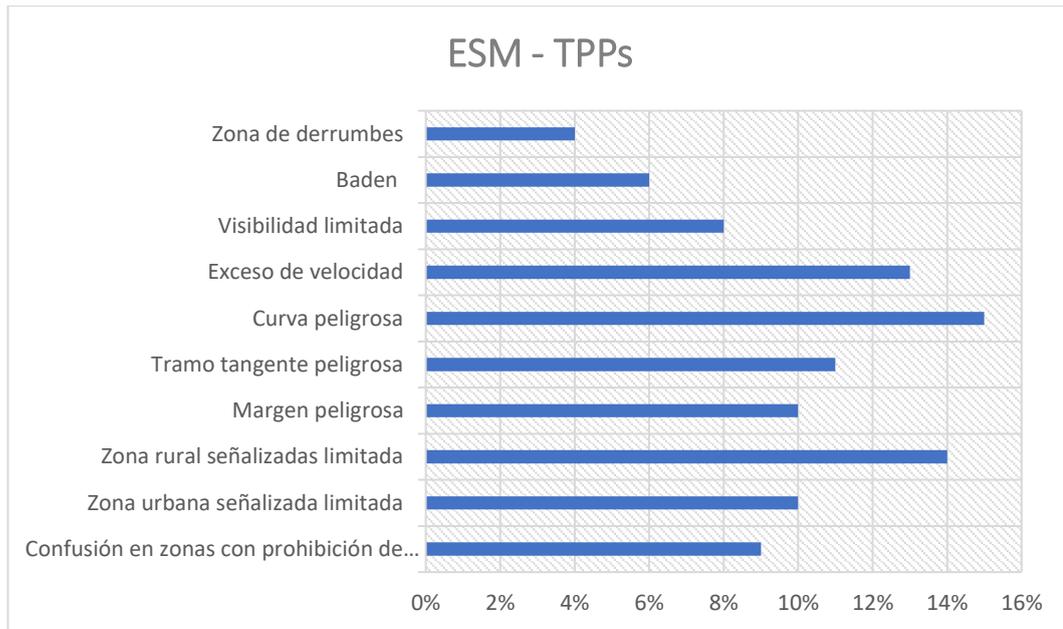
ESM32**: Se observa la pérdida de la plataforma, generando riesgo para conducción nocturna.

ESM33***: El derecho de vía se encuentra invadida, por la presencia de material de arenamiento.

A continuación, se presenta el porcentaje de ocasiones que un mismo problema se remite en los ESM, cabe indicar que los elementos más representativos se muestran en la Figura 18.

Figura 18

Problemas detectados en los TPPS



De la Figura 18, se muestra que la señalización vertical se encuentra con 27% de los problemas, seguida de curvas inadecuadas en 15% y exceso de velocidad en 13%.

4.4.2 Medidas de mitigación

En base a la evaluación efectuada en el tramo Lima – Canta y mostrada los resultados en los numerales 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.1 del presente documento de investigación y contrastando con el marco teórico se formulan las recomendaciones en el presente numeral. Además, es preciso aclarar que, para abordar cada medida propuesta ha sido imprescindible evaluar en primer lugar la naturaleza de riesgo que supone el problema de seguridad

vial detectado y que se pretende resolver con las medidas de mitigación propuestas, para lo que se determina lo siguiente:

- La magnitud del riesgo existe y que se pretende eliminar, es decir, el tipo de siniestro vial que pueda provocar el problema de seguridad vial detectado en los TCS y TPP, considerando la gravedad y consecuencia de estos.
- La probabilidad de que ocurra un siniestro motivado por el problema de seguridad vial detectado.

De la conjunción de la magnitud de riesgo y la probabilidad de que ocurra, se obtiene la prioridad que se gradúa en alta, media y baja en la Tabla 25 se indica.

Tabla 25

Prioridades en función al riesgo y la probabilidad de ocurrencia de un siniestro

Riesgo	Probabilidad	Prioridad
Alta	Alta	Alta
Alta	Media	Alta
Alta	Baja	Media
Media	Alta	Alta
Media	Media	Media
Media	Baja	Baja
Baja	Alta	Media
Baja	Media	Baja
Baja	Baja	Baja

Asimismo, es preciso caracterizar cualitativamente el costo de actuación que se gradúa en alto medio o bajo de acuerdo con la siguiente relación.

Costo alto	Superior a S/ 100.000
Costo medio	Superior a S/ 25.000
Costo bajo	Inferior a S/ 25.000

Una vez determinada la prioridad y graduado el costo de actuación, se graduarán los plazos de intervención en corto, mediano y largo plazo. En ese sentido, en la Tabla 26 se presentan las medidas de propuestas y plazos de intervención.

Tabla 26

Medidas propuestas de solución, intervención, costo, riesgo, probabilidad y prioridad de ESM en los TCS

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TCS 1: KM 26+200 al 27+200							
<u>Intersección en tramo curva.</u>	Implementar la señalización vertical en los accesos limitando la velocidad Tipo (R-30, R-5-3 y R-5-4) y prioridad de paso Tipo (R-1, R-2).	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
Invasión de carril							
No existe señalización horizontal ni vertical de prioridad de paso, ni límites de velocidad antes de la intersección.							
Visibilidad limitada	Ampliación de radio de curvatura, según lo indica el Manual de Mantenimiento y Conservación.	Largo	Alta	Alto	Alto	Media	Media
Se observa caída de rocas	Implementar acciones de limpieza y de desquinche y perfilado de taludes	Corto	Alta	Medio	Alto	Alta	Alta
Accesos deficientes.	Implementar las señales Tipo R-30, al menos 500m antes de la intersección.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TCS 2: KM 48+500 al 49+700							
<u>Bifurcación de poca a nula visibilidad.</u>	Implementar la señalización	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
No hay señal de pare.	vertical Tipo (R-30, R-5-2) y prioridad Tipo (R-1, R-2).						
No hay reductor de velocidad	Implementar los reductores de velocidad, juntamente con la señalización vertical Tipo (P-33A ubicado 60m antes del reductor y P-33B, en la ubicación del resalto).	Corto	Media	Bajo	Medio	Media	Alta
Se observa caída de rocas	Implementar acciones de limpieza y de desquinche y perfilado de taludes	Corto	Media	Medio	Alto	Alta	Alta
TCS 3: KM 61+000 al 61+900							
<u>Tramo curvo:</u>							
Visibilidad limitada.	Es preciso incorporar señales Tipo (R-30) km al menos 300m antes de los accesos a la curva en ambos sentidos.	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta
Sistema de contención inadecuado.	Cambio del sistema haciendo cumplir con los requisitos exigidos en el Manual de Seguridad Vial.	Mediano	Alta	Medio	Alto	Alta	Alta

De la Tabla 26, se desarrolla la Figura 19, donde se muestra que el 88% de los ESM, se puede intervenir a corto plazo y además de la Figura 20 se muestra que en 56% son actuaciones de bajo costo y al no efectuar ninguna intervención se tendrá un riesgo alto de hasta 89%.

Figura 19

Plazos de intervención para mejorar los ESM en los TCS.

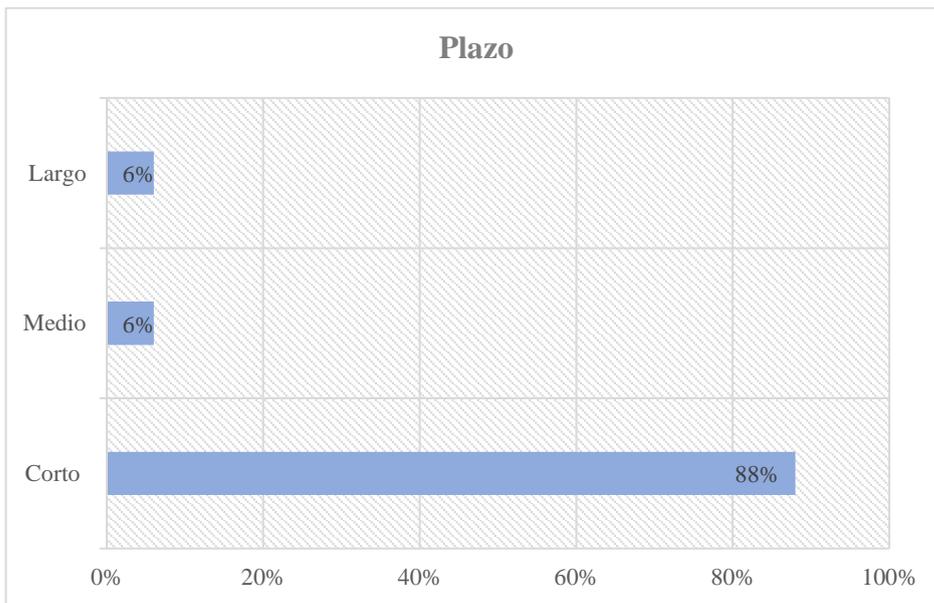
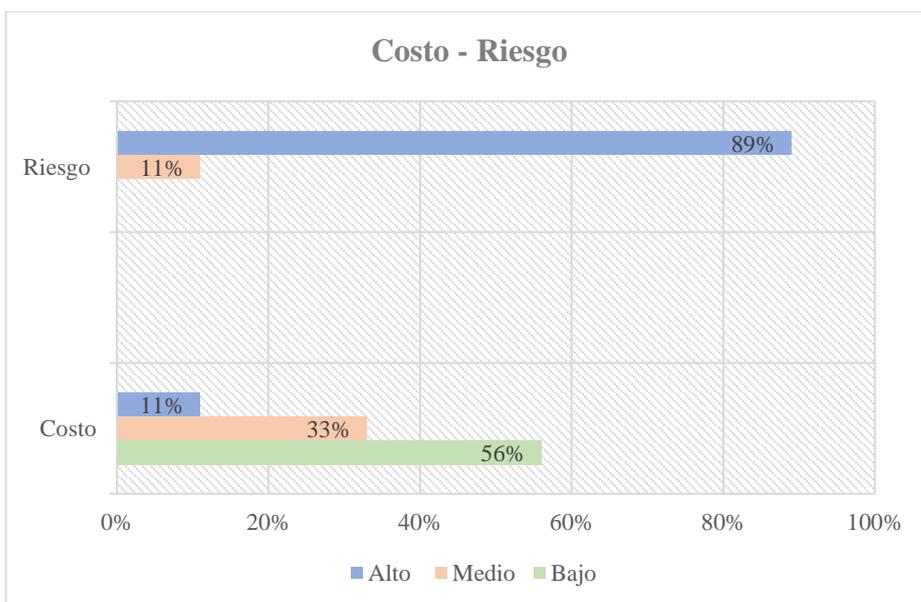


Figura 20

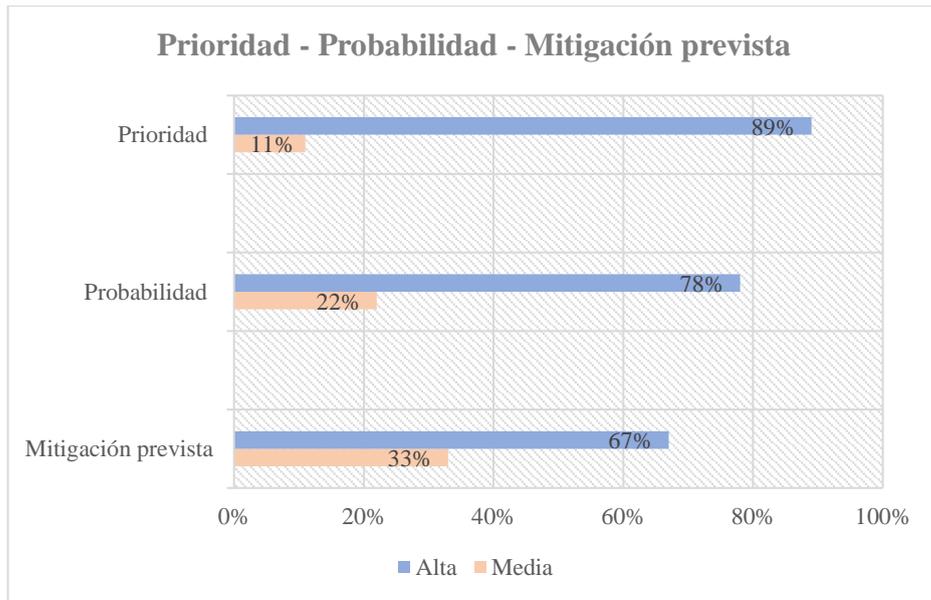
Costos y Riesgos de intervención en los ESM en los TCS



De la Figura 21, se muestra que la prioridad es alta hasta en 89%, y la probabilidad es de 78% y en con dicha actuación se tendrá una mitigación alta de reducir el riesgo de siniestros viales de hasta 67%.

Figura 21

Prioridad, probabilidad y mitigación prevista en los ESM en TCS.



Ahora bien, en la Tabla 27, se formulan las recomendaciones de actuaciones de mejora de los elementos susceptibles de mejora con la finalidad de que con su aplicación se puedan mitigar los riesgos de siniestros viales en los tramos potencialmente peligrosos.

Tabla 27*Medidas propuestas de solución, intervención, costo, riesgo, probabilidad y prioridad de ESM en los TPPS*

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 1: KM 17+440							
Tramo en tangente. Se desarrollan elevadas velocidades a pesar de que la longitud del tramo son las establecidas en el Manual de Diseño Geométrico.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 2: KM 21+701							
Curva horizontal. Las velocidades que desarrollan los conductores son superiores a las indicadas en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada para velocidad de 80km/h, a pesar de que la velocidad actual es de 55km/h, además se recomienda	Corto	Alta	Baja	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
	reducir la velocidad a 40km/h usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.						
TPP 3: KM 25+590							
Tramo tangente, las velocidades que desarrollan los conductores son superiores a lo indicado en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 4: KM 32+200							
Acceso a curva y contracurva horizontal. La curva contracurva no brinda las condiciones de visibilidad.	Se recomienda modificar los límites de velocidad de ambos sentidos de 50km/h a 40km/h,	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
	así como se debe sobredimensionar las dimensiones de la señal Tipo R-30, se debe usar lámina retroreflectiva Tipo IV.						
TPP 5: KM 43+500							
Tramo tangente, Los usuarios, superan los límites de velocidad establecidos en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 6: KM 44+370							
Tramo tangente, Los usuarios, superan los límites de velocidad establecidos en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h,	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
	usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.						
TPP 7: KM 52+440							
Tramo tangente, Los usuarios, superan los límites de velocidad establecidos en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 8: KM 53+060							
Tramo tangente, Los usuarios, superan los límites de velocidad establecidos en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 9: KM 55+500							
Curva horizontal, Presenta limitada visibilidad	Se recomienda reducir el límite de velocidad de velocidad de Tipo (R-30). Se recomienda evaluar para ampliar el radio de curvatura y sobreanchos.	Corto	Media	Bajo	Medio	Media	Media
		Largo	Alta	Alto	Medio	Media	Media

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 10: KM 56+540							
Tramo tangente, Los usuarios, superan los límites de velocidad establecidos en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 11: KM 57+670							
Baden Limitada señalización en la denotación del baden	Se recomienda implementar las señales 60m antes de la ubicación del baden señal de Tipo (P-34) y en la ubicación del baden la señal Tipo (P-34A) , con lamina retrorreflectiva Tipo IV.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 12: KM 57+810							
Tramo curvo Con limitada visibilidad	Se recomienda evaluar para ampliar el radio de curvatura y sobreanchos.	Largo	Alta	Alto	Medio	Media	Media
Debilidad en señalización reglamentaria	Implementar señal del Tipo (R-30)	Corto	Media	Bajo	Medio	Media	Media
TPP 13: KM 59+660							
Tramo tangente, Los usuarios, superan los límites de velocidad establecidos en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 14: KM 61+100							
Zona con erosión. Limita señal informativa y/o preventiva	Se recomienda implementar señal informativa km antes en ambos sentidos de la vía.	Corto	Baja	Bajo	Alto	Media	Media
TPP 15: KM, 66+400							
Tramo tangente, Los usuarios, superan los límites de velocidad establecidos en la vía.	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), sobre dimensionada de 80km/h, usando lamina retrorreflectiva Tipo IV. A pesar de que la velocidad de operación actual se encuentra a 60km/h. Además de ello se debe efectuar cursos de sensibilización al menos a los conductores.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 16: KM 66+400							
Acceso a curva y contracurva horizontal. Limitada visibilidad.	Se recomienda evaluar para ampliar el radio de curvatura y sobrecanchos.	Largo	Media	Alto	Medio	Media	Media

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 17: KM 68+800							
Curva horizontal, Insuficiente sobreebanco para que dos vehículos puedan operar al mismo tiempo en la curva Limitada visibilidad.	Se recomienda evaluar para ampliar el radio de curvatura y sobreebanco.	Largo	Media	Alto	Medio	Media	Media
TPP 18: KM 71+900							
Acceso al puente. Se observa que a pesar de la existencia de límites de velocidad los conductores superan las velocidades ampliamente.	Se recomienda efectuar trabajos de sensibilidad en seguridad vial, con la finalidad de respetar los límites de velocidad establecidos en la vía.	Corto	Media	Bajo	Alto	Media	Alta
TPP 19: KM 73+810							
Tramo tangente. Limitada señalización reglamentaria	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30), usando lamina retrorreflectiva Tipo IV.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 20: KM 73+820							
Curva horizontal, Los conductores a pesar de que se	Es preciso incorporar señales Tipo (R-30) km al menos 300m	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
encuentran en tramo curvo siguen superando los límites de velocidad establecidos en la vía.	antes de los accesos a la curva en ambos sentidos.						
TPP 21: KM 74+070							
Baden. Limitada señalización en la denotación del baden	Se recomienda implementar las señales 60m antes de la ubicación del baden señal de Tipo (P-34) y en la ubicación del baden la señal Tipo (P-34A) , con lamina retrorreflectiva Tipo IV.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 22: KM 81+231							
Curva horizontal seguida de baden. Debilidad en señalización denotando la presencia de curva con baden.	Se recomienda implementar las señales 60m antes de la ubicación del baden señal de Tipo (P-34) y en la ubicación del baden la señal Tipo (P-34A) , con lamina retrorreflectiva Tipo IV.	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 23: KM 83+200							
Curva Horizontal. Los conductores a pesar de que se encuentran en tramo curvo siguen superando los límites de velocidad establecidos en la vía.	Es preciso incorporar señales Tipo (R-30) km al menos 300m antes de los accesos a la curva en ambos sentidos.	Corto	Media	bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 24: KM 83+235							
Curva Horizontal, Limitada visibilidad para motocicletas	Es preciso incorporar señales Tipo (R-30) km al menos 300m antes de los accesos a la curva en ambos sentidos.	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 25: KM 85+240							
Tramo tangente. Exceso de velocidad e invasión de carril contrario	Se recomienda implementar señalización de Tipo (R-30 y R-12), usando lamina retrorreflectiva Tipo IV.	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 26: KM 85+810							
Baden Limitada señalización en la denotación del baden	Se recomienda implementar las señales 60m antes de la ubicación del baden señal de	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
	Tipo (P-34) y en la ubicación del baden la señal Tipo (P-34A) , con lamina retrorreflectiva Tipo IV						
TPP 27: KM 85+580							
Curva horizontal, Limitada visibilidad	Se recomienda señalización y balizamiento	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 28: KM 87+260							
Curva vertical. Limitada visibilidad	Se recomienda señalización y balizamiento	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 29: KM 94+200							
Curva. Débil señalización	Implementación de señal reglamentaria Tipo R-30, con lamina retroreflectiva de Tipo IV.	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta
TPP 30: KM 00+000 – 94+200							
Hitos kilométricos, La literatura técnica actual podría generar debilidad de atención y puede variar los tramos de implementación de medidas	Se recomienda su actualización de los hitos kilométricos, con el trazo actual.	Mediano	Baja	Bajo	Baja	Baja	Bja

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
mitigadoras.							
TPP 31: Km 0+900, 1+800, 2+100,2+500, 3+000, 3+500, 3+700, 4+000, 4+700, 8+000, 8+500, 8+700, 9+000, 9+200, 9+400, 10+100, 10+500, 12+500, 16+000, 16+400, 17+500, 18+900, 19+900, 20+500, 20+800, 21+000, 22+100, 24+000, 26+000, 50+000 y 50+500							
Reductores de velocidad. No presentan una señalización oportuna y adecuada, por lo que viene generando riesgo de que ocurra un siniestro vial con consecuencias fatales y daño de materiales.	Implementar la señalización vertical Tipo (P-33A ubicado 60m antes del reductor y P-33B, en la ubicación del resalto).	Corto	Media	Bajo	Medio	Medio	Alta
TPP 32: KM 17+000, 35+000, 40+000, 41+000, 55+000, 58+000, 61+000, 61+300 y 72+000.							
Perdida de plataforma y sin señalización. Para la conducción nocturna, se visualiza un alto riesgo de que pueda generar un siniestro vial primero porque aquí existe un solo carril de trocha y por tanto no existe señalización horizontal, ello pone en riesgo principalmente para la conducción nocturna.	Se recomienda implementar señales verticales Tipo (R-30) sobredimensionadas y acompañar con balizamiento al menos 300m antes y después de estos tramos, todos ellos deben implementar con láminas retroreflectivas Tipo IV.	Mediano	Alta	Alto	Alta	Alta	Alta

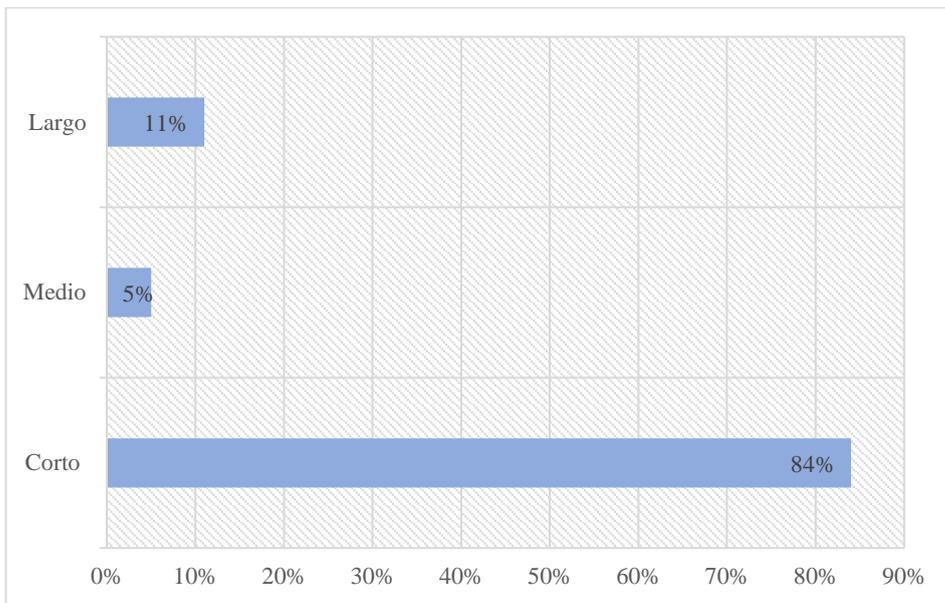
Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
TPP 33: KM 16+000 y 30+000							
Derecho de vía. Se observa que el derecho de vía está siendo invadida por materiales de construcción y accesos para granja, Este tramo se encuentra con escasa y nula demarcación horizontal y se observa arenamiento de la sección transversal.	Se recomienda a la autoridad competente efectuar la custodia de derecho de vía, de acuerdo lo especifica el Reglamento de Gestión de Infraestructura Vial.	Corto	Alta	Bajo	Alta	Medio	Alta
TPP 34: KM 33+000 al 34+000							
Sistema de Contención Vehicular, Este tramo se encuentra como un tramo altamente peligroso, que no perdonará ningún error humano y en caso de que ocurra el siniestro vial las consecuencias serán fatales.	Se recomienda la instalación de sistema de contención en atención a un estudio considerando el nivel de riesgo y los parámetros técnicos establecidos en el Anexo A5 del Manual de Seguridad Vial vigente.	Corto	Alta	Media	Alto	Alta	Alta
TPP 35: KM 52+000, 53+000, 56+000, 56+500, 61+000, 65+000, 68+000, 68+080.							
Baden. Limitada señalización en la denotación	Se recomienda implementar las señales 60m antes de la	Corto	Alta	Bajo	Alto	Alta	Alta

Ubicación /descripción del problema	Planteamiento de solución	Plazo	Mitigación prevista	Costo	Riesgo	Probabilidad	Prioridad
del baden	ubicación del baden señal de Tipo (P-34) y en la ubicación del baden la señal Tipo (P-34A) , con lamina retrorreflectiva Tipo IV.						
TPP 36: KM 68+000 y 68+080							
Obras de arte: Se observa las obras de arte como badenes de losas de concreto próximos entre sí, con alineación curva de desarrollo corta entre curvas convexa y cóncava, que no han sido incorporados al trazo. Genera perdida de visibilidad y no brinda espacios adecuados para que dos vehículos puedan maniobran a la misma vez.	Se recomienda implementar las señales Tipo (R-30) y señales 60m antes de la ubicación del baden señal de Tipo (P-34) y en la ubicación del baden la señal Tipo (P-34A) , con lamina retrorreflectiva Tipo IV	Corto	Media	Bajo	Alto	Alta	Alta

De la Tabla 27, se desarrolla la Figura 22, donde se muestra que el 84% de los ESM, se puede intervenir a corto plazo y además de la Figura 23 se muestra que en 84% son actuaciones de bajo costo y al no efectuar ninguna intervención se tendrá un riesgo alto de hasta 79%.

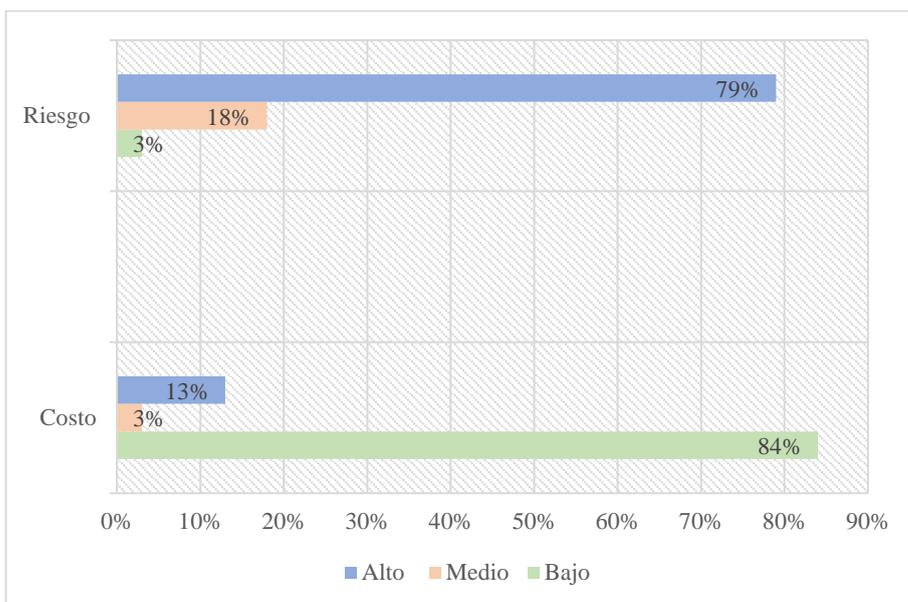
Figura 22

Plazos de intervención para mejorar los ESM en los TPP.



Figuran 23

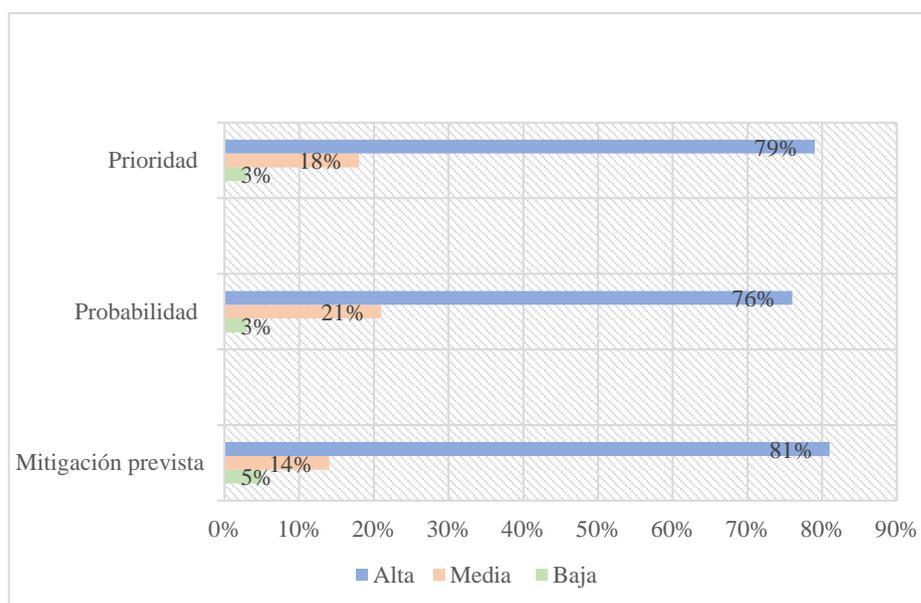
Costos y riesgos de intervención en los ESM en los TPP.



De la Figura 24, se muestra que la prioridad es alta hasta en 79%, y la probabilidad es que ocurra un siniestro vial es hasta 76% y en caso se implemente las recomendaciones formuladas se tendrá una mitigación alta de reducir el riesgo de siniestros viales de hasta 81%.

Figura 24

Prioridad, probabilidad y mitigación prevista en los ESM en TCS.



Ahora bien, de las Tabla 26 y 27, se evidencia que las actuaciones en los Elementos Susceptibles de Mejora Tanto en los TCS y TPP, son a corto plazo representa en promedio un 86%, por tanto, los costos también son bajas hasta 70%, también es imprescindible mencionar que actualmente se tiene un riesgo de 84%, por tanto se tiene prioridad de actuación hasta en 84% a fin de evitar en un 77% de la probabilidad de siniestro y con la implementación se podrá mitigar dicho riesgo de siniestro vial hasta en un 74%.

CAPÍTULO V

V. DISCUSIÓN.

- De acuerdo con lo indica el Manual de Seguridad Vial, en el 94% de siniestros se encuentra involucrado el factor humano y en 28% se encuentra el factor infraestructura, ello contrastando con la evaluación del tramo Lima – Canta donde en 97% se encuentra involucrado el factor humano y en 31% el factor infraestructura, se evidencia que las vías siguen siendo vías que no perdonan el error humano. Por otro lado, de acuerdo la Organización Mundial de la Salud indica que el exceso de velocidad es una de las 5 causas de siniestros viales y de estudio se evidencia que en 71% de las causas de que ocurriera el siniestro vial es justamente el exceso de velocidad. Samaniego (2019), también evidencia que los factores que intervienen en los siniestros son el humano y la infraestructura, en mayor porcentaje.
- De acuerdo a lo que indica Pérez (2020), el uso de la metodología iRAP es recomendada para vías que se hayan construido con parámetros normativos. Por lo que en el presente estudio no se hace uso, toda vez que el tramo no posee un diseño definitivo, incluyendo también los vehículos de tipo T3S3.
- García (2021), identificó tramos potencialmente peligrosos y sugiere incrementar niveles de servicio. Al respecto, en la presente investigación además de determinar los tramos potencialmente peligrosos se evidencia los tramos con concentración de siniestros viales, y se formula recomendaciones de actuaciones a corto, mediano y largo plazo, de alguna manera esta investigación se alinea a la propuesta, así como el estudio de Huaman (2019), concluye indicando que el Manual de Seguridad Vial es una herramienta valiosa para la seguridad vial, coincidiendo con esta

investigación.

- Contrastando las investigaciones de Pivaque (2021) y Baque (2022), evidencian la necesidad de implementar dispositivos de control (señalización vertical y horizontal), como actuaciones de corto plazo y menor costo de acuerdo lo indican las normas técnicas. Con el fin de contrarrestar la ocurrencia de siniestros viales. Asimismo, se concluye que el cumplimiento de parámetros normativos no garantiza la seguridad vial. Por lo que ello necesita una intervención multinivel y considerando como una política nacional y urgente de atender.
- Además, es preciso incrementar los niveles de servicios acorde a las características de la vía, a fin de asegurar la comodidad y seguridad bajo toda condición climática y cualquier trazo posible. Además de ello es preciso efectuar la gestión integral de la infraestructura vial incluyendo la custodia de derecho de vía acorde lo indica el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.
- Por otro lado, de acuerdo la Organización Mundial de la Salud (OPS, 1994) establece que: “(...) se considera un país envejecido cuando las personas mayores de 60 representan más del 7 % de la población social”. En el año 2021 en Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que existen 4 millones 140 mil adultos mayores de 60 años que representan el 12,7% de la población total. Ello implica repensar en el

- alcance de los documentos normativos vigentes y los niveles de servicio de los contratos, ya que muchos de ellos han sido elaborados y aprobados en base a un patrón humano mental y antropométricamente perfecto, pero que en la realidad solo se cumple para un porcentaje muy pequeño de la población. Como se evidencia el Perú, según OMS, es un país envejecido, lo que implica que en la tercera y cuarta edad es cuando el cuerpo y las funciones ya no responden como en la juventud, las personas se ven enfrentando a estas barreras físicas del entorno que le imposibilitan y/o dificultan un normal desempeño, presentando infraestructuras y entornos sociales y físicos no aptos para todos.

CAPITULO VI

VI. CONCLUSIÓN

- Del análisis de siniestralidad de entre los años 2019 y 2021 se evidencia 35 siniestros viales con 22 personas fallecidas y 24 personas heridas además de daños materiales, entre las principales causas de siniestros en 48% se encuentra relacionado con exceso de velocidad, entre el principal tipo de siniestro se presenta el choque con 23% seguida por despiste de hasta 20%, dicha incidencia coincide en el horario de la mañana y la tarde. En cuanto a los factores que influyen en los siniestros se determinó que en 97 % se evidencia la participación del factor humano en interacción con los factores vehículo e infraestructura, en 31% se determinó al factor infraestructura y factor vehículo en 3%.
- En el numeral 4.2 se define el alcance del ESM a considerar en la presente investigación identificando 3 TCS donde han ocurrido los siniestros viales; donde en 25% se relaciona con conjunción en zona de prohibición de adelantamiento, en otro 25% por exceso de velocidad y además se tiene margen e intersección peligrosas cada una en 16.67%. En TPPs se evidencia y 29 ESM, en al menos 15% se identificó la curva peligrosa, 14% de señalización limitada en tramo rural, 13% de exceso de velocidad, 11% de tramo tangente peligrosa relacionado con márgenes, 10% relacionada con limitada señalización urbana, entre otro.
- En el numeral 4.3 se hace el análisis de cada ESM en los TCS y TPP, donde se determinó que en atención a la señalización horizontal se encuentra acorde a los parámetros establecidos en las Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, asimismo se evidencia limitada señalización

vertical y además no se cumple con lo señalado en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, en cuanto al trazo se evidencia que el trazo de la vía no cumple con los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico vigente. Se ha identificado además deficiencia en uso del Manual de Seguridad Vial en toda la red objeto de evaluación en la presente tesis.

- En el numeral 4.4.2, se presentan las recomendaciones formuladas, para cada tramo en evaluación. Así como se indica que 86% de las mejoras son actuaciones a corto plazo y representa 70% del costo total y en caso de no hacer las mejoras estos tramos presentan en 84% el riesgo de siniestro vial, por lo que la prioridad es alta a fin de evitar hasta en 77% la probabilidad del siniestro. Finalmente, en caso se implemente se podrán mitigar a corto plazo hasta en 74%. Para dicha actuación se efectuaría de acuerdo con el Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial, con conservación rutinaria y en caso de mejoras puntuales con conservación periódica ello considerando las actuaciones de atención donde ya ocurrieron los siniestros viales y preventiva donde aún no se ha tenido registro con consecuencias fatales.

CAPITULO VII

VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda a las unidades orgánicas del estado, asegurar la instalación de aplicaciones informáticas de gestión avanzada de la accidentalidad que permitan obtener mayor rendimiento de la información relacionada con accidentes, tráfico y red vial. Con estas aplicaciones se pueden consultar en tiempo real las bases de datos disponibles, detectar los tramos más conflictivos de la red, conocer y analizar la accidentalidad de un área, carretera o tramo concreto y representarla en un mapa gracias a la georreferenciación, utilizar herramientas de análisis avanzado de la accidentalidad, identificando, entre otras cosas, las causas y tipos de accidentes más comunes, así como las deficiencias en la red, etc.
- De acuerdo con el estudio analizado se recomienda reforzar las señales horizontales de tipo demarcación con índices de refracción de 1.9 y 2.4 para zonas con presencia de neblina y lluvias, asimismo, es preciso reforzar la señalización en curvas peligrosas en las que, dada la ausencia de sobreelevaciones, así como se recomienda reforzar e incrementar las dimensiones de la señalización de velocidad máxima permitida, con ello se potencia la credibilidad de la señalización, utilizando láminas retroreflectivas Tipo IV y las fluorescentes en zonas de neblina y lluvias. Estas recomendaciones son formuladas debido a la efectividad demostrada en el estudio de Albin (2016), donde la delineación mejorada para curvas horizontales con signos de chevron redujo hasta en un 25 % de siniestros viales nocturnos y con la implementación de señales de curvas fluorescentes o actualización de las señales en los tramos curvos existentes a láminas

fluorescentes, redujo el número de siniestros hasta en un 18 % en zonas sin intersección, así como Srinivasan (2009) en una evaluación de seguridad vial donde mejora la delineación en curva también con chevron demostró una reducción de hasta 16% de número de siniestros viales y Lyon (2017), en la evaluación de seguridad vial, donde se verificó la ventaja del sobredimensionamiento de los tratamientos de advertencia (señales de chevron) de curvas, se reducción del 15% de siniestros fatales y con lesiones y su efectividad de chevrones dinámicos secuenciales se redujo del 60 % en siniestros fatales y con lesiones.

- Se recomienda adicionar la gestión de velocidades e intensificar las labores de mantenimiento por parte de los servicios de conservación, al menos en lo que respecta a la señalización vertical, horizontal y el balizamiento: reponer señales en mal estado, repintar tramos con marcas viales desgastadas, repintar pasos de cebra en zonas urbanas, reponer tachas reflectantes como mínimo en el eje y en el lado exterior de los tramos curvos. Ello debido a su efectividad mostrada en el estudio de Gayah (2018) determina que la gestión de la velocidad trae beneficios a la seguridad vial y disminuye las muertes por siniestros viales hasta en 26%, prueba desarrollada en la ciudad de Seattle. Además, en un estudio se demostró que, en vías, al establecer un límite de velocidad de no más de 5 mph por debajo de la velocidad del percentil 85 resulta menos siniestros totales y fatales más lesiones, y aunado a llevar a los conductores a cumplir fielmente con el límite de velocidad señalizados. Así como se debe actualizar las señales de velocidades, de acuerdo al Reglamento Nacional de Tránsito, que fue

modificado por el Decreto Supremo 025-2021-MTC aprobado en julio 2021, en donde señalan que para calles y jirones de las zonas urbanas no se debe exceder los 30 km/h (antes eran 40 km/h). Igualmente, en las avenidas no se deben superar los 50 km/h (antes eran 60 km/h). También se han modificado los límites de velocidad en carreteras que cruzan centros poblados como en zonas comerciales 30 km/h, en zonas residenciales 50 km/h y en zonas escolares / hospitales 30 km/h.

- Se recomienda al área normativa reforzar las normas técnicas y en especial a los parámetros técnicos establecidos en las Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, que actualmente atiende a vías en condiciones secas, faltando aun formular alternativas para atender vías en condiciones climáticas adversas como lluvia, neblina y niebla, Cumpliendo los requisitos de AASHTO M247 Tipo I o Tipo II. La recomendación es formulada en atención al estudio desarrollado por Hallmark (2017), en relación a las marcas de superficie de rodadura de advertencia de curva en carril, verifico que entre 35%-38% de reducción en todos los choques y Donnell (2019) con la misma mejora a la superficie de rodadura verifico la reducción de choques por salida de carretera en la curva horizontal en carreteras.
- Se recomienda a la unidad orgánica responsable de la gestión evaluar las recomendaciones formuladas y de ser posible implementar las recomendaciones técnicas y medidas de mitigación formuladas en la presente investigación, con la finalidad de contrarrestar el número de siniestros viales en el tramo en estudio por ser medidas de bajo costo. Esta recomendación es formulada en base a la evidencia de su efectividad

mostrada por Le (2017), donde con la implementación de muchas contramedidas de bajo costo en intersecciones con control de parada, trae como beneficio la reducción en 10% de siniestros viales con consecuencias fatales y con lesiones, 15% reducción de choques nocturnos, 27% reducción de siniestros fatales y lesionados en intersecciones rurales, 19% reducción de accidentes fatales y lesionados en intersecciones de 2 carriles por intersecciones de 2 carriles y la relación a costo-beneficio promedio es de 12:1. Además se ha demostrado de acuerdo FHWA (2013), que con la implementación de las Auditorías de Seguridad Vial, se tienen beneficios a la seguridad vial entre 10%-60%, visualizando en la reducción del total número de siniestros viales.

- Finalmente, se recomienda continuar con la investigación luego de la implementación de las recomendaciones formuladas a fin de evaluar su efectividad en la reducción de siniestros viales y con ello se formulen investigaciones relacionados con métodos predictivos acorde a la realidad peruana a través de estudios de efectividad, formulas predictivas y el desarrollo de factores de modificación y la rendición de cuentas donde se podrán evidenciar las responsabilidades.

CAPITULO VIII

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

AASHTO, 1994. American Association of State Highway and Transportation Officials. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Academic Press, Washington, D.C.

Albin et al. Tratamientos de bajo costo para la seguridad en curvas horizontales 2016. FHWA-SA-15-084, (2016), <https://highways.dot.gov/safety/data-analysis-tools/rsa/rsa-benefits>

Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones,
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/otras_normas.html.

Federal Highway Administration (1982). Lista de investigaciones de la Administración Federal de Carreteras de informes en línea y publicaciones técnicas, (pág. 4-1).

Eugene, Russell, Andrew y Merle Keck, (1999) Characteristics and Needs for Overhead Guide Sign Illumination from Vehicular Headlamps, Dept of Civil Engineering, Kansas State University, FHWA Office of Safety and Traffic Operations Research and Development, FHWA-RD-98-135.

Schnell y Aktan, (2004), Traffic Sign Luminance Requirements of Nighttime Drivers for Symbolic Signs. Transportation Research Record No. 1862: Journal of the Transportation Research Board, 2004: p. 24-35.

FHWA, (2000). Safety FHWA-SA-00-051. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.

Feliz Pérez, WA. (2020). Evaluación de la seguridad vial y propuestas de mejora de las carreteras CV-31, pp.kk. 0+000 al 4+225 y CV-310, pp.kk. 0+000 al 0+725 (Tramo: Paterna-Godella), utilizando la metodología iRAP – España (Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo), Universitat

Politécnica de València, <http://hdl.handle.net/10251/168694>.

García (2021), “Evaluación de Riesgo Vial en la Ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del Corredor Vial Pro-Región Puno, 2020” – Perú (Tesis de Maestría en Transportes y Conservación Vial), Universidad Privada Antenor Orrego.

Gayah et al. Impactos operacionales y de seguridad de establecer límites de velocidad por debajo de las recomendaciones de ingeniería. Análisis y prevención de accidentes, vol. 121, págs. 43-52, (2018), <https://www.fhwa.dot.gov/noteworthy-speed-management-practices/8-consistent-speed-limits-vulnerable-road-users>.

Germán Valverde González, (2011) Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, <https://es.scribd.com/document/402861949/Manual-SCV-Guia-para-el-analisis-y-diseno-de-seguridad-vial-pdf>.

Global status report on road safety (2018). Creative Commons Attribution NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC BY-NC-SA 3.0 IGO); <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Hallmark, S. Evaluación de galones dinámicos secuenciales en carreteras rurales de dos carriles. FHWA, (2017), <https://highways.dot.gov/safety/data-analysis-tools/rsa/rsa-benefits>.

Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de Investigación, 6ta Edición McGraw – Hill, México, <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

Huaman Velásquez, A.A., Huaman Velásquez, E. A. (2019), “Análisis de la Seguridad Vial en las Principales Vías Arteriales de la Ciudad del Cusco, Mediante el Método de Inspección de Seguridad Vial, del Manual de Seguridad Vial Peruano (MSV-2017), entorno urbano” – Perú, Universidad Andina del Cusco.

Ley N° 27181, (1999) Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre. Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-modifica-la-ley-n-27181-ley-genera-decreto-legislativo-n-1406-1690481-2/>.

Lyle, E. (1966). The Search for the Royal Road. Londres: Vision P.

Manual de Carreteras MC-02-18, (2018). Diseño Geométrico (DG-2018) - RD N° 03-2018-MTC/14 (30.01.2018). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - Dirección de Normatividad Vial. Edición Lima.

Manual de carreteras MC-09-16, (2016). Dispositivos del Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, RD N° 16-2016-MTC/14 (31.05.2016). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - Dirección de Normatividad Vial. Edición Lima.

Manual de Carreteras MC-10-17 (2017). Seguridad Vial - RD N° 05-2017-MTC/14 (01.08.2017). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - Dirección de Normatividad Vial. Edición Lima.

Manual de carreteras MC-12-13, (2013). “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales” - Resolución Directoral N° 851-13-MTC/14 Ministerio de transporte y comunicaciones - Tomo 1. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - Dirección de Normatividad Vial. Edición Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Estudio Definitivo para la Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lima-Canta - La Viuda – Unish, tramo Lima –Canta”, Volumen 1, Perú 2011.

Organización Mundial de la Salud. (2018). Global Status Report y Salve vidas. Ginebra.

https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14857:new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world-s-roads&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0

Schnell, T., Yekshatyan, L., Daiker, R., “The Effect of Luminance and Text Size on Information Acquisition Time from Traffic Signs”, Transportation Research Record No: 2122, pp. 52-62, Journal of Transportation Board, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 2009.

SINAC, (2013). Sistema Nacional de Carreteras. Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF) - MTC – Perú.

T. Le et al, "Efectos de seguridad de las mejoras sistémicas de seguridad de bajo costo en intersecciones señalizadas y con control de paradas", 96.^a reunión anual de la Junta de Investigación del Transporte, número de artículo 17-05379, enero de 2017, <https://highways.dot.gov/safety/data-analysis-tools/rsa/rsa-benefits>.

CAPITULO IX

IX. ANEXOS

Anexo 01: Datos de Siniestros Viales

AÑO	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD	SECTOR	TIPO DE SINIESTRO	FECHA	HORA	FALLEC.	HERIDOS	TIPO DE VEHÍCULO	CAUSA DE SINIESTRO	SECCIÓN VIAL
2019	7335	-11.60345	-76.760339	YASO: KM 61+400	CHOQUE FRONTAL	28/07/19	08:00 p.m.	19	8	MINIBUS	EXESO DE VELOCIDAD	NO PRECISA
2020	9547	-11.691579	-76.811917	SANTA ROSA DE QUIVES KM 49+200	VOLCADURA	16-ene-20	05:15 a.m.	1	3	MOTOCAR	NEGLIGENCIA DEL CONDUCTOR	NO PRECISA
	9886	-11.564742	-76.72419	CHAPERITO KM 68+800	VOLCADURA	16-feb-20	03:02 p.m.	0	0	CAMIÓN VOLQUETE	CIERRA DE PASE	CURVA HORIZONTAL
	10026	-11.500803	-76.654571	PUENTE VERDE KM 81+231	CHOQUE FRONTAL	21-feb-20	08:02 a.m.	0	0	CAMIÓN	EXESO DE VELOCIDAD - INVACIÓN DE CARRIL	CURVA CON BADÉN
	10246	-11.633327	-76.774782	SANTA ROSA DE QUIVES KM 57+670	VOLCADURA	3-mar-20	11:03 a.m.	0	4	AUTO	EXCESO DE VELOCIDAD	BADÉN CON AGUA
	11639	-11.5404	-76.706754	PUENTE CHAPERITO KM 71+900	DESPISTE	25-jul-20	10:00 a.m.	0	0	AUTO	EXCESIVA VELOCIDAD EN EL PUENTE	PUENTE
	12764	-11.577929	-76.736951	SAN JOSÉ KM 66+400	CHOQUE LATERAL	21-oct-20	04:40 p.m.	0	0	CAMIONETA	EXCESIVA VELOCIDAD	TRAMO TANGETE
	12768	-11.577929	-76.736951	SAN JOSÉ KM 66+400	CHOQUE FRONTAL	21-oct-20	04:45 p.m.	0	0	CAMIONETA	INVACIÓN DE CARRIL EN CURVA CERRADA	CURVA CONTRA CURVA HORIZONTAL CERRADA
	12792	-11.780654	-76.983317	CHOCAS KM 21+701	CHOQUE LATERAL	24-oct-20	03:20 p.m.	0	0	CAMIONETA	EXCESO DE VELOCIDAD	CURVA
	12833	-11.47702	-76.634689	SAN BUENAVENTURA KM 85+810	DESPISTE	30-oct-20	09:30 a.m.	0	0	CAMIONETA	PAVIMENTO MOJADO DEL BADÉN Y POR EL EXCESO DE VELOCIDAD	PAVIMENTO MOJADO DEL BADÉN
	12845	-11.711015	-76.943159	HUANCHIPUQUIO KM 32+200	DESPISTE	2-nov-20	03:20 p.m.	0	0	CAMIONETA	EXCESO DE VELOCIDAD	CURVA CONTRA CURVA HORIZONTAL
	12881	-11.616118	-76.773006	SANTA ROSA DE QUIVES KM 59+660	DESPISTE	5-nov-20	05:00 a.m.	0	0	CAMIÓN	FALLA MECÁNICA Y MALA MANIOBRA	TRAMO TANGETE
	12882	-11.750132	-76.973558	CHOCAS ALTO KM 25+590	VOLCADURA	5-nov-20	06:00 p.m.	0	0	CAMIÓN VOLQUETE	FALLA MECÁNICA, MALA MANIOBRA	TRAMO TANGETE
	12979	-11.49214	-76.649119	PUENTE CHAPERITO KM 83+200	CHOQUE FRONTAL	13-nov-20	10:30 a.m.	0	0	CAMIÓN	FALLAS MECÁNICAS	CURVA HORIZONTAL
	13167	-11.479509	-76.636591	SAN BUENAVENTURA KM 85+240	CHOQUE FRONTAL	25-nov-20	07:10 p.m.	0	0	CAMIONETA	DEBIDO AL EXCESO DE VELOCIDAD	TRAMO TANGETE
	13127	-11.672977	-76.795497	SANTA ROSA QUIVES KM 52+440	DESPISTE	22-nov-20	03:40 p.m.	0	0	AUTO	EXCESIVA VELOCIDAD Y LA FALLA MECÁNICA	TRAMO TANGETE
	13248	-11.642944	-76.777337	SANTA ROSA DE QUIVES KM 56+540	CHOQUE POR ALCANCE	1-dic-20	02:00 p.m.	0	0	SEMI TRÁILER	POR FALLA MECÁNICA Y LA MALA MANIOBRA	TRAMO TANGETE
	13300	-11.534349	-76.699054	LACHAQUI KM 73+820	CHOQUE LATERAL	6-dic-20	12:10 a.m.	0	0	MINIBUS	FALLAS MECÁNICAS, MALA MANIOBRA	CURVAS HORIZONTALES
13263	-11.49214	-76.649119	PUENTE CHAPERITO KM 83+200	VOLCADURA	3-dic-20	05:00 p.m.	0	0	CAMIONETA	POR FALLA MECÁNICA Y LA MALA MANIOBRA	TRAMO TANGETE	
2021	13711	-11.669227	-76.791486	PUENTE LA CABAÑA KM 53+060	DESPISTE	7-ene-21	05:00 p.m.	0	0	AUTO	EXCESIVA DE VELOCIDAD	TERRAPLÉN

AÑO	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD	SECTOR	TIPO DE SINIESTRO	FECHA	HORA	FALLEC.	HERIDOS	TIPO DE VEHÍCULO	CAUSA DE SINIESTRO	SECCIÓN VIAL
	14304	-11.49214	-76.649119	PUENTE CHAPERITO KM 83+200	CHOQUE FRONTAL	4-mar-21	07:40 p.m.	0	0	CAMIÓN VOLQUETE	FALLA MECÁNICA Y MALA MANIOBRA.	CURVAS HORIZONTALES
	14305	-11.815327	-76.991614	SANTA ROSA DE PUQUIO KM 17+440	VOLCADURA	8-mar-21	01:30 p.m.	0	0	CAMIÓN VOLQUETE	EXCESO DE VELOCIDAD	TRAMO TANGENTE
	14554	-11.700204	-76.84957	SANTA ROSA DE QUIVES KM 44+370	VOLCADURA	29-mar-21	11:30 a.m.	0	1	CAMIÓN	MALA MANIOBRA	TRAMO TANGENTE
	14555	-11.534426	-76.699185	SANTA ROSA DE QUIVES KM 73+810	VOLCADURA	29-mar-21	01:30 a.m.	0	1	CAMIONETA	EXCESO DE VELOCIDAD	NO PRECISA
	14651	-11.491938	-76.64887	CANTA KM 83+235	CHOQUE FRONTAL	9-abr-21	05:30 p.m.	0	1	SEMI TRÁILER	EXCESO DE VELOCIDAD DE UNA MOTO LINEAL	NO PRECISA
	15441	-11.65115	-76.781584	SANTA ROSA DE QUIVES KM 55+500	CHOQUE LATERAL	19-jun-21	04:30 p.m.	0	0	AUTO	FALLAS MECÁNICAS	CURVA HORIZONTAL
	15439	-11.479035	-76.621893	CANTA KM 94+200	VOLCADURA	18-jun-21	07:08 p.m.	0	4	CAMIÓN	MALA MANIOBRA	NO PRECISA
	15440	-11.477186	-76.63485	CANTA KM 85+580	CHOQUE LATERAL	19-jun-21	08:29 a.m.	0	0	CAMIONETA	IMPRUDENCIA	CURVA HORIZONTAL SIN PUNTO DE VISIBILIDAD
	15736	-11.464739	-76.632316	CANTA KM 87+260	VOLCADURA	20-jul-21	04:00 p.m.	0	1	SEMI TRÁILER	EXCESO DE VELOCIDAD	ACCESO A CURVA VERTICAL
	15698	-11.533603	-76.697094	CANTA KM 74+070	CHOQUE FRONTAL	15-jul-21	09:00 a.m.	0	0	AUTO	EXCESO DE VELOCIDAD	ACCESO A CURVA VERTICAL CON BADÉN
	15756	-11.740196	-76.97335	TRAPICHE KM 26+700	ATROPELLO	24-jul-21	01:13 a.m.	2	1	CAMIONETA	EXCESO DE VELOCIDAD Y POR ENCONTRARSE EN ESTADO DE EBRIEDAD	NO PRECISA
	16658	-11.606659	-76.761859	SANTA ROSA DE QUIVES KM 61+100	CHOQUE LATERAL	27-sep-21	10:30 a.m.	0	0	AUTO	EXCESO DE VELOCIDAD	CARRIL ERROSIONADO
	16928	-11.701823	-76.861536	YANGAS KM 43+500	CHOQUE LATERAL	20-oct-21	06:20 a.m.	0	0	CAMIONETA	FALLA MECÁNICA DE LA UNIDAD, LA MALA MANIOBRA Y EL EXCESO DE VELOCIDAD	ACCESO A LA VIA
	17292	-11.632148	-76.77502	SANTA ROSA DE QUIVES KM 57+810	VOLCADURA	9-nov-21	02:30 a.m.	0	0	AUTO	EXCESO DE VELOCIDAD	CURVA.
	17293	-11.632148	-76.77502	SANTA ROSA DE QUIVES KM 57+810	ATOLLADO	11-nov-21	05:00 p.m.	0	0	CAMIÓN	DESPRENDIMIENTO DE LA TOLVA DEL CAMIÓN	PUENTE

Anexo 02: Ficha de TCS.

TCAS	RUTA	PROGRESIVAS	COORDENADAS		SENTIDO
01	PE-20A	26+200	Latitud	Longitud	No precisa
		27+200	-11.740196	-76.97335	
TIPO DE ACCIDENTE	ACCIDENTES	Nº DE ACCIDENTES	FALLECIDOS	HERIDOS	DAÑO MATERIAL
Atropello	24/07/2021	1	2	1	Si

DIAGNÓSTICO RESUMIDO

De acuerdo a la dato de siniestros, se precisa que la causa de dicho evento fue por exceso de velocidad y que el factor humano se ve involucrado por encontrarse en estado ebriedad, el vehículo involucrado fue una camioneta, donde dejó como saldo 2 fallecidos y 1 herido, dicho suceso ocurrió a las 01.13 am.

De la evaluación en campo se visibiliza que el suceso ocurrió en un tramo curvo con acceso a un centro poblado llamado trapiche, donde existe débil o limitada señalización horizontal y vertical para el ordenamiento de la operación de estos, además se observa erosión de rocas y finalmente producto de esta combinación se tiene una limitada visibilidad.



DIAGNÓSTICO DETALLADO

El tramo cruza por una zona con escasa presencia de viviendas en un lado de la calzada, al otro lado presencia de talud de rocas que se van desprendiendo, del punto donde ocurrió el siniestro vial, razón por la cual hay accesos que empalman a la vía sin señalización, a excepción de las señales provisionales de salida de volquetes, por lo que se ha observado el ingreso y salida de estos.

La calzada presenta fisuras y bache puntual (también fisuras longitudinales y transversales), observándose que con el paso de los vehículos, se levanta polvareda como consecuencia del material suelto que se va acumulando en la calzada producto de los vehículos que empalman a la vía, sobre todos los pesados, y, el material mismo del terreno que con el viento se desplaza del talud superior del margen derecho hacia la calzada. La calzada no tiene el sobreebancho mínimo recomendado, razón por el cual las marcas del pavimento de los laterales están al borde de la carpeta asfáltica, lo que ocasiona que el material suelto se sobreponga e invada la calzada quitándole la visibilidad y/o desgastando el mismo.

En el sentido ascendente, lado derecho a 500 m antes del punto, no hay señalización vertical referida al tramo evaluado, pasando el punto, a más de 500m hay una señal preventiva pero es para alertar la curva del tramo siguiente. En el sentido descendente, a 500 m del punto tampoco no hay señalización, pasando el punto hay 3 señales que es para el tramo siguiente, los mismos que no cumplen en cuanto a dimensiones según las mediciones que se detallan al final del presente. Señalización horizontal desgastado, cubierto por partes con el material suelto que invade la calzada.

FOTOGRAFÍAS





PROBLEMÁTICA:

P1: Deficiente señalización vertical preventiva y reglamentaria

En el sentido ascendente, lado derecho, a más de 500m del punto del siniestro no hay señales preventivas, ni reglamentarias, pasando hay una P-2B pero es para la curva siguiente; igualmente en el sentido descendente, a más de 500 m del punto tampoco hay señales verticales, recién pasando el punto de accidente hay señales reglamentarias de las cuales uno en mal estado, otro con poste de madera y otro con dimensión de panel que no está en función a la velocidad de operación. Es decir, no hay señales que adviertan presencia de accesos a la vía, zona urbana, peatones, ni las que establezcan reducción de velocidad y la velocidad permitida en dicho sector, por lo cual un vehículo con exceso de velocidad y sin señalización vertical en el tramo evaluado y donde se produjo el evento, ante una salida intempestiva de un vehículo por los accesos o de peatones, el impacto o atropello sería inminente como los accidentes ocurridos.

P2: Material suelto sobre calzada y marcas en el pavimento

Acumulación de material suelto sobre la calzada genera polvareda, disminuyendo la visibilidad y desgaste de la señalización horizontal. La calzada al no tener el sobreebanco mínimo recomendado, contribuye al problema mencionado.

PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y RECOMENDACIONES

- Implementar la señalización vertical en los accesos limitando la velocidad Tipo (R-30, R-5-3 y R-5-4) y prioridad de paso Tipo (R-1, R-2) – a corto plazo
- Ampliación de radio de curvatura, según lo indica el Manual de Mantenimiento y Conservación, actuación a mediano y largo plazo.
- Implementar acciones de limpieza y desquinche y perfilado de taludes, actuación a corto plazo.
- Implementar las señales Tipo R-30, al menos 500m antes de la intersección, actuación a corto plazo.

TCAS	RUTA	PROGRESIVAS	COORDENADAS		SENTIDO
02	PE-20A	48+500	Latitud	Longitud	No especifica
		49+700	-11.691579	-76.811917	
TIPO DE ACCIDENTE	ACCIDENTES	Nº DE ACCIDENTES	FALLECIDOS	HERIDOS	DAÑO MATERIAL
VOLCADURA	16/01/2020	1	1	3	Si
DIAGNÓSTICO RESUMIDO					
<p>De acuerdo al dato de siniestros, se precisa que la causa de dicho evento fue por negligencia del conductor, dicho evento tuvo como involucrados a un motocar generando la volcadura a las 05.15 am, teniendo como consecuencia 1 persona fallecida y 3 heridos.</p> <p>De la evaluación en campo se visibiliza que el tramo está comprendida en una intersección donde no hay prioridad de pase, tampoco existe reductor de velocidad, también se evidencia caída de rocas de los taludes, y finalmente la bifurcación presenta una escasa visibilidad.</p>					
DIAGNÓSTICO DETALLADO					
<p>Se trata de un punto conflictivo donde se concentran una incorporación a la PE-3S en plena curva de la carretera principal y una parada de bus en la margen contraria, lo que provoca la existencia de pasos de peatones en plena curva. En sentido URCOS la parada se encuentra en la margen derecha tras curva a derechas lo que genera riesgo de alcance de vehículos cuando el Bus se incorpora pues no hay visibilidad suficiente para esa maniobra. En cuanto a la señalización, en sentido ascendente la zona de conflicto dispone de dos bandas transversales de alerta (BTA), una señal de prevención de curva a la izquierda (P-2B) y se marca la prohibición de adelantar con marcas viales, pero no con la señal reglamentaria vertical de prohibido adelantar (R-16). En sentido descendente se dispone de una BTA y dos señales de prevención, una de curva a la derecha (P-2A) y la otra de zona escolar (P-49), durante el sentido descendente se prohíbe el adelantamiento durante todo el tramo de acercamiento al punto de conflicto.</p>					

FOTOGRAFÍAS



PROBLEMÁTICA:**P1: Debilidad de señalización vertical preventiva y reglamentaria**

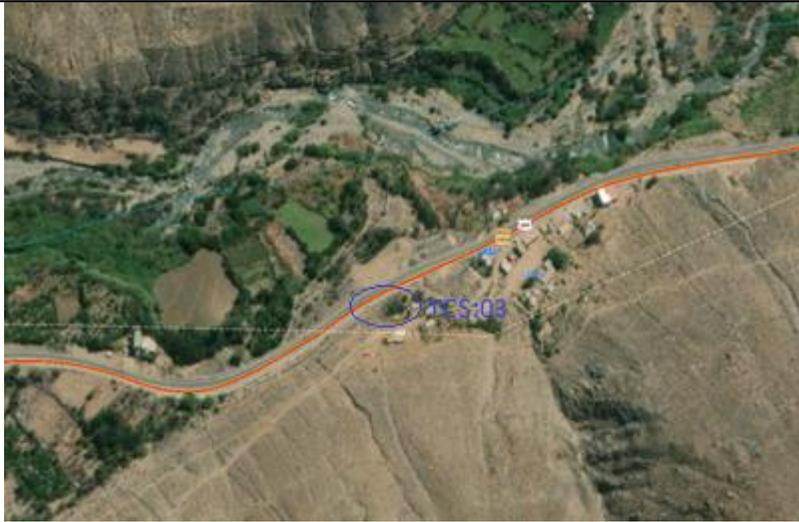
En el sentido ascendente, lado derecho, a más de 500m del punto de accidente no hay señales preventivas, ni reglamentarias, pasando hay una P-2B pero es para la curva siguiente; igualmente en el sentido descendente, a más de 500 m del punto tampoco hay señales verticales, recién pasando el punto de accidente hay señales reglamentarias de las cuales uno en mal estado (pelados por partes), otro con poste de madera y otro con dimensión de panel que no está en función a la velocidad de operación. Es decir, no hay señales que adviertan presencia de accesos a la vía, zona urbana, peatones, ni las que establezcan reducción de velocidad y la velocidad permitida en dicho sector, ya que por estar en tangente permite el incremento de la velocidad, por lo cual un vehículo con exceso de velocidad y sin señalización vertical en el tramo evaluado y donde se produjeron accidentes, ante una salida intempestiva de un vehículo por los accesos o de peatones, el impacto o atropello sería inminente como los accidentes ocurridos.

P2: Material suelto sobre calzada y marcas en el pavimento

Acumulación de material suelto sobre la calzada genera polvareda, disminuyendo la visibilidad y desgaste de la señalización horizontal. La calzada al no tener el sobreebancho mínimo recomendado, contribuye al problema mencionado.

PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y RECOMENDACIONES

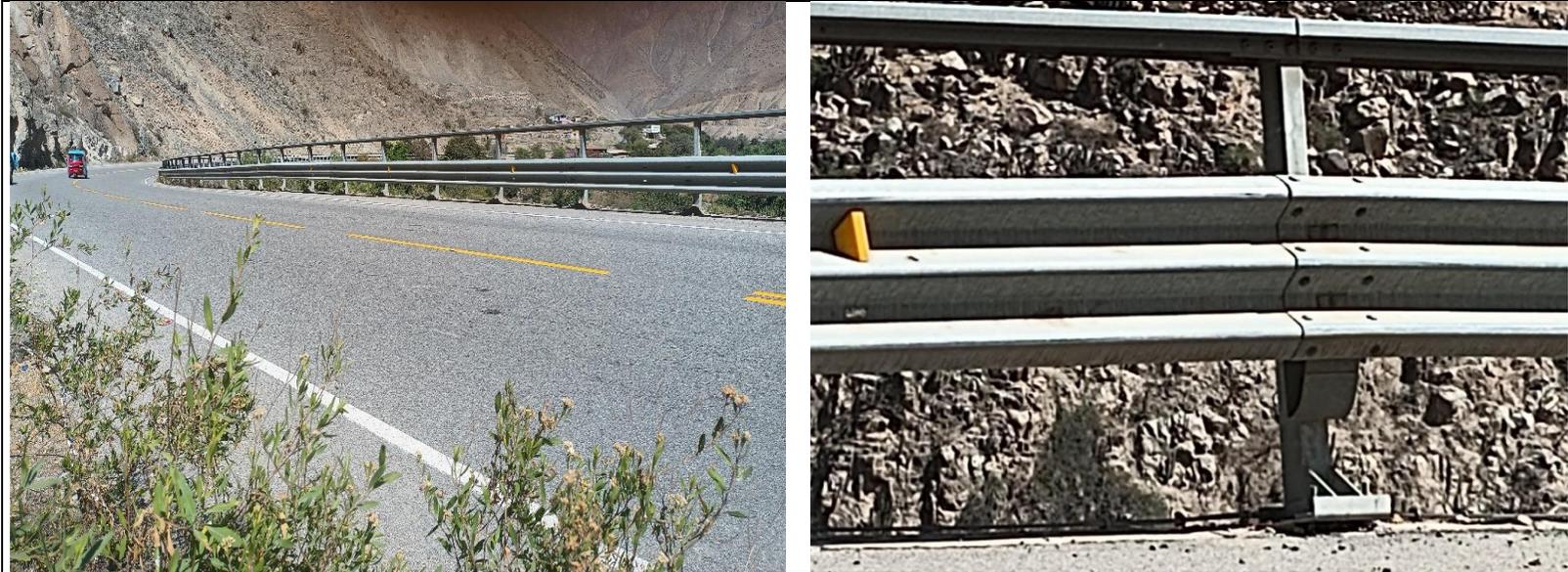
- Implementar la señalización vertical Tipo (R-30, R-5-2) y prioridad Tipo (R-1, R-2).
- Implementar reductores de velocidad de tipo resalto en la vía auxiliar
- Efectuar el calmado de tráfico 500m antes de llegar a la intersección en los tres tramos de la vía que se intersectan.
- Incrementar las actividades de limpieza y en épocas de lluvia efectuar actividades de desbroce en los laterales a fin de siempre brindar la visibilidad a las señales verticales

TCAS	RUTA	PROGRESIVAS	COORDENADAS		SENTIDO
03	PE-20A	61+000	Latitud	Longitud	Canta - Lima
		61+900	-11.60345	-76.760339	
TIPO DE ACCIDENTE	ACCIDENTES	Nº DE ACCIDENTES	FALLECIDOS	HERIDOS	DAÑO MATERIAL
CHOQUE FRONTAL	28/07/2019	1	19	8	Si
DIAGNÓSTICO RESUMIDO					
<p>De acuerdo a la dato de siniestros, se precisa que la causa de dicho evento fue por exceso de velocidad y que el factor humano se ve involucrado, el vehículo involucrado fue minibús, donde dejó como saldo 19 fallecidos y 8 herido, dicho suceso ocurrió a las 08.00pm.</p> <p>De la evaluación en campo se visibiliza que el suceso ocurrió en el desarrollo del tramo curvo, donde la visibilidad es nula, débil señalización vertical y finalmente el sistema de contención existente es inadecuado para el tipo de vía, el nivel de riesgo y el IMDA</p>					
DIAGNÓSTICO DETALLADO					

El tramo presenta un trazado formado por curvas de radio reducido y escasa visibilidad y una recta de unos 800 m de longitud aproximadamente donde se permite el adelantamiento que presenta un cambio de rasante importante. El trazo comienza con una recta con pendiente descendente que continua en una curva hacia la derecha, seguida de una recta. En la recta se llega al vértice del acuerdo cóncavo en el km 59+400. El tramo sigue ya hasta el final con pendiente descendente trazando una serie de curvas hacia la derecha y hacia la izquierda. En el tramo se pueden encontrar varios puntos donde la rodadura presenta algunos defectos, que por ahora no implican riesgo para la seguridad vial, pero que sí pueden llegar a incomodar la circulación, especialmente en la zona del cambio de rasante y en algunas curvas. Las bermas presentan un ancho mínimo. Las márgenes del tramo se encuentran por lo general con riesgo debido a la presencia del talud compuesto por rocas en el margen derecho y en el margen izquierdo se observa abismo, no obstante, se pueden observar ciertos obstáculos en las mismas como por ejemplo postes de cableado. En cuanto a los sistemas de contención se detectan barreras metálicas dispuestas al margen izquierdo, disposición que se considera totalmente ineficaz, pues no se está protegiendo al vehículo abismo a que se encuentra instaladas de manera deficiente como por ejemplo la longitud del perno de anclaje se visualiza expuesto hasta por más de 10cm, se observa cables en la barrera que no están generando ninguna contención. En las proximidades de las curvas las márgenes se encuentran despejadas. Respecto a la señalización, no se encuentran todas las señales verticales de prohibición de adelantamiento.

FOTOGRAFÍAS





PROBLEMÁTICA:

Falta de señalización vertical preventiva y reglamentaria

Mejorar la visibilidad en curva

Sistemas de contención certificadas, con instalaciones deficientes

PROPUESTAS DE ACTUACIÓN Y RECOMENDACIONES

- Como la visibilidad es limitada falta se recomienda incorporar señales Tipo (R-300) km antes.
- El nivel de contención para el tipo de vía y vehículos es superior a lo solicitado en el Anexo 05 del Manual de Seguridad Vial.
- Colocar señales R-16 prohibido adelantar antes del inicio del tramo conflictivo para reforzar la señalización horizontal existente en ambos sentidos
- Colocar señales reglamentarias R-30-4 y reducir la velocidad al menos a 50 km/h acompañado del cartel informativo de curva peligrosa en ambos sentidos
- Retirar la barrera existente (75 metros) y colocar barrera metálica certificada incluyendo los terminales en todo el tramo con la finalidad de que sea compatibles con el crash test efectuada en laboratorio y a su vez con la que obtuvo su certificación.

Anexo 03: Panel fotográfico

Figura 1: Señal vertical cubierta de vegetación.



Figura 2: Señal vertical en tramo curvo a 80 km/h



Figura 3: Señal vertical en tramo urbano y/o periurbano a 80 km/h.



Figura 4: Señal vertical de giba visible y en horizontal no se visualiza, ya que se encuentra sin demarcación.



Figura 5: Despliegue de la barrera de seguridad del muro de concreto



Figura 6: Presencia de anclaje de la barrera de seguridad



Figura 7: Presencia de captafaros con diferentes tipos de materiales retrorreflectivos que no corresponden a la normativa vigente



Figura 8: Barreras expuestas al aire



Figura 9: Barreras enterradas de material de derrumbe



Figura 10: Barreras expuestas al vacío.



Figura 11: Inicio de instalación de barreras en zonas no accidentadas



Figura 12: Barreras de seguridad instaladas en zonas samiplanas y/o llanas



Figura 13: Barreras de seguridad expuesta después del huayco



Figura 14: Barreras de seguridad pendientes de análisis, para su reposición.



Figura 15: Terminales de las barreras artesanales y a su vez en estado de oxidación.



Anexo 04: Valor de velocidad depuradas

Point	Sentido	Time UTC	Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	Speed (km/h)	Distance Computed (km)	Bearing (Deg)
10	NS	11:10:01	-11.470719	-76.625725	23	0	-137.8
11	NS	11:10:02	-11.470768	-76.625779	28	0	-132.8
12	NS	11:10:03	-11.470768	-76.625779	28	0	-132.8
13	NS	11:10:04	-11.47082	-76.625837	31	0	-132
14	NS	11:10:05	-11.470874	-76.625905	33	0.1	-129.4
15	NS	11:10:06	-11.47093	-76.625968	33	0.1	-132
16	NS	11:10:07	-11.470989	-76.62602	36	0.1	-139.5
17	NS	11:10:08	-11.471058	-76.626069	37	0.1	-145
18	NS	11:10:09	-11.471146	-76.626111	38	0.1	-154.7
19	NS	11:10:10	-11.471246	-76.626146	41	0.1	-161.1
20	NS	11:10:11	-11.47136	-76.626158	44	0.1	-174.1
21	NS	11:10:12	-11.471476	-76.626147	45	0.1	174.4
22	NS	11:10:13	-11.471587	-76.626099	46	0.1	157.2
23	NS	11:10:14	-11.471683	-76.626024	47	0.2	142.6
24	NS	11:10:15	-11.471756	-76.625925	49	0.2	127.1
25	NS	11:10:16	-11.471822	-76.625815	50	0.2	121.3
26	NS	11:10:17	-11.471885	-76.625693	52	0.2	117.7
27	NS	11:10:18	-11.471947	-76.625567	54	0.2	116.7
28	NS	11:10:19	-11.472012	-76.625437	56	0.2	117
29	NS	11:10:20	-11.472081	-76.625305	58	0.2	118
30	NS	11:10:21	-11.472159	-76.625172	59	0.3	120.8
31	NS	11:10:22	-11.472239	-76.625037	62	0.3	121.3
32	NS	11:10:23	-11.47233	-76.6249	65	0.3	124
33	NS	11:10:24	-11.47243	-76.624787	67	0.3	132.4
34	NS	11:10:25	-11.472559	-76.624702	66	0.3	146.8
35	NS	11:10:26	-11.472709	-76.624627	67	0.4	154.1
36	NS	11:10:27	-11.472851	-76.624572	65	0.4	159.2
37	NS	11:10:28	-11.473014	-76.624556	68	0.4	174.6
38	NS	11:10:29	-11.473178	-76.624565	70	0.4	-177
39	NS	11:10:30	-11.47334	-76.624588	70	0.4	-172.2
40	NS	11:10:31	-11.473513	-76.62463	70	0.4	-166.6
41	NS	11:10:32	-11.473679	-76.624682	71	0.5	-162.8
42	NS	11:10:33	-11.473843	-76.624741	72	0.5	-160.5
43	NS	11:10:34	-11.474	-76.624817	72	0.5	-154.7
44	NS	11:10:35	-11.474154	-76.624917	72	0.5	-147.5
45	NS	11:10:36	-11.474294	-76.625036	72	0.5	-140.3
46	NS	11:10:37	-11.474421	-76.625181	75	0.6	-131.9
47	NS	11:10:38	-11.474519	-76.625349	75	0.6	-120.6

Point	Sentido	Time UTC	Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	Speed (km/h)	Distance Computed (km)	Bearing (Deg)
48	NS	11:10:39	-11.474593	-76.625528	75	0.6	-113
49	NS	11:10:40	-11.474658	-76.625716	75	0.6	-109.4
50	NS	11:10:41	-11.474715	-76.625905	76	0.6	-107.2
51	NS	11:10:42	-11.47477	-76.626093	75	0.7	-106.4
52	NS	11:10:43	-11.474819	-76.626281	75	0.7	-105
53	NS	11:10:44	-11.474874	-76.626469	76	0.7	-106.5
54	NS	11:10:45	-11.474929	-76.626657	76	0.7	-106.8
55	NS	11:10:46	-11.474988	-76.626838	73	0.8	-108.4
56	NS	11:10:47	-11.475041	-76.627009	69	0.8	-107.3
57	NS	11:10:48	-11.475096	-76.627175	68	0.8	-108.6
58	NS	11:10:49	-11.475157	-76.627324	63	0.8	-112.9
59	NS	11:10:50	-11.475234	-76.627461	61	0.8	-119.8
60	NS	11:10:51	-11.475321	-76.627586	60	0.8	-125.3
61	NS	11:11:59	-11.475552	-76.627792	62	0.8	-138.9
62	NS	11:12:00	-11.475552	-76.627792	62	0.9	-138.9
63	NS	11:12:01	-11.475689	-76.627865	62	0.9	-152.4
64	NS	11:12:02	-11.475841	-76.627923	64	0.9	-159.5
65	NS	11:12:03	-11.476004	-76.627951	66	0.9	-170.3
66	NS	11:12:04	-11.476178	-76.627955	67	1	-178.8
67	NS	11:12:05	-11.476346	-76.627931	67	1	171.9
68	NS	11:12:06	-11.476504	-76.627873	68	1	160.2
69	NS	11:12:07	-11.476654	-76.627786	68	1	150.6
70	NS	11:12:08	-11.476793	-76.627666	71	1	139.8
71	NS	11:12:09	-11.476925	-76.627537	70	1	136.1
72	NS	11:12:10	-11.477036	-76.627383	71	1.1	126.3
73	NS	11:12:11	-11.477142	-76.627219	74	1.1	123.5
74	NS	11:12:12	-11.477248	-76.627061	73	1.1	124.2
75	NS	11:12:13	-11.47737	-76.626917	72	1.1	130.9
76	NS	11:12:14	-11.477508	-76.626808	73	1.2	142.2
77	NS	11:12:15	-11.477643	-76.626746	62	1.2	156
78	NS	11:12:16	-11.477786	-76.626723	57	1.2	170.9
79	NS	11:12:17	-11.477931	-76.626735	60	1.2	-175.5
80	NS	11:12:18	-11.478068	-76.626755	55	1.2	-171.9
81	NS	11:12:19	-11.478207	-76.626834	62	1.2	-150.9
82	NS	11:12:20	-11.47833	-76.626947	63	1.3	-138
83	NS	11:12:21	-11.478434	-76.627085	66	1.3	-127.4
84	NS	11:12:22	-11.478494	-76.62724	65	1.3	-111.7
85	NS	11:12:23	-11.478534	-76.627407	66	1.3	-103.7
86	NS	11:12:24	-11.478577	-76.627583	69	1.3	-104
87	NS	11:12:25	-11.478615	-76.627759	70	1.3	-102.6

Point	Sentido	Time UTC	Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	Speed (km/h)	Distance Computed (km)	Bearing (Deg)
88	NS	11:12:26	-11.478651	-76.62794	69	1.4	-101.5
89	NS	11:12:27	-11.478685	-76.628107	65	1.4	-101.5
90	NS	11:12:28	-11.478714	-76.628263	60	1.4	-100.7
91	NS	11:12:29	-11.478727	-76.628405	55	1.4	-95.5
92	NS	11:12:30	-11.478721	-76.628542	51	1.4	-87.5
93	NS	11:12:31	-11.478683	-76.628669	51	1.4	-72.9
94	NS	11:12:32	-11.478615	-76.628776	49	1.5	-56.9
95	NS	11:12:33	-11.478512	-76.628849	47	1.5	-34.7
96	NS	11:12:34	-11.478388	-76.628884	47	1.5	-15.9
97	NS	11:12:35	-11.478253	-76.628868	54	1.5	6.9
98	NS	11:12:36	-11.478118	-76.628819	57	1.5	19.6
99	NS	11:12:37	-11.477976	-76.628762	59	1.5	21.5
100	NS	11:12:38	-11.47783	-76.628711	62	1.6	18.8
101	NS	11:12:39	-11.477675	-76.628672	62	1.6	13.7
102	NS	11:12:40	-11.477525	-76.628657	59	1.6	5.8
103	NS	11:12:41	-11.477388	-76.628666	54	1.6	-3.8
104	NS	11:12:42	-11.477255	-76.628693	54	1.6	-11.4
105	NS	11:12:43	-11.477116	-76.628726	57	1.6	-13
106	NS	11:12:44	-11.476967	-76.628761	60	1.7	-12.9
107	NS	11:12:45	-11.47681	-76.628795	64	1.7	-12.2
108	NS	11:12:46	-11.476643	-76.628828	67	1.7	-10.9
109	NS	11:12:47	-11.476467	-76.628861	70	1.7	-10.5
110	NS	11:12:48	-11.476287	-76.628896	72	1.7	-10.8
111	NS	11:12:49	-11.476104	-76.628935	73	1.8	-11.6
112	NS	11:12:50	-11.47592	-76.628973	74	1.8	-11.6
113	NS	11:12:51	-11.475733	-76.629016	75	1.8	-12.7
114	NS	11:12:52	-11.475544	-76.629063	76	1.8	-13.8
115	NS	11:12:53	-11.475355	-76.629128	78	1.8	-18.4
116	NS	11:12:54	-11.475172	-76.629216	79	1.9	-25.3
117	NS	11:12:55	-11.474996	-76.629327	80	1.9	-31.7
118	NS	11:12:56	-11.474824	-76.629447	82	1.9	-34.4
119	NS	11:12:57	-11.474653	-76.629571	82	1.9	-35.5
120	NS	11:12:58	-11.474485	-76.629688	79	2	-34.2
121	NS	11:11:59	-11.474147	-76.629848	72	2	-24.8
122	NS	11:12:00	-11.474147	-76.629848	72	2	-24.8
123	NS	11:12:01	-11.473969	-76.629877	70	2	-9.1
124	NS	11:12:02	-11.473785	-76.629827	73	2	14.8
125	NS	11:12:03	-11.473613	-76.629777	70	2.1	15.9
126	NS	11:12:04	-11.473446	-76.629702	71	2.1	23.7
127	NS	11:12:05	-11.473277	-76.629624	73	2.1	24.3

Point	Sentido	Time UTC	Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	Speed (km/h)	Distance Computed (km)	Bearing (Deg)
128	NS	11:12:06	-11.473099	-76.629557	74	2.1	20.4
129	NS	11:12:07	-11.472915	-76.629512	74	2.1	13.4
167	NS	11:12:45	-11.465759	-76.631749	89	3	-13.7
168	NS	11:12:46	-11.465547	-76.631799	85	3	-12.9
169	NS	11:12:47	-11.465343	-76.63184	81	3	-11.2
.
.
.
.
5212	NS	14:05:05	-11.865576	-77.010941	19	78.8	-131.4
5213	NS	14:05:06	-11.865616	-77.010985	25	78.8	-132.7
5214	NS	14:05:07	-11.865664	-77.011035	29	78.8	-134.6
5215	NS	14:05:08	-11.865724	-77.011092	33	78.8	-137.2
5216	NS	14:05:09	-11.865794	-77.011146	34	78.8	-142.7
5217	NS	14:05:10	-11.865872	-77.011195	37	78.8	-148.8
5218	NS	14:05:11	-11.865978	-77.011241	41	78.8	-156.8
5219	NS	14:05:12	-11.866093	-77.011278	44	78.8	-162.9
5220	NS	14:05:13	-11.866212	-77.011309	47	78.8	-165.5
5221	NS	14:05:14	-11.86634	-77.011331	49	78.9	-170.5
5222	NS	14:05:15	-11.866466	-77.011348	50	78.9	-172.6
5223	NS	14:05:16	-11.866591	-77.011371	51	78.9	-169.6
5224	NS	14:05:17	-11.866723	-77.011401	51	78.9	-167.4
5225	NS	14:05:18	-11.866842	-77.011442	50	78.9	-161.4
5226	NS	14:05:19	-11.86696	-77.011483	51	78.9	-161.2
5227	NS	14:05:20	-11.867075	-77.011542	49	78.9	-153.6
5228	NS	14:05:21	-11.867174	-77.011617	48	79	-143.3
5229	NS	14:05:22	-11.867279	-77.011688	47	79	-146.5