

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**ESCUELA DE POSGRADO**



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

---

**EVALUACIÓN DE RIESGO VIAL EN LA RUTA DE SAN  
ANTONIO DE PUTINA HASTA MUÑANI DEL CORREDOR VIAL  
PRO-REGIÓN PUNO, 2020**

---

**Línea de investigación:  
TRANSPORTES**

**AUTOR**

**Br. García Gonzáles, Juan José**

**Jurado Evaluador:**

**Presidente: Ms. Juan Paul Edward Henríquez Ulloa**

**Secretario: Ms. Jorge Antonio Vega Benites**

**Vocal: Ms. Eduardo Elmer Cerna Sánchez**

**ASESOR**

**Durand Orellana, Rocío del Pilar**

**Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6592-6520>**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2021**

**Fecha de sustentación: 2021/06/05**



## INDICE GENERAL

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE IMAGENES

ÍNDICE DE GRÁFICOS

INDICE DE PLANOS

PRESENTACIÓN

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRAC

CAPÍTULO I

I: INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	2
1.1.1 Nivel mundial.....	2
1.1.2 Nivel nacional .....	3
1.1.3 Nivel local.....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 HIPÓTESIS .....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	5

CAPÍTULO II

II: MARCO TEORICO .....	8
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
2.2 MARCO TEÓRICO .....	12
2.2.1 Aspecto Físico.....	12
2.2.2 Aspecto Social .....	12
2.2.3 Aspecto Técnico.....	21
2.2.4 Aspecto Jurídico.....	21
2.3 BASE CONCEPTUAL .....	22

## CAPÍTULO III

III: METODOLOGIA .....	24
3.1 POBLACIÓN.....	24
3.2 MUESTRA .....	24
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	24
3.3.1 Variable Independiente .....	24
3.3.2 Variable Dependiente.....	24
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE .....	25
3.4.1 Evaluación de amenazas naturales.....	25
3.4.2 Levantamiento topográfico .....	25
3.4.3 Evaluación del estado actual.....	25
3.5 PROCEDIMIENTOS .....	26
3.5.1 Factor Infraestructural.....	26
3.5.1.1 Información Geográfica .....	26
3.5.1.2 Evaluación de amenazas naturales.....	26
3.5.2 Suelos.....	27
3.5.2.1 Campaña de Campo.....	28
3.5.2.2 Resumen de Resultados.....	29
3.5.2.3 Evaluación del Estado Actual.....	32
3.5.2.4 Señalización en la Vía.....	33
3.5.3 Factor Vehicular.....	34
3.5.3.1 Estado del Transporte.....	34
3.5.3.2 Recopilación de los índices de tráfico y carga .....	35
3.6 DISEÑO DE ESTUDIO .....	38
3.6.1 Parámetros de Diseño .....	38
3.6.1.1 Normativa de diseño Empleada.....	38
3.6.1.2 Parámetros de Diseño Según Manual de Carreteras .....	39
3.6.2 Pavimentos .....	50
3.6.2.1 Diseño estructural a nivel de solución básica .....	51
3.6.3 Señalización y Seguridad Vial .....	52
3.6.3.1 Metodología para Seguridad Vial .....	52
3.6.4 Información de los accidentes de tránsito censados por el INEI ...	53
3.6.5 Accidente de tránsito, por lugar de ocurrencia .....	57

3.6.5.1 Accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, según departamento .....	59
3.6.5.2 Accidentes de tránsito por lugar de ocurrencia en tramo de la vía .....	62
3.6.5.3 Tipo de accidentes de tránsito en el departamento de La Libertad .....	63
3.6.5.4 Accidentes de tránsito por tipo de vehículo en la región La Libertad .....	63
3.6.5.5 Causas más frecuentes de los accidentes de tránsito .....	64
3.6.5.6 Accidentes de tránsito por consecuencia, en la región entre los años 2014 al 2016 .....	64
3.6.6 Tasa de fallecidos por accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes; entre los años 2011 al 2016 .....	65
3.6.7 Señalización Existente .....	68
3.6.7.1 Señalización Horizontal .....	68
3.6.7.2 Señalización Vertical .....	68
3.6.7.3 Elemento de encarrilamiento y defensa .....	68
3.6.8 Características físicas actuales de la vía .....	69
3.6.8.1 Cruce de zonas urbanas .....	69
3.6.8.2 Iluminación en la vía .....	69
3.6.9 Medidas para reducir y prevenir accidentes de tránsito en la vía ..	69
3.6.9.1 Elementos de señalización y seguridad vial .....	70
3.6.10 Señalización vertical .....	70
3.6.10.1 Definición .....	70
3.6.10.2 Función .....	70
3.6.10.3 Clasificación de las señales verticales .....	71
3.6.10.4 Para el proyecto de investigación .....	72
3.6.10.5 Clasificación .....	74
IV: RESULTADOS .....	76
4.1 EVALUACION DE RIESGO.....	76
4.2 ELAVORACION DEL PESV .....	77
4.3 ANALISIS DE LA ACIDENTABILIDAD .....	81
V. CONCLUSIONES .....	85
VI. RECOMENDACIONES.....	86
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87

VIII. ANEXOS.....	88
-------------------	----

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 01: Operacionalización de Variable.....	24
Tabla 02: Resultados de laboratorio para el espesor de mejoramiento .....	29
Tabla 03: CBR de diseño .....	29
Tabla 04: Tipo de material del suelo en la Ruta # 08 km. Inicial 00+000 al km. 24+008 .....	30
Tabla 05: Caudales de Diseño RUTA 08 .....	31
Tabla 06: Fuentes de agua RUTA 08 .....	32
Tabla 07: Canteras RUTA 08 .....	32
Tabla 08: Cuadro resumen – Tramos de Mejoramiento .....	33
Tabla 09: Señalización en la ruta # 08 Putina - Muñani.....	34
Tabla 10: Ruta # 08 km. Inicial 00+000 al km. 24+008.....	35
Tabla 11: IMDa en la ruta #08.....	36
Tabla 12: Factores de Generación de Viajes OD1.....	36
Tabla 13: FxC y FxCxPN de la ruta #08 .....	37
Tabla 14: Factores destructivos totales por tipo de vehículo.....	37
Tabla 15: Standard de Carga Equivalente Cuadro de Resumen de Estación .....	38
Tabla 16: IMDA en la Ruta .....	39
Tabla 17: Rangos de la Velocidad de Diseño .....	40
Tabla 18: Fricción transversal máxima en curvas .....	41
Tabla 19: Valores de peralte máximo .....	41
Tabla 20: Valores de radio mínimo para velocidades .....	42
Tabla 21: Velocidades de diseño .....	43
Tabla 22: Distancia de visibilidad de parada con pendiente.....	44
Tabla 23: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento .....	44
Tabla 24: Pendientes máximas (%) .....	46
Tabla 25: Diseño estructural.....	51
Tabla 26: Datos característicos de la ruta PE-34Q .....	53
Tabla 27: Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia,	

según región – 2016.....	60
Tabla 28: Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, según región – 2015 .....	61
Tabla 29: Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, según región – 2014.....	61
Tabla 30: Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, en la región de La Libertad entre los años 2014 al 2016.....	62
Tabla 31: Accidentes de tránsito, por lugar de ocurrencia (tramo de la vía), en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016 .....	62
Tabla 32: Tipo de accidentes de tránsito, en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016 .....	63
Tabla 33: Accidentes de tránsito por tipo de vehículo mayor y menor en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016 .....	63
Tabla 34: Accidentes de tránsito, según causas más frecuentes en la región entre los años 2014 al 2016 .....	64
Tabla 35: Accidentes de tránsito por consecuencias en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016 .....	65
Tabla 36: Tasa de fallecidos por accidentes de tránsito a nivel nacional entre los años 2011 – 2016.....	65
Tabla 37: Indicaciones para la evaluación de la señalización .....	68
Tabla 38: Distancia de ubicación anticipada .....	72
Tabla 39: Matriz de valoración de riesgos.....	76
Tabla 40: Interpretación de la matriz de valoración de riesgos .....	76
Tabla 41: Agente de riesgo por nivel.....	77
Tabla 42: Mapa de calor .....	77
Tabla 43: Plan de acción para el desarrollo del plan estratégico de seguridad vial .....	78
Tabla 44: Planes de acción para la aplicación de la matriz con nivel de riesgo alto .....	79
Tabla 45: Planes de acción para la aplicación de la matriz con nivel de riesgo medio 1 .....	80

Tabla 46: Planes de acción para la aplicación de la matriz con nivel de riesgo medio 2 .....	81
--	----

### ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 01: Conserve su derecha .....	13
Imagen 02: No Adelantar.....	13
Imagen 03: Velocidad Máxima .....	14
Imagen 04: Señal de Pare .....	15
Imagen 05: Señal de Ceda el Paso .....	15
Imagen 06: Velocidad de 40 km/h.....	16
Imagen 07: Señal curva pronunciada a la derecha e izquierda .....	17
Imagen 08: Señal curva a la derecha e izquierda.....	17
Imagen 09: Señal Curva en U derecha e izquierda.....	18
Imagen 10: Señal de curva y contra curva a la derecha e izquierda .....	18
Imagen 11: Señal camino sinuoso .....	19
Imagen 12: Señal pendiente pronunciada .....	19
Imagen 13: Estado de la carretera en el km. 10+100.....	47
Imagen 14: Estado de la carretera en el km. 10+200.....	47
Imagen 15: Estado de la carretera en el km. 10+300.....	47
Imagen 16: Estado de la carretera en el km. 10+430.....	48
Imagen 17: Estado de la carretera en el km. 11+930.....	48
Imagen 18: Estado de la carretera en el km. 12+060.....	48
Imagen 19: Estado de la carretera en el km. 12+160.....	48
Imagen 20: Estado de la carretera en el km. 15+430.....	49
Imagen 21: Estado de la carretera en el km. 15+500.....	49
Imagen 22: Estado de la carretera en el km. 15+500.....	49

## **ÍNDICE DE GRAFICOS**

Grafico 01: Accidentes de Tránsito registrados entre 2011 - 2016 .....	54
Grafico 02: Accidentes de tránsito, según departamento 2016 .....	55
Grafico 03: Accidentes de tránsito, según departamento 2015 .....	56
Grafico 04: Accidentes de tránsito, según departamento 2014 .....	57
Grafico 05: Tipo de vía de la ocurrencia de accidente de tránsito, 2016.....	58
Grafico 06: Tipo de vía de la ocurrencia de accidente de tránsito, 2015.....	59
Grafico 07: Tipo de vía de la ocurrencia de accidente de tránsito, 2014.....	59
Grafico 08: Tasa de fallecidos en accidente de tránsito por región entre los años 2011 al 2016 .....	67

## **ÍNDICE DE PLANOS**

Plano 01: Ubicación y localización .....	U-01
Plano 02: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	01-24
Plano 03: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	02-24
Plano 04: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	03-24
Plano 05: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	04-24
Plano 06: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	05-24
Plano 07: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	06-24
Plano 08: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	07-24
Plano 09: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	08-24
Plano 10: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	09-24
Plano 11: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	10-24
Plano 12: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	11-24
Plano 13: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	12-24
Plano 14: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	13-24
Plano 15: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	14-24
Plano 16: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	15-24
Plano 17: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	16-24
Plano 18: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	17-24
Plano 19: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	18-24

Plano 20: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	19-24
Plano 21: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	20-24
Plano 22: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	21-24
Plano 23: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	22-24
Plano 24: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	23-24
Plano 25: Señalización y seguridad vial Putina-Muñani, PE-34Q .....	24-24

## **PRESENTACIÓN**

**Señores Miembros del jurado:**

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados de la Escuela de Posgrado, pongo a vuestra consideración, el presente informe de tesis titulado: **EVALUACIÓN DE RIESGO VIAL EN LA RUTA DE SAN ANTONIO DE PUTINA HASTA MUÑANI DEL CORREDOR VIAL PRO-REGIÓN PUNO, 2020**

Atentamente,

Br. García Gonzáles, Juan José

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios por permitirme continuar con éxito mi carrera profesional.

A mis padres Segundo y Ángela por mi formación personal y los valores en mi persona que me ha servido para ser un profesional competitivo, siempre en busca de la mejora. De igual manera a mis hijos Diego, Sofia y Mariana por su amor y comprensión de que toda meta necesita de sacrificios.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por la salud y por haberme permitido alcanzar mis metas trazadas.

A mi asesor, Dra. Ing. Rocío del Pilar Durand Orellana por sus recomendaciones y apoyo que lograron la culminación de la presente investigación.

Agradecer en especial al Mg. Ing. Pepe Ronald Cervera Mendo que más que un jefe, para mí es como un hermano que siempre me ha apoyado en lo personal y en las metas profesionales trazadas.

## **RESUMEN**

Esta investigación **EVALUACIÓN DE RIESGO VIAL EN LA RUTA DE SAN ANTONIO DE PUTINA HASTA MUÑANI DEL CORREDOR VIAL PRO-REGIÓN PUNO, 2020** logro identificar los trabajos de señalización vertical, y mejoramiento del pavimento y obras de arte que requiere la ruta San Antonio de Putina hasta Muñani en el marco de la normativa vigente como el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (MTC) y el Manual De Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. La implementación de estos dispositivos y las mejoras en general de la ruta enfatizan sobre la seguridad vial con el objetivo de disminuir el riesgo individual y colectivo respectivo con la finalidad de alertar a los conductores de dicha ruta sobre la existencia de peligros. En la recolección de datos se aplicó la técnica de la recopilación de datos para luego aplicar las normas vigentes que me ayudo posteriormente para comprobar la hipótesis y concluir con los esquemas finales.

Con el estudio se logró demostrar que haciendo uso de este tipo de herramientas podemos lograr aplicarlos a aquellas rutas con similares condiciones, pero siempre teniendo en cuenta la clasificación respectiva, el IMDa y la velocidad de diseño de 30Km/h adecuada con el nivel de seguridad y de protección presente en la ruta. De esta manera, la accidentalidad y la siniestralidad se reduciría ya que el papel que juega la infraestructura como responsable en la generación de accidentes sería mínimo y las consecuencias de éstos también. Además, con el estudio del riesgo se logró proponer un Plan de acción para el desarrollo del plan estratégico de seguridad vial.

**Palabras claves:** seguridad vial, riesgo vial.

## ABSTRAC

This investigation ROAD RISK ASSESSMENT ON THE ROUTE FROM SAN ANTONIO DE PUTINA TO MUÑANI DEL ROAD CORREDOR PRO-REGIÓN PUNO, 2020 was able to identify the vertical signaling works, and improvement of the pavement and works of art that the San Antonio de Putina route requires until Muñani within the framework of current regulations such as the Manual of Automotive Traffic Control Devices for Streets and Roads (MTC) and the Highway Manual: Geometric Design DG-2018. The implementation of these devices and the general improvements of the route emphasize road safety in order to reduce the respective individual and collective risk in order to alert the drivers of said route about the existence of dangers. In the data collection, the data collection technique was applied to later apply the current regulations that later helped me to verify the hypothesis and conclude with the final diagrams.

With the study, it was possible to show that by making use of this type of tools we can apply them to those routes with similar conditions, but always taking into account the respective classification, the IMDa and the design speed of 30Km / h adequate with the level of safety and protection present on the route. In this way, the accident rate and the accident rate would be reduced since the role played by the infrastructure as responsible for the generation of accidents would be minimal and the consequences of these as well. Furthermore, with the risk study, it was possible to propose an Action Plan for the development of the strategic road safety plan.

**Keywords:** road safety, road risk.

# **CAPÍTULO I**

## **I. INTRODUCCIÓN**

Esta investigación, tuvo como objetivo realizar una evaluación de riesgo vial en la ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-Región Puno, 2020. Por medio de los estudios realizados se logró obtener la situación actual en que se encuentra la carretera, su falta de señalización de tal manera que con una evaluación de riesgo vial según la Resolución Directoral N° 012-2018-MTC/14 donde se encuentran las normas técnicas para la Gestión de Emergencias Viales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú se proponga los parámetros para una vía segura para los transeúntes.

La norma técnica contiene: i) criterios, procedimientos y pautas generales, que permitieron proponer un plan de prevención a emergencias viales del tramo de la carretera en estudio, basados en la norma técnica se establecieron procedimientos y pautas en la ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani.

### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:**

#### **1.1.1. Nivel Mundial:**

Los accidentes de tránsito son un problema de nivel mundial, por ello en varios países se están tomando medidas para incrementar la seguridad vial, teniendo aún mucho por hacer para detener el número de víctimas mortales a causa del riesgo vial en que se encuentra la carretera y/o vía. En estos últimos años, diferentes países han empleado diversos métodos para estimar un número de víctimas mortales a nivel mundial en las carreteras. (*GSRRS Global Status Report on Road Safety -2018*).

La información de la Organización mundial de la salud, Carga Mundial de Morbilidad, utiliza datos de registros con las principales causas de defunción a nivel mundial, encontrándose los accidentes de tráfico entre las diez principales causas de mortalidad, teniendo cerca de 2 millones de víctimas a consecuencia de accidentes de tránsito. (OMS – Organización Mundial de Salud – 2019).

### **1.1.2. Nivel Nacional**

En nuestro Perú, ha progresado mucho la industria y la importación del campo a las ciudades, las zonas rurales han tenido un crecimiento elevado de manera desordenada llevando a trasladarse en vehículos conocidos como "combis" y "coaster", así también como de vehículos pequeños llamados ticos y también en mototaxis, siendo este tipo de sistema de transporte muy peligroso, alterando la seguridad vial de todas las carreteras del país. La correcta señalización es una clave muy importante en la seguridad vial de una carretera ya que cumple la función orientar, advertir e informar al conductor acerca de las características de las vías en la que transita. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones – 2018)

Con la creciente motorización en el Perú, se ha comenzado a reflejar algunos problemas que involucran el incremento de vehículos; es decir si la motorización aumenta, el riesgo vial llega ser para la salud un serio problema ya que si hablamos estadísticamente el crecimiento de flota vehicular es 10 por ciento por año, generando una presión en las carreteras de la red vial, llevando a buscar medidas de control del tráfico con los profesionales (Ingenieros de Tráfico, Planificadores, Policías, etc.) asegurando una fluida y segura transitabilidad vehicular. (Provias Nacional - 2018)

### **1.1.3. Nivel Local**

El ministerio de transportes y comunicaciones mediante la Resolución Directoral N° 012-2018-MTC/14 ha señalado las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial, fiscalizar su cumplimiento e interpretar las normas técnicas contenidas en dicho reglamento así mismo señalan que este Ministerio, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, elabora, actualiza y aprueba los manuales para la gestión de la infraestructura vía.

Por medio de esta resolución se evaluó la situación de la seguridad vial en la ruta PE-34Q: San Antonio de Putina (Salida) – Muñani,

ubicada entre las provincias de San Antonio de Putina y Azángaro, atravesando los poblados de Villuyo y Muñani, con una longitud de 24.008 kilómetros. El Tramo 1 tiene una longitud de 2.36 de dicha ruta es intervenido y conservado por la Municipalidad de Putina. El Tramo 2, posee 21.648 kilómetros intervenidos con las siguientes características:

El trazo tiene una trayectoria sureste, la superficie de rodadura es a nivel de afirmado, en regular estado de conservación, con ancho entre 4.00 a 4.50 m, sin bermas. En los últimos años se han suscitado varios accidentes que han ido en aumento según los pobladores de la zona pero que no han sido registrados oficialmente.

## 1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Qué factores determinan el riesgo vial en la ruta San Antonio de Putina – Muñani del corredor vial Pro – Región Puno que atribuye el incremento de accidentes viales?

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo General

Evaluar el riesgo vial en la ruta San Antonio de Putina – Muñani del corredor vial Pro – Región Puno.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Obtener las características geométricas de las vías existentes: ancho de vías, ubicación de señales informativas y preventivas, identificación de taludes de cortes y rellenos; mediante un levantamiento topográfico.
- Determinar el índice medio diario anual (IMDA), los factores de carga y los ejes equivalentes mediante un estudio de tráfico y carga.
- Determinar la mejor alternativa de tipos de capas de pavimento, luego de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.
- Definir las condiciones de Seguridad Vial necesarias mediante una matriz de medidas de mitigación.

#### 1.4. HIPÓTESIS

Una adecuada implementación de dispositivos de control de tránsito, aumentara la seguridad vial en la ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-región Puno

#### 1.5. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se justifica ya que determinando el riesgo vial en la ruta PE – 34Q sabremos cuáles serán las propuestas que lleve a mejorar la seguridad del corredor vial Pro – Región Puno, proporcionando una transitabilidad segura para el conductor y los pasajeros.

La determinación de los riesgos tendrá el fin de poder ser corregidos algunos de los determinantes negativos y poder intervenir para evitar los riesgos viales y mejorar el nivel de transitabilidad vehicular en la carretera.

Esta investigación también será importante porque logrará mejorar y elevar el nivel socio económico de la región, ya que teniendo una carretera segura y en buen estado crecerá el ámbito turístico y la exportación de los recursos de la zona.

En el Capítulo II, se observa los antecedentes de la investigación, que se sirvieron y aportaron en mi investigación, también el marco teórico y el marco conceptual.

En el Capítulo III, se muestra la población y muestra de mi investigación, la operacionalización de las variables (independiente y dependiente) el procedimiento y determinación de las características geométricas de la vía y la existencia de fuentes de agua y canteras, también se realizó un estudio geotécnico para determinar el suelo que comprende. También se realizó el estudio de tráfico y carga para determinar el índice medio diario anual IMDA.

En el Capítulo IV, presento mis resultados de los estudios realizados, determinando una evaluación de riesgo a la ruta de San Antonio De Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-Región Puno, siendo peligrosa por falta de señalizaciones y el estado en que se encuentra la vía.

En el Capítulo V, se encuentran mis conclusiones por lo cual presento una alternativa de solución al problema, ofreciendo una ruta segura para los conductores como también para los mismos pobladores.

En el Capítulo VI, se encuentran las recomendaciones que ayudaran a futuras a solucionar problemas y tener más claro los problemas que puedan presentarse en la investigación.

## **CAPÍTULO II**

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Miranda V. (2016), en su investigación *EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA RIOBAMBA – PENIPE, E490 UBICADO EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO*- Ecuador, propuso como objetivo realizar una evaluación de seguridad vial de la carretera de primer orden Riobamba – Penipe, E490 localizado en la Provincia de Chimborazo-Ecuador, por medio la identificación de los tramos que presentan mayor deterioro en la carretera, y analizando la información sobre los accidentes ocurridos, para así determinar alternativas que ayuden a disminuir los accidentes de tránsito, también reemplazando las señales que están en mal estado para un correcto y seguro funcionamiento de la vía y rediseñarlas curvas que no cumplen con un radio de cobertura indicada por el MTOP 2003. La investigación obtuvo como resultado que el porcentaje de inseguridad en la carretera Riobamba es del 53%, teniendo como factores principales de inseguridad en la carretera la señalización horizontal en total deterioro, falta de señalización vertical en muchos tramos, deslizamiento de taludes, etc. En la investigación se plantearon soluciones en cada tramo de la vía con el objetivo de poder reducir los accidentes. El principal aporte a la investigación es la importancia del tema y la metodología en la intervención del tramo, adecuándola a la situación actual de la carretera, recomendando realizar los mantenimientos periódicos ya que siempre hay la existencia de fisuras, baches, cunetas, deslizamientos, etc., y la demarcación adecuada de las vías ya que existe un continuo desgastamiento.

Márquez J., (2018) en su investigación *DETERMINACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA CARRETERA CARHUAZ - CHACAS - SAN LUIS, TRAMO CARHUAZ - SHILLA - TÚNEL PUNTA OLÍMPICA KM 0+000 AL KM 49+000, PARA REDUCIR LOS ÍNDICES DE ACCIDENTES VIALES, EN LA REGIÓN ANCASH – 2018* - Perú, se propuso como objetivo precisar la seguridad vial en la carretera Carhuaz desde el Km 0+000 al 49+000, para lograr reducir el índice de mortalidad a causa de los accidentes viales en la

región de Ancash, mediante la determinación de los tramos altamente peligrosos, diagnosticar los factores de riesgo y la propuesta de soluciones a estos problemas que se encontraron. La investigación tiene como resultado que por medio de la evaluación de la carretera tiene una inadecuada señalización, por lo que se planteó medidas correctivas para la seguridad viales por medio de auditorías como una principal herramienta para nuevos proyectos en la construcción y mejoramiento de carreteras, también la determinación de los tramos potencialmente peligrosos realizando trabajos inmediatamente correctivos identificando principalmente los aspectos que presenta la carretera influyendo en el futuro de manera correctiva para disminuir los accidentes viales. Las inspecciones son herramientas fundamentales para lograr una seguridad vial por lo que se requiere emplear herramientas efectivas que ayuden a identificar las deficiencias que presenta la infraestructura vial. El principal aporte a la investigación es el sistema de tránsito que aplico logrando reducir los accidentes de tránsito, el cual se evaluará para ver si el sistema es aplicable al tramo de la carretera que se investigará.

Narva J. & Ponce M., (2015), en su investigación *EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES EN CARRETERAS POR CARENCIA DE SEÑALIZACIONES Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LA CARRETERA QUINUA – SAN FRANCISCO (KM. 26 + 000 – KM. 78 + 500)* Perú. Los investigadores se propusieron como objetivo desarrollar una evaluación de los riesgos altamente potenciales y a su vez proponer una solución a cada riesgo que se encontró, en la carretera Quinua en el tramo Km 26+000 hasta el Km. 78+500, considerado un corredor vial de gran importancia. La investigación tiene como resultado que por medio de las evaluaciones se determinó la instalación de un diseño adecuado en la señalización ya que es un punto crítico y una razón primordial en los accidentes viales que ocasionaron, el diseño de la señalización fue considerado lo requerido esencialmente para una segura transitabilidad en puntos críticos, como por ejemplo las partidas de marcas en el pavimento,

guardavías, demarcadores de peligro y tachas retro reflectoras. Las partidas con respecto a los estudios fueron las siguientes:

- Señales preventivas.
- Señales reglamentarias.
- Señales informativas.
- Postes de soporte de señales.
- Postes delineadores.
- Demarcadores de peligro.
- Tachas retro reflectoras.
- Mascar retro reflectoras.
- Guardavías metálicos.
- Sección final.
- Sección de amortiguados.
- Postes de kilometraje.

Como aporte a la investigación es analizar las actividades contenidas en el presupuesto que desarrollaron para poder determinar el costo de la posible intervención en el tramo, mejorando su seguridad vial.

Tello A., (2018), en su investigación *EVALUACIÓN Y MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL PEATONAL Y EL NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS LOS ALISOS Y TÚPAC AMARU – Perú*. Se propuso como objetivo perfeccionar la seguridad peatonal y vial, mejorar el servicio vehicular en la intersección de la avenida Túpac Amaru, identificando los puntos a modificarse para cumplir los parámetros geométricos que el reglamento exige. La investigación llega a tener como resultado prohibir los giros a lado izquierdo en la avenida Túpac Amaru, implementar carriles para solo los giros en U, que el radio de giro sea menor en todos los accesos para que no sea dificultoso el giro a la derecha, agrandar un carril en el acceso de alisos en este, eliminar un carril el acceso de alisos oeste, disminuir el ancho promedio de carril de 3.2 a 3 metros en el acceso los alisos oeste y en los alisos este. El principal aporte a mi investigación fue las metodologías que aplicaron para calificar el nivel de servicio y ser

calificadas de acuerdo a cuatro diferentes características como el volumen de peatones, el confort, las señales, tiempos de transitabilidad y los accesos.

German G., (2016), en su investigación *LA SEGURIDAD VIAL EN EL PERÚ* – Perú. Se propuso como objetivo establecer patrones de comportamientos similares que permitirán predecir el comportamiento de fatalidad en nuestro país entre los años 2020 al año 2025, proponiendo programas de seguridad a nivel nacional y tomarlas de forma inmediata. La investigación tenía como resultado las muertes anuales en carreteras peruanas están aumentando, la experiencia indica que el pico de muertes en Perú debería ocurrir en 10 a 15 años. El resultado de la seguridad vial para el Perú no tiene por qué seguir este camino y para reducir el número de muertes en la carretera en Perú se requieren algunos cambios en el sistema de seguridad vial. El primer paso debe ser el reconocimiento de que la seguridad vial en el Perú es un problema y hay soluciones. El segundo paso es tener un campeón nacional de seguridad vial. El tercer paso es iniciar un programa peruano de fortalecimiento y desarrollo de capacidades en seguridad vial. El primer paso se reconoce con bastante facilidad por las estadísticas disponibles. Mientras que las estadísticas tienen un error marginal muy grande, del orden de 50 a 70 porcentaje estimado de información insuficiente, el mensaje es alto y claro; Perú tiene carreteras peligrosas. Entre 3500 y 6000 personas mueren anualmente en las carreteras. El número aumentará a 4500 o 7000 para el año 2020 si no se hecho para detener la marea. El principal aporte a mi investigación fue las propuestas de programas de seguridad vial que se pueden implementar a nivel nacional, además varios pasos que son fundamentales hacia la solución de la inseguridad vial.

## 2.2. MARCO TEORICO

### Aspectos de la seguridad vial:

Los principales aspectos de la seguridad vial son las siguientes:

#### 2.2.1. Aspecto Físico:

En el aspecto físico se evaluará la condición del vehículo como los siguientes

- El buen estado de los vehículos, el adecuado mantenimiento de los esenciales elementos tales como frenos y neumáticos.
- La carga que transportan en el vehículo.
- El año de antigüedad del vehículo.
- Los movimientos velocidades y giros de los vehículos en una vía

#### 2.2.2. Aspecto Social

El aspecto social se basa a las normativas, capacitaciones y las señalizaciones de tránsito que debe de presentar una vía de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (MTC), teniendo en cuenta la siguiente clasificación:

### **I. Señalización Vertical**

Se clasifican en los siguientes 3 grupos:

- **Señales Regulatoras o de Reglamentación:** Tiene la finalidad de indicar en las vías, las prohibiciones, prioridades, restricciones, autorizaciones y obligaciones existentes. Su incumplimiento constituye una falta que puede ocasionar un delito, y para ello se compone de la siguiente manera:

- ❖ Señales relativas al derecho de paso:

Se coloca en lugares donde exista la tendencia de que los conductores manejen sin conservar su derecha, colocándolo a 100 m. antes de iniciar el tramo que obligara su uso.

Imagen N° 01  
Conserve su derecha



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

❖ Señales prohibitivas o restrictivas:

Se ubicará al comienzo de los lugares de limitación.

Imagen N° 02  
NO ADELANTAR



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

❖ Señales de sentido de circulación:

Su finalidad de colocar esta señalización es recordar al chofer el valor de la velocidad permitido, por las características que presenta la vía o en zonas cercas a colegios.

Imagen N° 03  
Velocidad Máxima



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

❖ Clasificación de las señales reguladoras o de reglamentación

Se clasifican en señales de:

- a. Prioridad
- b. Prohibición
  - De maniobras y giros
  - De paso por clase de vehículo
  - Otras
- c. Restricción
- d. Obligación
- e. Autorización.

**a) Señales de Prioridad**

Son aquellas que regulan el derecho de preferencia de paso, y son las dos siguientes:

**b) Señales de Prohibición.**

**(R-1) SEÑAL DE PARE**

La señal (R-1) PARE dispone que el conductor de un vehículo se detenga antes de cruzar una intersección, y debiendo determinarse su ubicación de acuerdo al estudio de ingeniería vial antes indicado, puesto que su uso indiscriminado puede afectar negativamente a su credibilidad, y en lugar de ayudar a la seguridad vial en una intersección puede generar inseguridad.

Imagen N° 04  
Señal de Pare



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

**(R-2) SEÑAL DE CEDA EL PASO**

La señal (R-2) CEDA EL PASO dispone que el conductor de un vehículo que circula por una vía de menor prioridad, (vía secundaria o auxiliar) permita el paso de otro vehículo que circula por una vía de mayor prioridad (vía principal). Su ubicación está en función de la visibilidad del que circula por la vía de menor prioridad y la distancia necesaria para ceder el paso antes de entrar a una intersección. En caso contrario, debe emplearse la señal (R-1) PARE.

Imagen N° 05  
Señal de Ceda el Paso



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

### c) Señales de Restricción

Se usan para restringir o limitar el tránsito vehicular debido a características particulares de la vía. En general, están compuestas por un círculo de fondo blanco y orla roja en el que se inscribe el símbolo que representa la restricción o limitación, cuya relación se indica a continuación, así como en la Figura siguiente:

#### **(R-30) SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA 30 km/h**

Imagen N° 06  
Velocidad de 40 km/h



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

- **Señales Preventivas:** Su finalidad es advertir a los transeúntes de la existencia de riesgos y situaciones existentes en la vía o en las zonas, ya sea de forma permanente o temporal clasificándose en la siguiente manera:

- ❖ Señal Curva Pronunciada a la Derecha (P1-A), señal curva Pronunciada a la Izquierda (P1-B):

Se colocará para prevenir la existencia de curvas con radio menor de 40m y para aquellas de 40 a 80m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

Imagen N° 07

Señal curva pronunciada a la derecha e izquierda



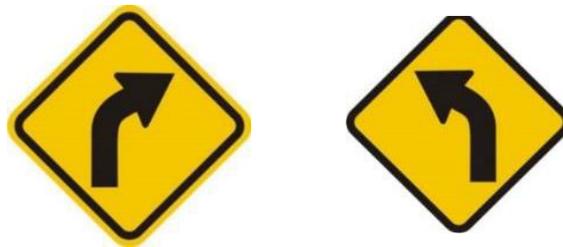
*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

- ❖ Señal curva a la derecha (P2-A), señal curva a la izquierda (P2-B):

Se utilizara para prevenir la existencia de curvas de 40m de radio a 300m con 45° de ángulo de deflexión menor y para radios entre 80 y 300m con 45° de ángulo de deflexión sea mayor.

Imagen N° 08

Señal curva a la derecha e izquierda

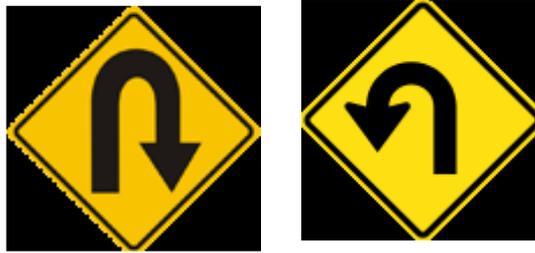


*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

- ❖ Curva en “U” derecha (P-5-2A) y curva en “U” izquierda (P-5-2B):

Se utilizarán para prevenir la existencia de curvas cuyas características geométricas son muy pronunciadas.

Imagen N° 09  
Señal Curva en U derecha e izquierda



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

- ❖ Señal de curva y contra curva a la derecha (P-4A) e izquierda (P-4B):

Se utilizarán para indicar la existencia de dos curvas con sentidos contrarios, con 300 metros de radios inferiores y superiores a 80m, separados por una tangente menor de 60m.

Imagen N° 10  
Señal de curva y contra curva a la derecha e izquierda



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

- ❖ Señal camino sinuoso (P-5-1):

Se utilizará para indicar una sucesión con más de tres curvas, evitando la aglomeración de señales de curvas. Se utilizará la señal (R-30) con máxima velocidad, para indicar complementariamente la restricción de la velocidad.

Imagen N° 11  
Señal camino sinuoso



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

❖ Señal pendiente pronunciada (P-35):

Se utilizará para indicarla proximidad de un tramo de pendiente pronunciada, sea subida o bajada.

Imagen N° 12  
Señal pendiente pronunciada



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

• **Señales de Prevención:** Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Estas señales ayudan a los conductores a tomar las precauciones del caso, por ejemplo, reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la de otros vehículos y de los

peatones. Su ubicación se establecerá de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente.

### **Características**

#### **Forma**

Son de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo

#### **Color**

Son de color amarillo en el fondo y negro en las orlas, símbolos, letras y/o números; Tratándose de algunas señales preventivas sobre características operativas de la vía, excepcionalmente el color de fondo puede ser amarillo fluorescente o amarillo limón fluorescente.

- **Señales de información:** su finalidad es guiar e informarles a los transeúntes para llegar a su destino con seguridad de la manera más simple y directa posible, también indican las distancias a centros poblados como los kilometrajes de rutas, lugares de interés turístico, nombres de calles y otros.
- **Señalización horizontal o marcas en el pavimento:** Las marcas o demarcaciones de pintura en el pavimento, conforman la señalización horizontal con marcas planas en el pavimento, como la existencia de líneas transversales y horizontales, símbolos, flechas y letras, que se aplican en el pavimento como también en sardineles.
- **Se utilizan para reglamentar la circulación:** guiando a los transeúntes de la vía, para un manejo vehicular de manera segura.

### **2.2.3. Aspecto Técnico:**

El estado de las carreteras es causa de un porcentaje importante de averías en vehículos y/o accidentes y puede comprometer sobremanera la seguridad durante el trayecto como:

- Señalización
- Sección transversal
- Trazado
- Intersecciones y enlaces
- Estado del pavimento
- Estado de las márgenes
- Obras, entre otros.

### **2.2.4. Aspecto Jurídico:**

Los conductores y los peatones están obligados a obedecer los dispositivos de regulación del tránsito, salvo que reciban instrucciones en contrario de un Efectivo de la Policía Nacional del Perú asignado al control del tránsito, o que se trate de las excepciones contempladas en este Reglamento, para vehículos de emergencia y vehículos oficiales.

El que ejecute trabajos en la vía pública, está obligado a colocar y mantener por su cuenta, de día y de noche, la señalización de peligro y tomar medidas de seguridad adecuadas a la naturaleza de los trabajos. Debe además dejar reparadas dichas vías en las mismas condiciones en que se encuentre el área circundante, retirando la señalización, materiales y desechos oportunamente.

El peatón debe acatar las disposiciones reglamentarias que rigen el tránsito y las indicaciones de los Efectivos de la Policía Nacional del Perú, asignados al control del tránsito. Goza de los derechos establecidos en este Reglamento y asume las responsabilidades que se deriven de su incumplimiento.

El peatón tiene derecho de paso sobre cualquier vehículo, en las intersecciones de las calles no semaforizadas, ni controladas por

Efectivos de la Policía Nacional del Perú o por señales oficiales que adviertan lo contrario, siempre y cuando cruce la intersección de forma directa a la acera opuesta y no en forma diagonal, y lo haga cuando los vehículos que se aproximan a la intersección se encuentren a una distancia tal que no representen peligro de atropello.

### 2.3. BASE CONCEPTUAL

Del Manual de carreteras vigente se pueden determinar algunos conceptos dentro del marco de la investigación:

- *Bache*: Formación en la superficie de rodadura originado por el desgaste del tránsito vehicular.
- *Confluencia*: Tramo donde se encuentran flujos con aglomeración de tráfico.
- *Distanciadores*: Señal que indica al conductor la mínima distancia que debe tener el vehículo, para tener el tiempo que implique una reacción.
- *Fisura*: Fina fractura en la superficie de rodadura, con 3 milímetros menor/igual de ancho.
- *Postes de kilometraje*: Elementos de concreto que señala las progresivas de la carretera en kilómetro.
- *Riesgo Vial*: Existencia de daños en la vía, causada por fenómenos de la naturaleza y/o antrópicos.
- *Seguridad Vial*: Acciones que brindan la seguridad y la protección de las vías, en beneficio de los transeúntes.
- *Señalización Vial*: Elementos que se colocan en una carretera, con la finalidad informar a los transeúntes el tránsito para su seguridad.
- *Vehículo Liviano*: Vehículo automotor con 1,5 t hasta 3,5 t. de peso bruto.
- *Vehículo Liviano de uso Privado*: Vehículo automotor hasta 1,5 t. de peso bruto
- *Vehículo Pesado*: Vehículo automotor mayor a 3,5 t de peso bruto.

## **CAPÍTULO III**

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. POBLACIÓN**

Para la presente investigación se tomará como población a la ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-región Puno.

#### **3.2. MUESTRA**

Se tomarán como muestra la Ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-región Puno.

#### **3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**3.3.1. Variable Independiente:** Seguridad Vial.

**3.3.2. Variable Dependiente:** Dispositivos de Control

**Tabla N°01**  
**Operacionalización de Variables**

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Instrumentos
Seguridad Vial.	Conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito; leyes, reglamento, a fin de usar correctamente la vía pública	-Orientación -Cumplimiento de normas -Adecuada infraestructura -Atención de emergencias	Observatorios Programas de prevención Disponibilidad de información	Excel
Dispositivos de control de tránsito.	Todo aquel dispositivo que sirve para una buena transitabilidad.	Señales verticales. Señales horizontales.	Número Lugar	Conteo (Ficha de registro). Conteo (Ficha de registro).

***Fuente:*** Elaboración propia

### 3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Se realizó un profundo análisis relacionando los factores de riesgos con las actividades de desarrollo existente.

#### 3.4.1. Evaluaciones de amenazas naturales:

La técnica fue aplicada al manejo de riesgos naturales ya que casi todos los fenómenos geológicos, hidrológicos y atmosféricos son eventos o procesos recurrentes que dejan huellas de los episodios anteriores. Al revelar la ubicación de previos eventos y/o distinguir las condiciones en las que hay posibilidad de que éstos ocurran, la técnica permite identificar áreas que puedan ser expuestas a eventos naturales, de manera que se pueden incluir dentro del proceso de planificación las medidas necesarias para reducir el impacto social y económico de los desastres.

#### 3.4.2. Levantamiento topográfico

Para la realización del levantamiento topográfico utilizamos los siguientes instrumentos:

- Equipos geodésicos, de la marca TRIMBLE R8,
- Estaciones Totales TOPCON modelo OS 100, OS 105
- Niveles de ingeniero TOPCON modelo AT G6.
- Brújula
- Wincha
- Jalones

#### 3.4.3. Evaluación del estado actual

##### A) Recopilación de la información

La información consistió en identificar los problemas que presenten la vía, causando un riesgo para su transitabilidad como:

- Identificación de la ausencia de señales informativas
- Identificación de la falta de postes kilométricos.

- Identificación de las alcantarillas.
- Identificación de los tramos con bordes que necesitan muros de contención sobre el nivel de la carretera.
- Identificación del estado, y tipo de material de la carretera.

B) Recopilación de la Índices de accidentes de tránsito.

### 3.5. PROCEDIMIENTOS

Para el presente estudio se los factores que influyen en la seguridad vial obteniendo la siguiente información:

#### **3.5.1. Factor Infraestructural:**

##### *3.5.1.1. Información Geográfica:*

###### *A) Ubicación:*

El tramo de muestra para mi tesis se ubica entre las provincias de San Antonio de Putina, atravesando los poblados de Villuyo y llegando a Muñani, con una longitud de 24.008 kilómetros. El de dicha ruta es intervenido y conservado por la Municipalidad de Putina.

El trazo tiene una trayectoria sureste, por una topografía ondulada (Orografía), con tangentes largas y curvas horizontales amplias, cuyos radios varían entre 35 a 1000 metros.

Este tramo corresponde al corredor vial Pro Región Puno Ruta N°08 PE-34Q, Emp. PE-34 H progresiva km. 00+000 (Putina) – Lloquecolla – Pte. Cambria – Viscapujuni – Emp. PU-111 (Muñani) progresiva km. 24+008 (ver plano de ubicación en anexo 1).

##### *3.5.1.2. Evaluaciones de amenazas naturales*

###### *A. Clima:*

La ruta PE-34Q en la Región Puno, se encuentra a una altitud de 3810 msnm, a una Latitud de 71°06'57"S y Longitud 68°48'46"O. El clima de la región es frío y semiseco, con una estación lluviosa de 4 meses. La formidable elevación del altiplano y su condición

geográfica única en el mundo, hace que en la práctica haya sólo dos estaciones climáticas bien diferenciadas. El invierno que absorbe al otoño y va de Mayo a Octubre, con noches frías, pero con días soleados y de intensa luminosidad. La primavera que se une al verano, es la época de lluvias y se extiende de Noviembre a Abril. La temperatura promedio es de 9°C, teniendo días cálidos de 24°C y noches frías con temperaturas de 2 a 3°C.

*B. Geología y Geotécnica:*

En la ruta se identificaron formaciones geológicas constituidas por rocas sedimentadas que van desde el Cretáceo hasta el Cuaternario reciente, con diferentes grados de alteración por efecto del meteorismo regional.

En el aspecto Geotécnico la plataforma de la carretera construida entre el km. 0+000 al 24+008 se encuentra emplazada sobre una morfología plana a ligeramente ondulada en la base de la cadena de cerros, con taludes de cortes < de 3 m. de altura y estables.

La clasificación de materiales encontrados en los taludes de corte de la ruta Putina – Muñani, arroja los siguientes resultados que se aprecian en el siguiente cuadro.

**3.5.2. Suelos**

El objetivo de este estudio es determinar las características físico – mecánicas de los suelos, que conforman la subrasante, el fin de realizar el diseño de pavimento a nivel de solución básico, los mismos que nos permitirá plantear soluciones que se enmarcan dentro de lo establecido en los Términos de Referencia.

A continuación se detalla los objetivos específicos:

- Efectuar las exploraciones geotécnicas (calicatas), para determinar las características físicas-mecánicas de los suelos de subrasante correspondiente a la plataforma existente.

- Elaborar el perfil estratigráfico de la subrasante en base a los resultados de laboratorio.
- Se evalúan las características de los suelos para definir la existencia de los tramos o sectores con los suelos potencialmente expansibles, altamente compresibles, suelos con materia orgánica, etc. y se recomienda una alternativa de solución si fuese el caso.

#### 3.5.2.1. Campaña de Campo

El programa de exploración de los trabajos de campo consiste en la ejecución de prospecciones físicas a cielo abierto (calicatas), alcanzando como máximo 1.50 m de subrasante, según los términos de referencia.

Las calicatas se ejecutaron a lo largo del trazado definitivo a una distancia no mayor de 500 m, con una profundidad mínima 1.50 metros de subrasante. Con ellas se calificará y cuantificará porcentualmente la cantidad de material suelto, roca suelta y roca fija existen. Para la ejecución de los estudios de suelos se programaron los siguientes trabajos de campo y laboratorio:

- Inspección de la zona donde se emplazará la vía arterial, con la finalidad de definir la estrategia para la ejecución de los estudios correspondientes.
- Excavación de calicatas, para obtener muestras que permitan conocer y evaluar las características físico-mecánicas del suelo de fundación.
- Evaluación estructural del pavimento existente y un levantamiento visual del estado superficial del pavimento.
- Resultado de laboratorio.
- Procesamiento y análisis de la información recogida del trabajo de campo.

### 3.5.2.2. Resumen de resultados

Para el estudio de suelos se realizaron calicatas en la vía. Así mismo se tomaron muestras en las calicatas ejecutadas, siendo todas ellas ensayadas en el laboratorio para obtener una caracterización físico-mecánica de los suelos existentes.

Se ha realizado un perfil estratigráfico detallado, donde se ha especificado los espesores de las capas del pavimento existente, así mismo se ha investigado la subrasante o terreno natural.

Se ha realizado una caracterización de los suelos en relación a los ensayos de clasificación de suelos, considerando la granulometría de los mismos, los límites de Atterberg, humedad y clasificación según la AASHTO. Adicionalmente, también se han clasificado según SUCS.

**Tabla N°02**

**Resultados de laboratorio para el espesor de mejoramiento**

Progresiva	Calicata N°	Muestra N°	Zona de mejoramiento				Solución planteada
			Inicio	Fin	Longitud (m)	Espesor	
07+200	C-1	M-1	06+950	07+450	500	15	ELEVAR LA RASANTE
22+500	C-2	M-1	19+870	22+600	2,730	20	ELEVAR LA RASANTE

En las calicatas ejecutadas se identificaron nivel freático.

Posteriormente en base al CBR de diseño se determinó la sectorización de la subrasante:

**Tabla N°03**

**CBR de diseño**

SECTOR			CBR
TRAMO	DE	A	
T02	2+360	24+008	13.1

**Tabla N°04****Tipo de material del suelo en la Ruta # 08 km. Inicial 00+000 al km. 24+008**

TRAMO	CLASIFICACION DE MATERIALES			TALUD DE CORTE	TIPO DE MATERIAL	OBSERVACIONES
	MATERIAL SUELTO	ROCA SUELTA	ROCA FIJA			
00+000	02+400	100			grava y arena limosa	zona urbana con carpeta asfáltica
02+400	05+160	100		1. : 2	areniscas y arenas limosas	corte < de 1m al pie de ladera del cerro
05+160	05+220	100			arcilla limosa	relleno en cruce de un bofedal
05+220	05+600	100		1. : 2	areniscas y arenas limosas	corte < de 1m sobre un terreno ondulado
05+600	05+780	100		1. : 2	areniscas y limo arcillas	corte al pie de ladera < de 2m de altura
05+780	06+180	100			arcilla limosa	relleno en cruce de un bofedal
06+180	06+400	100		1. : 2	areniscas y limo arcillas	corte en pie de ladera < de 2m de altura
06+400	06+600	100			arcilla limosa	relleno en cruce de un bofedal
06+600	08+600	100		1. : 2	areniscas y limonitas	corte a media ladera < de 2m de altura
08+600	10+000	100			arenas limosas y arcillas	relleno al mismo nivel del terreno plano
10+000	10+300	100		1. : 1	areniscas	corte < de 1m al pie de ladera del cerro
10+300	12+000	100			arenas limosas y arcillas	relleno en cruce de un bofedal en terreno plano
12+000	12+500	100		1. : 1	areniscas y arenas limosas	corte < de 1m al pie de ladera del cerro
12+500	13+600	100			arenas limosas	relleno en cruce de un bofedal en terreno plano
13+600	13+950	100		1. : 1	areniscas y arenas limosas	corte < de 1m al pie de ladera del cerro
13+950	14+600	100			arenas limosas	relleno en cruce de un bofedal en terreno plano
14+600	15+300	100			areniscas y arenas limosas	plataforma al pie de ladera de cerro
15+300	15+400	100			arenas limosas	relleno en cruce de un bofedal en terreno plano
15+400	15+600	10	50	40	areniscas	plataforma sobre formación rocosa
15+600	16+300	100			areniscas y limonitas	corte < de 1m al pie de ladera del cerro
16+300	16+900				arenas limosas	plataforma en relleno en terreno plano
16+900	19+900	100			areniscas y limonitas	corte < de 1m al pie de ladera del cerro
19+900	21+600	100			arcilla limosa	plataforma en relleno en terreno plano
21+600	22+000	100			areniscas y limonitas	corte < de 1m al pie de ladera del cerro
22+000	23+200	100			arcilla limosa	plataforma en relleno en terreno plano
23+200	24+008	100			gravas y arenas	plataforma en relleno

*Fuente: Elaboración propia*

C. Hidrología, obras de arte y drenaje

**Tabla N°05**  
**Caudales de Diseño RUTA 08**

N°	PROGRESIVA	TRAMO	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	MÉTODO	CAUDAL 40 AÑOS (m3/s)	CAUDAL 50 AÑOS (m3/s)	CAUDAL 75 AÑOS (m3/s)
C-01	3+172.81	T2	0.80	Racional	1.15	1.18	1.23
C-02	3+307.12	T2	0.57	Racional	0.79	0.80	0.84
C-03	3+607.84	T2	0.28	Racional	0.41	0.41	0.43
C-04	4+369.00	T2	0.52	Racional	0.69	0.71	0.74
C-05	5+320.32	T2	1.02	Racional	1.25	1.28	1.34
C-06	6+083.08	T2	0.62	Racional	0.85	0.87	0.90
C-07	8+653.66	T2	2.24	Racional	0.00	2.15	2.24
C-07a	8+796.04	T2	1.25	Racional	1.55	1.58	1.65
C-08	13+573.15	T2	14.43	HEC-HMS	9.90	10.50	11.60
C-09	14+036.94	T2	2.30	Racional	1.89	1.92	1.98
C-10	16+291.91	T2	6.27	HEC-HMS	2.60	2.70	3.00
C-11	19+929.35	T2	1.71	Racional	1.23	1.25	1.29
C-12	20+623.79	T2	2.50	Racional	2.16	2.19	2.26
C-13	21+541.66	T2	2.28	Racional	1.80	1.83	1.89
C-14	22+673.86	T2	2.00	Racional	1.54	1.56	1.61

*Fuente: Elaboración propia*

Fuentes de agua y canteras:

- El Estudio de Canteras y Fuentes de Agua tuvo por objetivo identificar y localizar probables fuentes de materiales dentro de una distancia relativamente próxima a la obra, de calidad y cantidad suficientes para ser usadas en diferentes obras de pavimentos y estructuras de concreto hidráulico, tratando de que los costos de producción y transporte sean razonables.
- Los alcances de los trabajos relacionados con las fuentes de materiales y fuente de agua comprenden lo siguiente:
  - Ubicación de canteras y/o áreas de préstamo de materiales.
  - Definición de los caminos de acceso.
  - Delimitación y definición de las áreas explotables.
  - Determinación de las potencias de materiales disponibles

- Realización de los ensayos de laboratorio necesarios para definir y recomendar los usos para cada material.

A continuación se detallan las canteras y fuentes de agua correspondiente a la ruta #8.

**Tabla N°06**  
**Fuentes de agua RUTA 08**

Ruta	DESCRIPCION			PROGRESIVA	COORDENADA		ACCESO	
	Nombre inicial	Nombre (RD)	Tipo		Este	Norte	Lado	Distancia
<b>RUTA 8: PE-34Q</b>	Putina 1	Muñani	Río	6+270	407470	8357112	Derecho	300.00
	Putina 2	Pirhuacarca	Quebrada	13+563	401635	8361092	Derecho	10.00
	Muñani 1	Ajajapunca	Quebrada	16+275	400734	8362784	Derecho	10.00
	Muñani 2	Hilamaya	Río	24+008	397774	8367895	Derecho	250.00

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla N°07**  
**Canteras RUTA 08**

RUTA	DESC.	RUTA NACIONAL	LONG (Km)	CANTERA	ORIGEN	X	Y	PROGRESIVAS DE CAMPAÑA DE CAMPO (km)	PROGRESIVAS DE TRAZO DEFINITIVO (KM)
<b>RUTA 08</b>	Emp. PE-34 H (Putina) - Lloquecolla - Pte. Cambria - Viscapujuni - Emp. PU-111 (Muñani)	PE-34Q	24.008	SAN ISIDRO	SUELO	409221	8364014	8+300	8+300
				CARMEN	RIO	408832	8360900	8+320	8+320
				CERRO MUÑANI 3	SUELO-TALUD	401285	837066	24+007	24+007
				RIO MUÑANI	RIO	398609	8369255	24+000	24+009

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5.2.3. Evaluación del estado actual

#### A) Recopilación de la información

La superficie de rodadura es a nivel de afirmado, en regular estado de conservación, con ancho entre 4.00 a 4.50 m, sin bermas. El trazo presenta pendientes moderadas con un promedio del 5%. El bombeo en la superficie en tangente es irregular y los peraltes en las curvas horizontales oscilan entre 6 al 8%. El drenaje longitudinal está constituido por cunetas de tierra, el drenaje transversal está compuesto por alcantarillas TMC, con aleros de concreto.

**Tabla N°08****Cuadro resumen – Tramos de Mejoramiento**

RUTA	TRAMO	TDR / PERFIL			PGV		
		PROG.	INTERV.	LONG. (KM)	PROG.	INTERV.	LONG. (KM)
08	T02 San Antonio de Putina (Salida) - Muñani	T2 (KM 2+380 - KM 24+008)	MEJ.	21.628	T2 (KM 2+360 - KM 24+008)	MEJ.	21.648

*Fuente: Elaboración propia*

#### 3.5.2.4. Señalización en la Vía

El objetivo principal de la presente tesis es el determinar la de señalización y seguridad vial para la evaluación de riesgo vial en la ruta de San Antonio De Putina hasta Muñani del corredor Vial Pro-Región Puno, y se realizó con mediciones de campo y el correspondiente análisis de las características físicas y geométricas de los tramos, para definir la señalización vertical, horizontal y de seguridad que requiere el Corredor Vial.

La elaboración del informe final comprende el análisis y contrastación de resultados para poder plantear las conclusiones y recomendaciones teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- Conocer las características y requerimientos de señalización vertical en el corredor vial.
- Definir las condiciones de Seguridad Vial necesaria a instalar en los tramos conformantes del corredor vial.
- Definir las características de la señalización horizontal a implementar en las rutas a intervenir.

El resultado fue el siguiente:

**Tabla N°09**

**Señalización en la ruta # 08 Putina - Muñani**

SEÑALIZACION	
Señales Preventivas	NO EXISTE
Señales Reglamentarias	NO EXISTE
Señales Informativas	NO EXISTE
Postes de Kilometraje	22 unidades en deterioro
Marcas de Pavimento	NO EXISTE
Barreras de Seguridad	NO EXISTE
Guardavías Metálicas	NO EXISTE
Capta foros	NO EXISTE

*Fuente: Elaboración Propia*

**3.5.3. Factor Vehicular:**

**3.5.3.1. Estado del Transporte:**

Se encuentra una baja red de carreteras asfaltadas que logren comunicar los centros poblados, la red de carreteras solo es densa en las provincias situadas a orillas del lago Titicaca, pero a su vez logra tener una comunicación favorable con las Regiones colindantes con las cuales posee un muy fluido transporte de personas y bienes.

Ruta por carretera más corta desde **Putina a Muñani**, la distancia es de **24 Km** y la duración aproximada del viaje de **38 min**.

**Tabla N°10**

**Ruta # 08 km. Inicial 00+000 al km. 24+008**

RUTA PUTINA A MUÑANI					
RUTA N°	CARRETERA	RUTA NACIONAL	PROVINCIA	INICIO	LONG. (KM)
8	EMP. PE-34H (PUTINA) - LLOQUECOLLA - PTE. CAMBRIA - VISCAPUJUNI - EMP. PU - 111 (MUÑANI)	PE-34Q	SAN ANTONIO DE PUTINA Y AZANGARO	EMP. 34H (PUTINA)	24.008

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5.3.2. Recopilación de los Índices de tráfico y carga.

El presente estudio de tráfico es parte de los estudios realizados para las ruta nacionales PE-34Q, cuyo principal objetivo es el de determinar la demanda vehicular esperada para la vía a mejorar, teniendo como base el transito actual que circula por la vía.

El estudio de tráfico vehicular nos permitió determinar el flujo de carga y pasajeros entre el lugar de origen y destino, conocer el volumen de vehículos que circulan en el tramo.

El presente estudio de tráfico tuvo por objetivo lo siguiente:

- Realizar el Conteo de Vehículos para determinar el volumen y clasificación vehicular.
- Realizar la Encuesta Origen – Destino de carga y pasajeros por tipo de vehículo.
- Determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA), los factores de carga y los ejes equivalentes.

El flujo vehicular detectado en los diversos tramos del proyecto posee cualidades particulares, habiéndose considerado diversas actividades de campo con la finalidad de determinar la mejor toma de muestras del tráfico, usos y costumbres de los usuarios

de la vía. Para ello, se programaron 5 estaciones de conteo y clasificación vehicular, obteniendo el siguiente resultado:

**Tabla N°11**  
**IMDa en la ruta #08:**

Tramo	Tramo Homogéneo	Ruta	Estación	IMDA
				Total
T2	Emp. PE34H (Putina) - Emp. PU - 111 (Muñani)	PE34Q	E1 - Salida zona urbana de Putina	202

*Fuente: Elaboración propia*

Para la tasa de crecimiento para realizar las proyecciones de tráfico se utilizó los siguientes porcentajes:

Estaciones de Conteo: E1 – Salida zona urbana de Putina,

- Para vehículos livianos 7.13%
- Para ómnibus 0.95%
- Para vehículos pesados 4.86%

Se han determinado el Factor de Generación de Viajes de la matriz Origen Destino de los vehículos de pasajeros y carga según lo indican la siguiente tabla.

**Tabla N°12**  
**Factores de Generación de Viajes OD1 – Salida zona urbana de Putina**

Departamento	Livianos	Ómnibus	Pesados
PUNO	100%	100%	100%
TOTAL	100%	100%	100%

*Fuente: Elaboración propia*

Los factores destructivos con y sin presión de llantas (FxC y FxCxPN respectivamente) obtenidos mediante los censos de carga efectuados son los siguientes:

**Tabla N°13**  
**FxC y FxCxPN de la ruta #08**

Tipo de Vehículo	SALIDA ZONA URBANA DE PUTINA	
	FxC	FxCxPN
Bus 2E	0.098968	0.287998
Camión 2E	0.020058	0.024618
Camión 3E	1.019077	1.795303

*Fuente: Estudio de tráfico 2018*

Para los tipos de vehículos de los que no se ha dispuesto de información mediante los referidos Censos de Carga, se emplean los Factores Destructivos por tipo de vehículo según la DS 058-2003 – Normas de Peso y Dimensiones para la Circulación en Las Carreteras de la Red Vial Nacional:

**Tabla N°14**  
**Factores destructivos totales por tipo de vehículo**

TIPO DE VEHICULO	FACTOR DESTRUCTIVO TOTAL FxC	FACTOR DESTRUCTIVO TOTAL FxCxPN
Bus 2E	4.503654	6.124969
Bus 3E	2.525952	3.435294
Bus 4E	3.791319	5.156193
Camión 2E	4.503654	6.124969
Camión 3E	3.28458	4.467029
Camión 4E	2.789525	3.793754
semitrayler 2S1 o T2S1	7.741941	10.529039
Semi tráiler 2S2 o T2S2	6.522867	8.871099
Semi tráiler 2S3 o T2S3	6.20968	8.445165
Semi tráiler 3S1 o T23S1	6.522867	8.871099
Semi tráiler 3S2 o T3S2	5.303794	7.213159
Semi tráiler >=3S3 o T3S3	4.990606	6.787225
Tráiler 2T2 o C2R2	10.980228	14.93311
Tráiler 2T3 o C2R3	9.761154	13.27517
Tráiler 3T2 o C3R2	9.761154	13.27517
Tráiler 3T3 o C3R3	8.542081	11.61723

*Fuente: Norma de Pesos y Dimensiones para circulación en las carreteras de la Red Vial Nacional*

Los Ejes Standard de Carga Equivalentes para los siguientes 10 años son las siguientes:

**Tabla N°15**  
**Standard de Carga Equivalente Cuadro de Resumen de Estación**

Año	E1 - Salida zona urbana de Putina	
	Emp. PE34H (Putina)	Emp. PU - 111 (Muñani)
	FCx PLL	FC
2018	4.73E+03	2.85E+03
2019	4.74E+03	2.86E+03
2020	9.49E+03	5.72E+03
2021	1.43E+04	8.62E+03
2022	1.91E+04	1.15E+04
2023	2.52E+04	1.52E+04
2024	3.14E+04	1.89E+04
2025	3.75E+04	2.26E+04
2026	4.37E+04	2.63E+04
2027	5.13E+04	3.10E+04
2028	5.89E+04	3.57E+04
2029	6.65E+04	4.05E+04
2030	7.67E+04	4.68E+04

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.6. DISEÑO DE ESTUDIO

Tipo: Esta tesis se realizó mediante el tipo de investigación APLICADA ya que busca la aplicación y utilización de los conocimientos adquiridos sobre el riesgo vial en la ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-Región Puno.

#### 3.6.1. Parámetros de Diseño

##### 3.6.1.1. Normativa de Diseño Empleada:

Se utilizará el: MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018, a pesar que por la transitabilidad debería usarse el MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO, pero esta derogada.

3.6.1.2. Parámetros de Diseño Según Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018:

**A) Clasificación por Demanda.**

Del estudio de tráfico que se realizaron en los sectores de mejoramiento puntual de la Ruta PE34Q se obtuvo el Índice Medio Diario Anual (IMDA):

**Tabla N°16**  
**IMDA en la Ruta**

Ruta:	IMDA 2019 (Veh/día)
PE34Q	202

*Fuente: Elaboración Propia data extraída del Estudio de Tráfico*

La Ruta PE34Q presenta un Índice Medio Diario Anual (IMDA) casi a 200 veh/día. Por tanto, de acuerdo con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, en el Capítulo I, Sección 101 - Clasificación por demanda, ítem 101.06 -Trochas Carrozables, podemos clasificar como TROCHAS CARROZABLES.

En el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, no se establecen parámetros de diseño específicos para este tipo de carreteras, por tanto, se tratará de aproximar a los parámetros mínimos establecidos en la norma vigente.

Con el fin de definir una solución, establecemos unificar un solo criterio para el diseño, definiendo una sección de 4.50m, que estaría dentro de las excepciones de los parámetros que establece la norma y permite un diseño acorde con las dimensiones presentes en todo el recorrido de la vía, además de que no genera cambios bruscos de sección transversal, permitiendo un flujo de tránsito continuo.

**B) Clasificación por Orografía**

De acuerdo al terreno presente se determina una clasificación de Terreno Ondulado (Tipo 2).

### C) Velocidad de Diseño

Tomando como datos: Trocha Carrozable y Terreno Ondulado

**Tabla N°17**

**Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía**

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VIR (Km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segundo clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

De la tabla N°17 Rangos de Velocidad de Diseño en Función a la Clasificación de la Carretera por demanda y Orografía, podemos ver que no existen parámetros definidos para las condiciones que presentan las rutas en estudio. Por tanto se adopta una velocidad de diseño de 30km/h.

## D) Diseño Geométrico Horizontal

### ✚ Radios Mínimos

Una vez fijada la velocidad de proyecto, la longitud de radio mínimo de las curvas horizontales circulares está en función del coeficiente de rozamiento transversal de la calzada en movimiento (del vehículo), el peralte y distancia de visibilidad de parada en todo su trayecto.

En la ecuación de radios mínimos del DG-2018, la Tabla 18 está construida a partir de la expresión siguiente:

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 (P_{max} + f_{max})}$$

En nuestro caso:

**Tabla N°18**  
**Fricción transversal máxima en curvas**

Velocidad de Diseño Km/h	$f_{max}$
30 (o menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

$$f_{max} = 0.17$$

**Tabla N°19**  
**Valores de peralte máximo**

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.00%	4.00%	302.02
Zona rural (T. Plano, ondulado o accidentado)	8.00%	6.00%	302.03
Zona rural (T. accidentado o escarpado)	12	8.00%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8	6.00%	302.05

$$e_{max} = 8\%$$

Tomando como velocidad  $V = 30$  km/h, el radio mínimo será de 28.3464 m, con este valor en función de las consideraciones antes expuestas el radio mínimo del proyecto será 30 m.

### ✚ Peraltes máximos

En cuanto a los rangos de elección del peralte en función a los radios calculados; teniendo en cuenta que los radios a utilizarse son mayores o iguales a 30 m y que a pesar de que la velocidad de diseño no se encuentra dentro de la tabla correspondiente, elegimos los valores de peralte más conservadores; es decir, el bloque que corresponde a peraltes del 4%.

**Tabla N°20**

**Valores de radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes: máximos y valores límites de fricción.**

VELOCIDAD ESPECÍFICA Km/h	PERALTE MAXIMO e (%)	VALOR LÍMITE DE FRICCIÓN $f_{max}$	CALCULADO RADIO MÍNIMO (m)	REDONDEO RADIO MÍNIMO (m)
30	4.00	0.17	33.7	35
40	4.00	0.17	60	60
50	4.00	0.16	98.4	100
60	4.00	0.15	149.1	150
30	6.00	0.17	30.8	30
40	6.00	0.17	54.7	55
50	6.00	0.16	89.4	90
60	6.00	0.15	134.9	135
30	8.00	0.17	28.3	30
40	8.00	0.17	50.4	50
50	8.00	0.16	82	80
60	8.00	0.15	123.2	125
30	10.00	0.17	26.2	25
40	10.00	0.17	46.6	45
50	10.00	0.16	75.7	75
60	10.00	0.15	113.3	115
30	12.00	0.17	24.4	25
40	12.00	0.17	43.4	45
50	12.00	0.16	70.3	70
60	12.00	0.15	104.9	105

### ✚ Transición de Peralte

Se establece las longitudes mínimas de transición del bombeo, y transición del peralte, utilizando la tabla 21, para una velocidad de diseño de 30 Km/h.

**Tabla N°21**  
**Velocidades de diseño.**

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	VALOR DE PERALTE						LONGITUD MINIMA DE TRANSICIÓN DE BOMBEO (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	LONGITUD MINIMA DE TRANSICION DE PERALTE (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

\*Longitud de transicion basada en la rotacion de un carril

\*\* Longitud basada en 2% de bombeo

### E) Diseño Geométrico Vertical

#### ✚ Distancia de Visibilidad de Parada

Al respecto de la distancia de visibilidad, la tabla 22: Distancia de Visibilidad de parada con pendiente, para una velocidad de 30Km/h, y una pendiente entre 0% a 9%. La Distancia de Visibilidad no sobrepasa los 35m, como es el caso.

**Tabla N°22****Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros).**

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en Subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

### ✚ Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

En cuanto a la Distancia de visibilidad de adelantamiento, declaramos que para una velocidad de diseño 30 Km/h se obtiene.

**Tabla N°23****Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.**

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTUA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHICULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHICULO QUE ADELANTA, V(km/h)	MINIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D <sub>a</sub> (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20			130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

D<sub>a</sub>: 200m

La mayoría de los tramos de mejoramiento puntual presentan y/o están previos o después de una curva, por tanto, no deben permitir adelantamiento dentro de estas áreas.

 **Pendiente Máxima**

**Tabla N°24**  
**Pendientes máximas (%).**

DEMANDA	AUTOPISTAS								CARRETERA				CARRETERA				CARRETERA							
VEHICULOS/DIA	> 6.000				6.000-4001				4.000-2.001				2.000-400				<400							
CARACTERISTICAS	PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				PRIMERA CLASE				SEGUNDO CLASE				TERCERA CLASE							
TIPO DE OROGRAFIA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
velocidad de diseño: 30km/h																					10.00			
40km/h															9.00		8.00	9.00	10.00					
50km/h										7.00	7.00			8.00	9.00		8.00	8.00	8.00					
60km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00						
70km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00						
80km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00						
90km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00						
100km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00															
110km/h	4.00	4.00			4.00																			
120km/h	4.00	4.00			4.00																			
130km/h	3.50																							

En cuanto a las Pendientes máximas, para un terreno ondulado, como es el caso, en la ruta, se define en la tabla 24 Pendientes máximas(%), en nuestro caso considerando la velocidad de diseño de 30 Km/h, no se encuentra dentro de los valores disponibles para el diseño; por tanto, consideramos como valor para diseño 9%.

**Imagen N°13**

**Estado de la carretera en el km. 10+100.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°14**

**Estado de la carretera en el km. 10+200.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°15**

**Estado de la carretera en el km. 10+300.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°16**

**Estado de la carretera en el km. 10+430.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°17**

**Estado de la carretera en el km. 11+930.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°18**

**Estado de la carretera en el km. 12+060.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°19**

**Estado de la carretera en el km. 12+160.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°20**

**Estado de la carretera en el km. 15+430.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°21**

**Estado de la carretera en el km. 15+500.**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N°22**

**Estado de la carretera en el km. 15+500.**



*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.6.2. Pavimentos**

El objetivo general del presente estudio, es plantear un Pavimento que cumplan con los requerimientos estructurales y funcionales del corredor vial, tal que contemplen las actividades necesarias para alcanzar los niveles de servicio estipulados en el Contrato y los términos de referencia del proyecto. A continuación, se muestra la lista de objetivos específicos para el presente informe:

- Verificar los requerimientos estructurales de los tramos.
- Determinar la mejor alternativa de espesores de los tramos.
- Determinar la mejor alternativa de tipos de capas de pavimento

El diseño del pavimento de la carretera a nivel de Solución de Ingeniería, se efectuará con los resultados idóneos obtenidos en los ensayos de Laboratorio, los que se convertirán en el sustento técnico para la estructura que se está definiendo como mejor alternativa.

Para efectos del diseño y encontrar el Número Estructural (SN) Requerido se utilizará la metodología AASHTO 93.g

3.6.2.1. Diseño estructural a nivel de solución básica RUTA 08:

**Tabla N°25**  
**Diseño estructural**

TRAMO	SECTOR			CBR DISEÑO %	SNr	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE		OTTA SEAL		SUELO - CEMENTO			TRANSITABILIDAD			TRANSITABILIDAD			SNp	CONDICION
	ITEM	DE	A			a1 (1/cm)	d1 (cm)	a2 (1/cm)	d2 (cm)	a3 (1/cm)	m3	d3 (cm)	a4 (1/cm)	m4	d4 (cm)	a5 (1/cm)	m5	d5 (cm)		
T2	1	02+360	24+008	13.10	1.54	-	-	0.00	(*)	0.053	1.00	15.00	0.048	1.00	15.00	0.039	1.00	5.00	1.71	APROB.

Descripcion de capas:

- a1, a2, a3, a4 y a5 : Coeficiente estructural de capa (1/cm)  
 m3, m4 y m5 : Coeficiente de drenaje de capa  
 d1, d2, d3, d4 y d5 : Espesor de cada capa (cm)

### 3.6.3. Señalización y Seguridad Vial

El objetivo principal del presente estudio es el determinar las características y requerimientos de señalización y seguridad vial para Corredor Vial Pro Región Puno Paquete 2: PE-34Q

La evaluación integral del corredor vial se realizó con mediciones de campo y el correspondiente análisis de las características físicas y geométricas de los tramos, para definir la señalización vertical, horizontal y de seguridad que requiere el Corredor Vial. La elaboración del informe final comprende el análisis y contrastación de resultados para poder plantear las conclusiones y recomendaciones.

Objetivos secundarios del estudio son:

- Conocer las características y requerimientos de señalización vertical en el corredor vial.
- Definir las condiciones de Seguridad Vial necesaria a instalar en los tramos conformantes del corredor vial.
- Definir las características de la señalización horizontal a implementar en las rutas a intervenir.

#### 3.6.3.1. Metodología para Seguridad Vial

Los programas de seguridad vial se basan para identificar los puntos críticos de la carretera y de su mejoramiento, funcionando en áreas urbanas como en el caso más difícil que son las carreteras ya que en carretera el peligro no se encuentra en un solo punto sino en todo un tramo largo.

En esta etapa se procedió al procesamiento de la información recopilada; teniendo como sustento técnico normativo el Manual de dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, aprobado Resolución Directoral N° 016-2016-MTC/14 del 31.05.2016 vigente del 25.06.2016

Esta carretera de baja velocidad donde por su IMDA tienen clasificación de baja transitabilidad, se deben verificar los

radios de las curvas verticales y horizontales y si cuentan con barreras laterales y/o señalización, siguiendo estas recomendaciones tendremos una vía segura.

**Tabla N°26**  
**Datos característicos de la ruta PE-34Q**

Ruta	Longitud (km)	Accidentes totales anuales (2018-2020)	Accidentes graves anuales (2003-2005)	IMD (intensidad media diaria)
PE-34Q	23,200	36	20	202

*Fuente: Policía Nacional de carreteras*

El método de obtención de información de los accidentes de tránsito del año 2014 – 2016 se basó en el diligenciamiento del Formulario PCAT-2010 (Proyecto Comisarías: Accidentes de Tránsito) de las principales características de todos los accidentes de tránsito registrados en los Libros de Ocurrencia.

#### **3.6.4. Información de los accidentes de tránsito censados por el INEI**

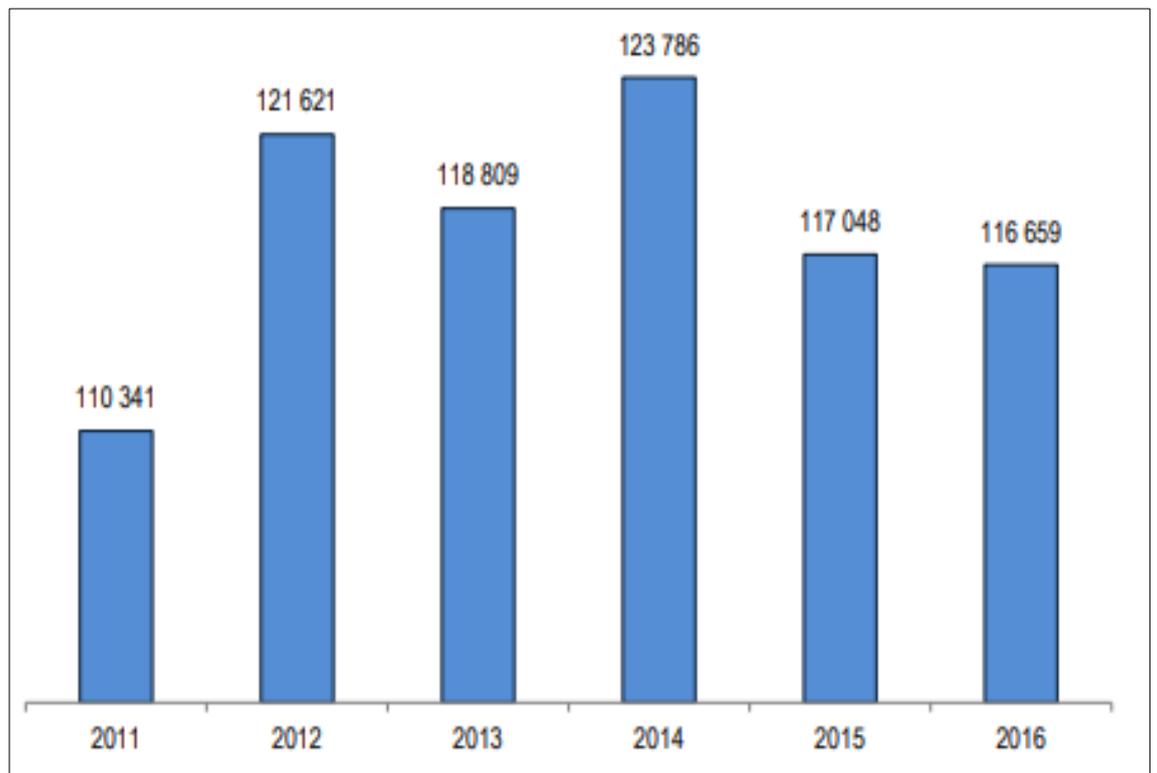
Mediante los resultados de INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), se ha verificado las estadísticas de los Accidentes de Tránsito Ocurridos en los años 2014, 2015, 2016, a partir de los censos del 2015 al 2017. No evidenciándose estudios en los años 2018, sin embargo estos datos nos permite evidenciar, proyectar la tendencia de los accidentes ocurridos en los últimos años y llevar los resultados a la vía que nos ocupa, que es un camino con superficie de trocha y por el cual se proyectará la recuperación de la viabilidad, para ello con respecto a este estudio de Seguridad Vial se tomará en cuenta para un buen diseño de señalización y seguridad vial que permita aminorar y no formar parte de la estadística en nuestra vía.

Los Censos Nacionales de Comisarias IV, V y VI, realizados en los Años 2015, 2016 y 2017 respectivamente, nos detalla las estadísticas de un año antes es decir refleja los datos de los años 2014, 2015 y 2016 receptivamente; en los capítulos 03 “Análisis de los Accidentes de Tránsito Ocurridos en el año...” se obtiene el Total de accidentes de

tránsito para el año 2016 de 116,659 accidentes, para el año 2015 de 117,048 accidentes y para el año 2014 asciende a 123,786 accidentes.

**Gráfico N°01**

**Accidentes de Tránsito registrados entre 2011 - 2016 a nivel Nacional**

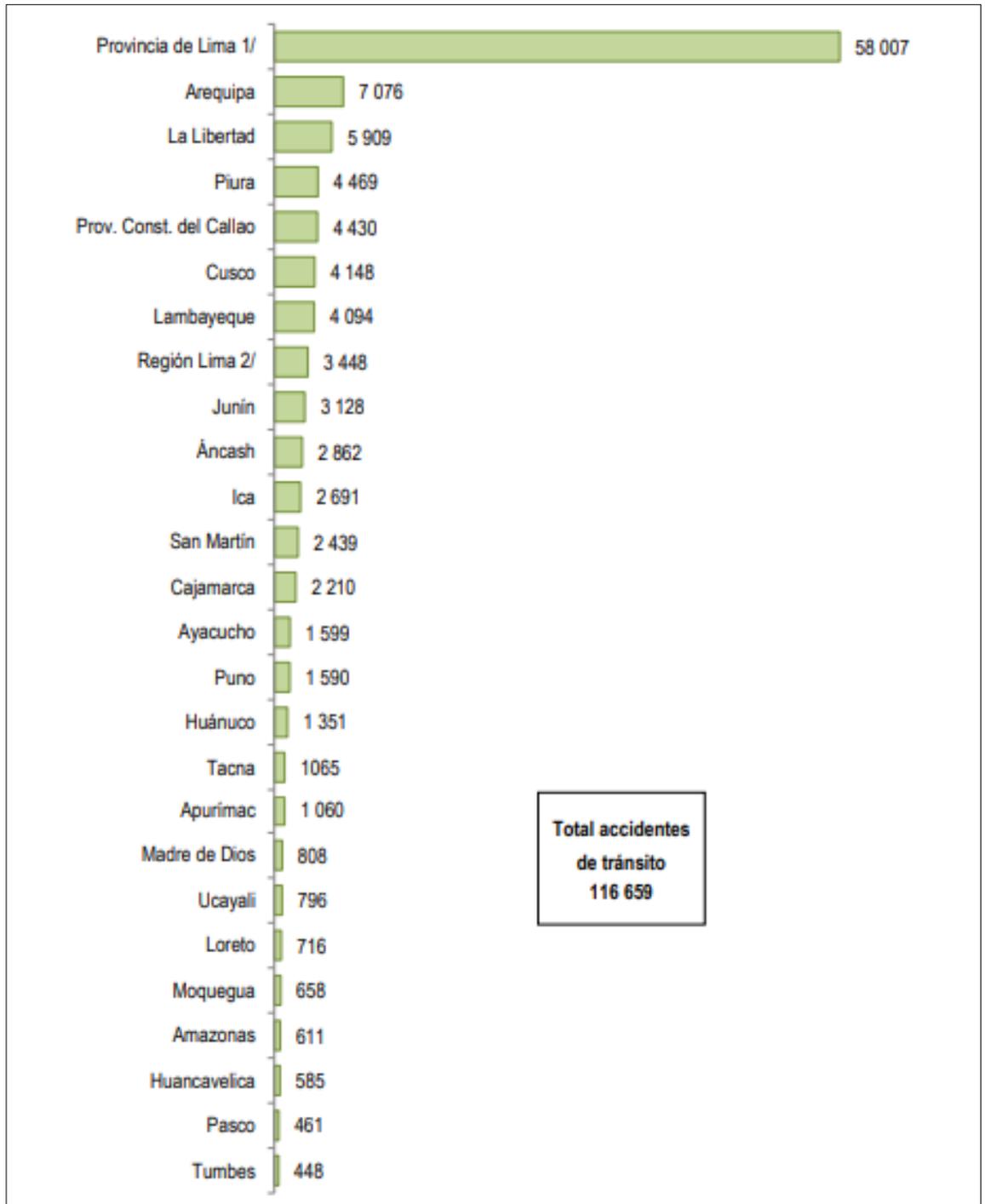


*Fuente: INEI – Censo Nacional de Comisarias 2011- 2016.*

Estos registros obtenidos por el INEI se basan en los diferentes documentos donde la Policía Nacional del Perú, registra los accidentes de tránsito, tales como Libro de Ocurrencias, denuncias directas, Sistema de Denuncias Policiales (SIDPOL), entre otros.

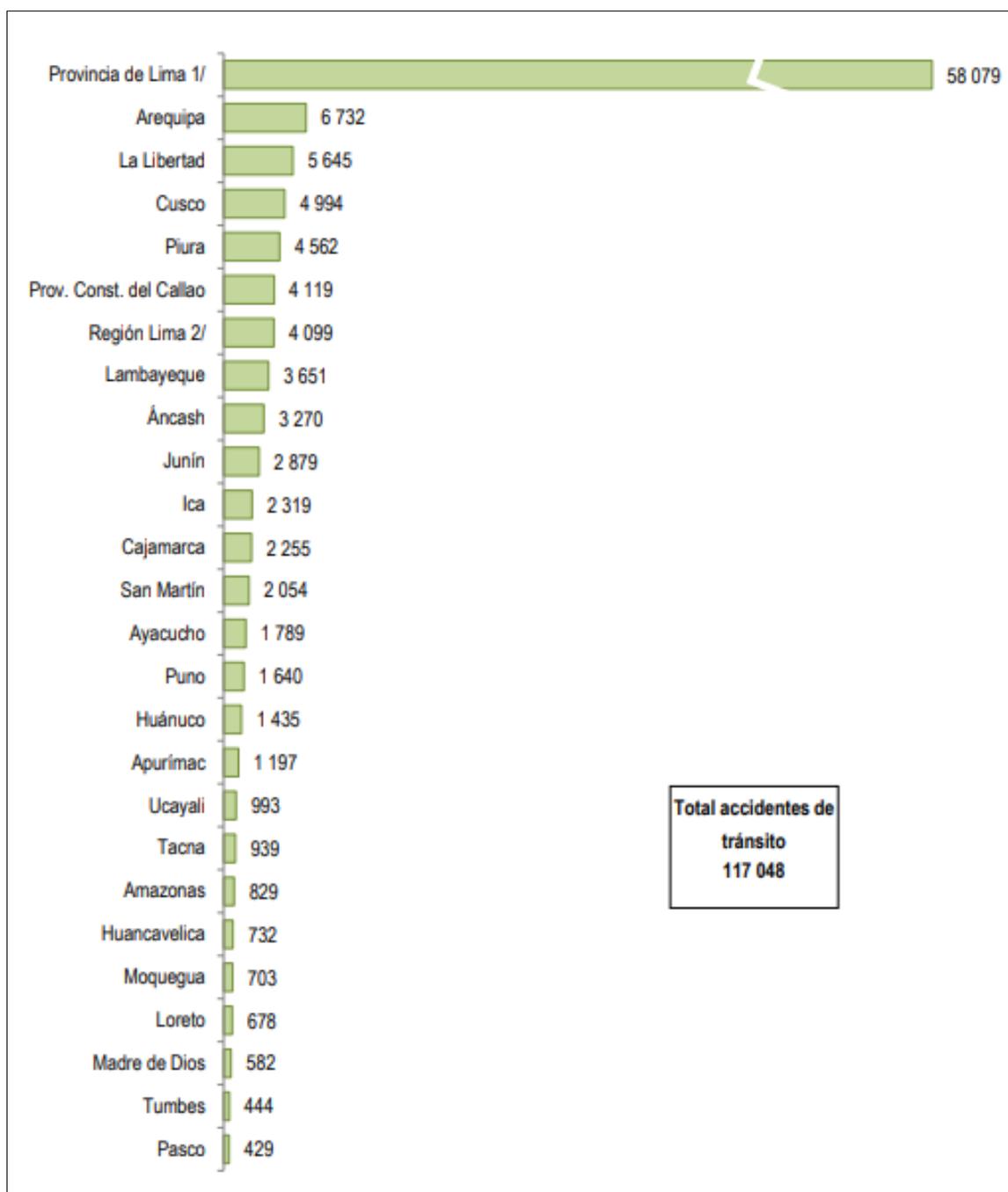
En los siguientes cuadros se detalla los accidentes de tránsitos ocurridos por departamentos y detallado en los años 2014, 2015 y 2016, censados por el INEI.

**Gráfico N°02**  
**Accidentes de tránsito, según departamento 2016**



*Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2017.*

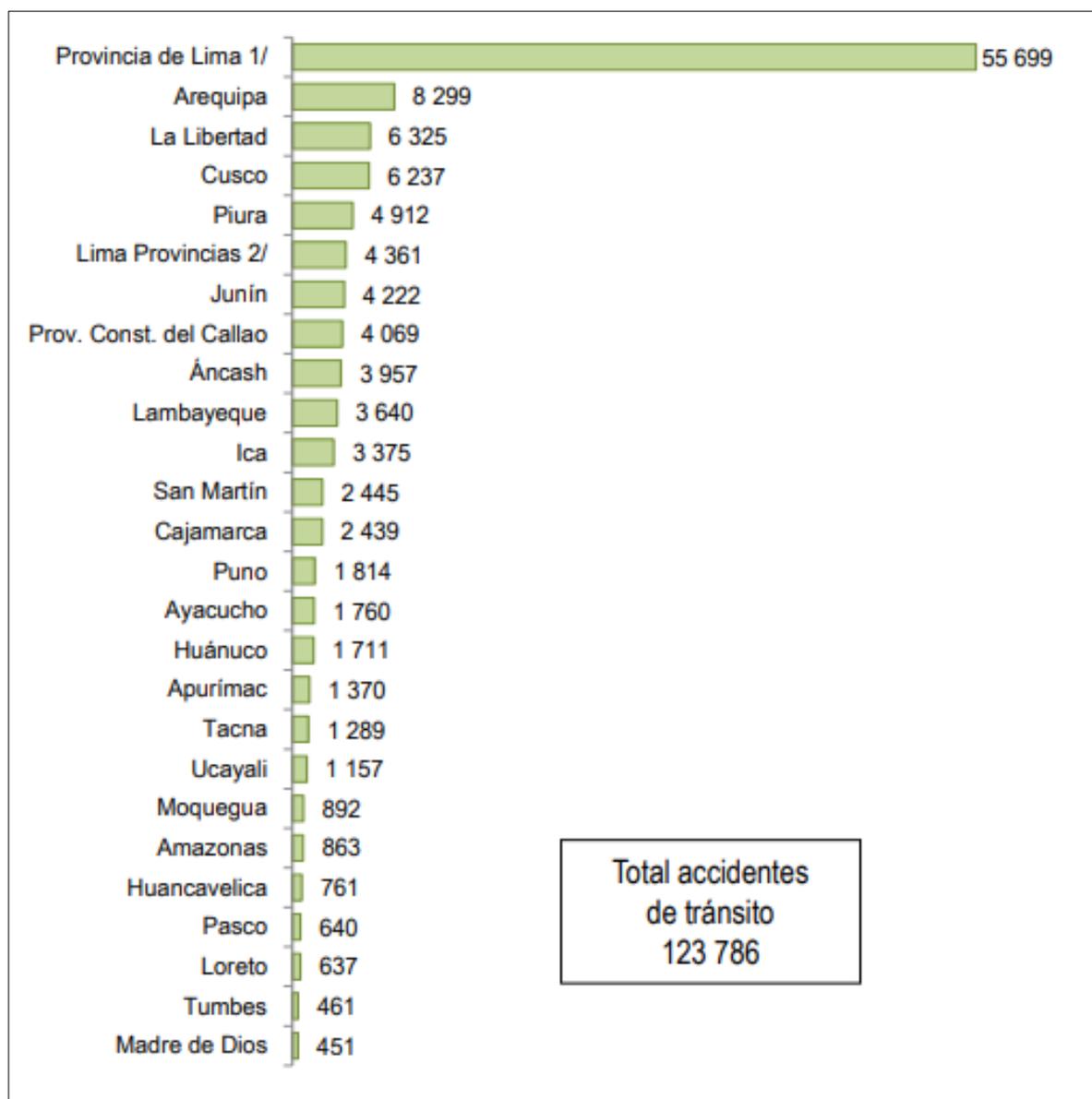
**Gráfico N°03**  
**Accidentes de tránsito, según departamento 2015**



*Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2017.*

#### Gráfico N°04

#### Accidentes de tránsito, según departamento 2014



Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2015

#### 3.6.5. Accidente de tránsito, por lugar de ocurrencia

Para establecer políticas de prevención y educación vial, es necesario identificar la frecuencia de los accidentes de tránsito en un determinado lugar de ocurrencia (autopista, calle, avenida, cruce de avenida, cruce de calles y carretera).

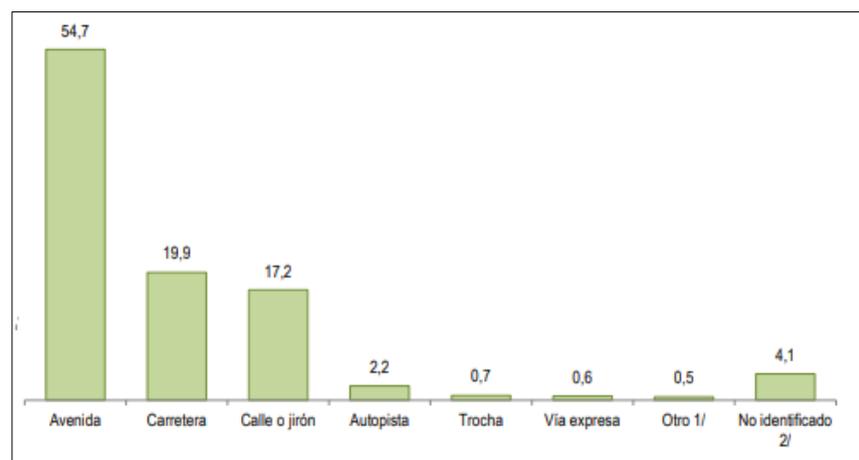
Del total de accidentes de tránsito registrados, observamos que el mayor porcentaje de éstos ocurre en las Avenidas siendo entre el 54 al 56 % entre los años 2014 al 2016, seguido por las Carreteras que bordea por el 20 % aproximadamente.

En la vía de estudio se trata de un camino conformado por trocha, el cual se especifica como lugar de ocurrencia muy baja en las estadísticas mostradas, siendo de 0.5 % en el 2016, 0.7 % en el 2015 y 0.3 % en el 2014.

En el siguiente cuadro se muestra los accidentes de tránsito de los años 2014 al 2016 por lugar de ocurrencia.

**Gráfico N°05**

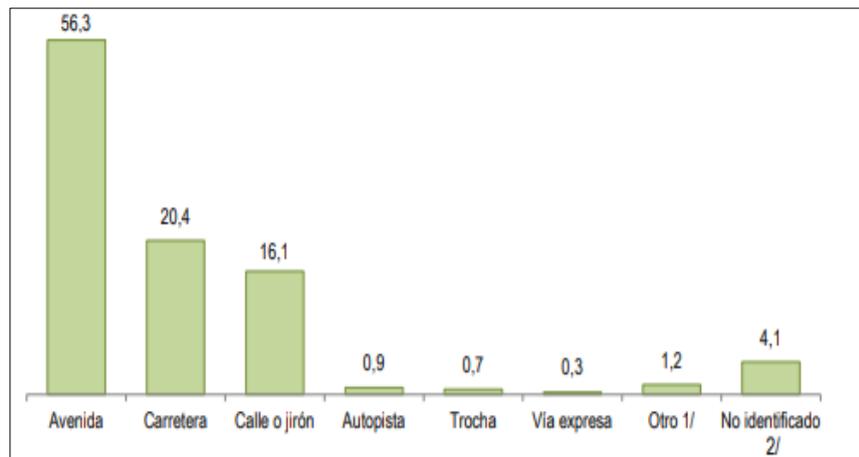
**Tipo de vía de la ocurrencia de accidente de tránsito, 2016 (En porcentaje)**



**Fuente:** INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2016

**Gráfico N°06**

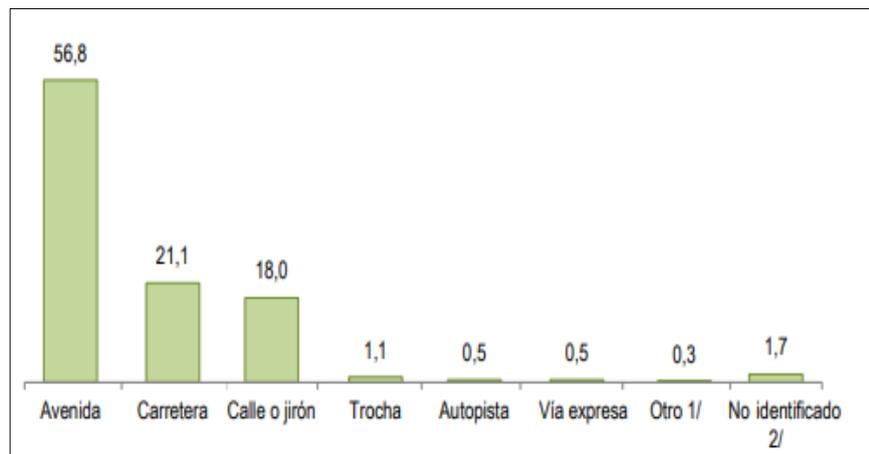
**Tipo de vía de la ocurrencia de accidente de tránsito, 2015 (En porcentaje)**



*Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2016*

**Gráfico N°07**

**Tipo de vía de la ocurrencia de accidente de tránsito, 2014 (En porcentaje)**



*Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2015*

**3.6.5.1. Accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, según departamento**

Para establecer políticas de prevención y educación vial, es necesario identificar la frecuencia de los accidentes de tránsito en un determinado lugar de ocurrencia (autopista, calle, avenida, cruce de avenida, cruce de calles y carretera).

Estos tipos de ocurrencias por tipo de vía se muestra por departamento, llevándonos a enmárcanos cada vez más cerca al ámbito del proyecto que estudiamos.

En la vía de estudio conformado por trocha carrozable, los cuales se especifica como lugar de ocurrencia muy baja en las estadísticas mostradas, y para el caso de la región de la Libertad, se evidencia que la ocurrencia en las trochas es cero para el año 2016 e ínfimo en los años anteriores a éste; considerando adicionalmente que esta región es uno de los menos densamente poblados y carente de kilómetros de vía en comparación a otras regiones; en el siguiente cuadro se muestra los accidentes de tránsito por lugar de ocurrencia.

**Tabla N°27**  
**Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, según región – 2016**

Departamento	Total de accidentes de tránsito	Autopista		Carretera		Via expresa		Avenida		Calle o jirón		Trocha		Otro <sup>3</sup>		No identificado <sup>4</sup>	
		Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Nacional	116 659	2 571	2,2	23 231	19,9	754	0,6	63 844	54,7	20 067	17,2	841	0,7	586	0,5	4 765	4,1
Amazonas	611	4	0,7	320	52,4	-	-	87	14,3	165	27,0	-	-	4	0,7	30	5,0
Áncash	2 862	2	0,1	1 082	37,8	-	-	1 144	40,0	539	18,8	8	0,3	20	0,7	67	2,3
Apurímac	1 060	-	-	376	35,5	1	0,1	344	32,5	144	13,6	79	7,4	9	0,8	107	10,1
Arequipa	7 076	8	0,1	1 593	22,5	216	3,1	3 234	45,7	1 486	21,0	46	0,7	26	0,4	468	6,6
Ayacucho	1 599	1	0,1	709	44,3	12	0,7	278	17,4	432	27,0	27	1,7	1	0,1	140	8,7
Cajamarca	2 210	1	0,0	797	36,1	1	0,0	657	29,7	640	28,9	68	3,1	1	0,0	45	2,0
Prov. Const. del Callao	4 430	7	0,2	17	0,4	2	0,1	3 691	83,3	570	12,9	-	-	31	0,7	112	2,5
Cusco	4 148	29	0,7	1 158	27,9	38	0,9	1 541	37,1	820	19,8	143	3,4	37	0,9	382	9,2
Huancavelica	585	-	-	402	68,7	1	0,2	61	10,4	48	8,3	28	4,8	8	1,4	36	6,2
Huánuco	1 351	-	-	839	62,1	-	-	193	14,3	245	18,2	8	0,6	3	0,2	62	4,6
Ica	2 691	3	0,1	1 118	41,6	2	0,1	920	34,2	431	16,0	46	1,7	8	0,3	163	6,1
Junín	3 128	1	0,0	1 492	47,7	6	0,2	973	31,1	511	16,3	8	0,2	16	0,5	122	3,9
La Libertad	5 909	1 118	18,9	1 006	17,0	7	0,1	2 622	44,4	920	15,6	6	0,1	32	0,5	198	3,4
Lambayeque	4 094	-	-	1 109	27,1	4	0,1	2 232	54,5	580	14,2	57	1,4	4	0,1	108	2,6
Provincia de Lima 1/	58 007	1236	2,1	4 577	7,9	434	0,8	40 368	69,7	9 095	15,7	25	0,0	310	0,5	1 962	3,4
Región Lima 2/	3 448	148	4,2	1 934	54,3	3	0,1	803	22,5	376	10,6	17	0,5	41	1,2	127	3,6
Loreto	716	-	-	79	11,0	-	-	151	21,1	479	66,8	-	-	2	0,3	5	0,7
Madre de Dios	808	-	-	316	39,2	-	-	393	48,6	80	9,9	-	-	3	0,4	15	1,9
Moquegua	658	-	-	186	28,3	1	0,2	265	40,2	112	17,0	11	1,7	1	0,2	82	12,4
Pasco	461	1	0,2	235	51,0	1	0,2	85	18,4	48	10,4	1	0,2	1	0,2	89	19,3
Piura	4 469	9	0,2	1 267	28,4	-	-	2 218	49,6	724	16,2	72	1,6	22	0,5	156	3,5
Puno	1 590	-	-	787	49,5	-	-	335	21,1	281	17,7	145	9,1	1	0,1	41	2,6
San Martín	2 439	3	0,1	1 115	45,7	21	0,8	204	8,4	952	39,0	15	0,6	3	0,1	126	5,2
Tacna	1 065	1	0,1	188	17,6	-	-	661	62,1	149	14,0	29	2,7	-	-	37	3,5
Tumbes	448	-	-	215	48,0	2	0,4	176	39,2	50	11,2	1	0,2	1	0,2	3	0,7
Ucayali	796	-	-	314	39,5	1	0,1	208	26,1	189	23,7	2	0,3	-	-	81	10,2

*Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2017*

**Tabla N°28**

**Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, según región - 2015**

Departamento	Total de accidentes de tránsito	Autopista		Carretera		Via expresa		Avenida		Calle o jirón		Trocha		Otro <sup>3</sup>		No identificado <sup>4</sup>	
		Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Nacional	117 048	1 035	0,9	23 917	20,4	358	0,3	65 940	56,3	18 830	16,1	769	0,7	1 439	1,2	4 760	4,1
Amazonas	829	-	-	401	48,4	-	-	174	21,0	213	25,6	30	3,7	-	-	11	1,3
Áncash	3 270	36	1,1	1 371	41,9	3	0,1	1 203	36,8	561	17,2	13	0,4	15	0,5	69	2,1
Apurímac	1 197	2	0,2	448	37,5	-	-	384	32,1	95	8,0	13	1,1	18	1,5	235	19,7
Arequipa	6 732	1	0,0	1 559	23,2	1	0,0	3 233	48,0	1 392	20,7	90	1,3	71	1,1	384	5,7
Ayacucho	1 789	-	-	732	40,9	-	-	492	27,5	493	27,6	36	2,0	4	0,2	32	1,8
Cajamarca	2 255	-	-	840	37,2	1	0,0	638	28,3	703	31,2	24	1,1	14	0,6	35	1,6
Prov. Const. del Callao	4 119	-	-	12	0,3	9	0,2	3 384	82,2	508	12,3	0	0,0	74	1,8	131	3,2
Cusco	4 994	153	3,1	1 287	25,8	24	0,5	1 824	36,5	1 045	20,9	38	0,8	163	3,3	461	9,2
Huancavelica	732	-	-	511	69,8	-	-	63	8,6	67	9,1	46	6,3	3	0,4	42	5,7
Huánuco	1 435	-	-	806	56,2	-	-	280	19,5	239	16,6	18	1,2	4	0,3	88	6,2
Ica	2 319	1	0,0	981	42,3	-	-	715	30,8	335	14,4	13	0,5	44	1,9	231	9,9
Junín	2 879	1	0,0	1 197	41,6	-	-	947	32,9	673	23,4	15	0,5	34	1,2	12	0,4
La Libertad	5 645	33	0,6	1 394	24,7	5	0,1	2 649	46,9	1 080	19,1	57	1,0	116	2,1	312	5,5
Lambayeque	3 651	3	0,1	1 043	28,6	-	-	1 822	49,9	669	18,3	20	0,5	3	0,1	91	2,5
Provincia de Lima <sup>1</sup>	58 079	768	1,3	4 229	7,3	298	0,5	42 622	73,4	7 380	12,7	36	0,1	705	1,2	2 041	3,5
Región Lima <sup>2</sup>	4 099	33	0,8	2 500	61,0	5	0,1	877	21,4	420	10,3	22	0,5	65	1,6	177	4,3
Loreto	678	-	-	56	8,3	-	-	181	26,8	376	55,4	1	0,1	2	0,3	61	9,0
Madre de Dios	582	-	-	186	32,0	-	-	268	46,1	83	14,3	10	1,7	14	2,4	20	3,5
Moquegua	703	-	-	242	34,4	-	-	294	41,8	115	16,3	12	1,7	25	3,5	16	2,3
Pasco	429	-	-	242	56,4	-	-	72	16,8	33	7,7	52	12,1	-	-	30	7,0
Piura	4 562	1	0,0	1 346	29,5	6	0,1	2 253	49,4	724	15,9	118	2,6	10	0,2	104	2,3
Puno	1 640	1	0,1	876	53,4	1	0,1	369	22,5	249	15,2	93	5,7	3	0,2	49	3,0
San Martín	2 054	-	-	858	41,8	-	-	166	8,1	927	45,1	5	0,2	36	1,7	62	3,0
Tacna	939	-	-	193	20,6	-	-	572	60,9	125	13,3	4	0,4	11	1,1	34	3,7
Tumbes	444	2	0,5	208	46,8	1	0,2	122	27,5	81	18,2	1	0,2	5	1,1	24	5,4
Ucayali	993	-	-	400	40,2	4	0,4	334	33,6	243	24,5	4	0,4	-	-	8	0,8

Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2016

**Tabla N°29**

**Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, según región – 2014**

Departamento	Total de accidentes de tránsito	Autopista		Carretera		Via expresa		Avenida		Calle o jirón		Trocha		Otro <sup>3</sup>		No identificado <sup>4</sup>	
		Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Nacional	123 786	664	0,5	26 142	21,1	625	0,5	70 253	56,8	22 228	18,0	1 377	1,1	376	0,3	2 121	1,7
Amazonas	863	-	-	427	49,5	-	-	104	12,1	268	31,1	48	5,5	-	-	16	1,8
Áncash	3 957	-	-	1 489	37,6	-	-	1 540	38,9	751	19,0	73	1,8	71	1,8	33	0,8
Apurímac	1 370	-	-	638	46,6	-	-	407	29,7	178	13,0	66	4,8	6	0,5	75	5,5
Arequipa	8 299	2	0,0	1 710	20,6	-	-	4 280	51,6	2 090	25,2	146	1,8	42	0,5	29	0,3
Ayacucho	1 760	-	-	668	37,9	-	-	565	32,1	447	25,4	44	2,5	-	-	37	2,1
Cajamarca	2 439	-	-	871	35,7	-	-	647	26,5	847	34,7	59	2,4	-	-	15	0,6
Prov. Const. del Callao	4 069	3,64	0,1	45	1,1	-	-	3 482	85,6	495	12,2	-	-	15	0,4	27	0,7
Cusco	6 237	7	0,1	2 005	32,2	81	1,3	2 642	42,4	1 143	18,3	108	1,7	3	0,0	248	4,0
Huancavelica	761	-	-	385	50,6	-	-	100	13,2	69	9,0	186	24,4	-	-	21	2,8
Huánuco	1 711	-	-	691	40,4	-	-	326	19,1	477	27,9	155	9,1	-	-	62	3,6
Ica	3 375	5	0,1	1 271	37,7	-	-	1 197	35,5	722	21,4	37	1,1	6	0,2	137	4,0
Junín	4 222	-	-	1 737	41,1	-	-	1 445	34,2	982	23,2	30	0,7	21	0,5	7	0,2
La Libertad	6 325	83	1,3	1 446	22,9	1	0,0	3 335	52,7	1 278	20,2	43	0,7	41	0,7	98	1,5
Lambayeque	3 640	2	0,1	1 081	29,7	-	-	1 746	48,0	700	19,2	71	2,0	1	0,0	39	1,1
Provincia de Lima <sup>1</sup>	55 699	553	1,0	4 149	7,4	543	1,0	42 237	75,8	7 564	13,6	5	0,0	135	0,2	513	0,9
Lima Provincias <sup>2</sup>	4 361	7	0,2	2 428	55,7	-	-	1 225	28,1	529	12,1	37	0,8	10	0,2	126	2,9
Loreto	637	-	-	74	11,6	-	-	181	28,5	370	58,1	3	0,4	2	0,3	7	1,0
Madre de Dios	451	-	-	135	29,8	-	-	236	52,4	65	14,4	2	0,4	5	1,2	8	1,7
Moquegua	892	-	-	229	25,7	-	-	339	38,0	113	12,6	25	2,8	6	0,7	180	20,2
Pasco	640	-	-	414	64,8	-	-	119	18,6	100	15,6	-	-	-	-	7	1,1
Piura	4 912	1	0,0	1 402	28,5	-	-	2 386	48,6	904	18,4	73	1,5	4	0,1	142	2,9
Puno	1 814	-	-	948	52,3	-	-	355	19,6	333	18,3	120	6,6	-	-	58	3,2
San Martín	2 445	-	-	1 051	43,0	-	-	136	5,6	1 146	46,9	14	0,6	2	0,1	96	3,9
Tacna	1 289	-	-	184	14,2	-	-	766	59,4	204	15,9	33	2,6	1	0,1	101	7,8
Tumbes	461	-	-	247	53,7	-	-	146	31,7	59	12,8	-	-	-	-	9	1,9
Ucayali	1 157	-	-	416	36,0	-	-	309	26,7	394	34,0	-	-	3	0,2	35	3,0

Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2015

De los cuadros anteriores, podemos resumir extrayendo solo la Región de nuestro interés, se observa la baja cantidad de accidente en vías a nivel de trocha respecto al total; Así mismo debemos tener en cuenta que esta estadística se enmarca a nivel departamental, donde existe varias vías con similares características en toda la región.

**Tabla N°30**

**Número de accidentes de tránsito por tipo de la vía de ocurrencia, en la región de La Libertad entre los años 2014 al 2016**

Departamento	Total de accidentes de tránsito	Autopista		Carretera		Vía expresa		Avenida		Calle o jirón		Trocha		Otro <sup>2)</sup>		No identificado <sup>4)</sup>		
		Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
<b>2016</b>																		
La Libertad	5 909	1118	18,9	1 006	17,0	7	0,1	2 622	44,4	920	15,6	6	0,1	32	0,5	198	3,4	
<b>2015</b>																		
La Libertad	5 645	33	0,6	1 394	24,7	5	0,1	2 649	46,9	1 080	19,1	57	1,0	116	2,1	312	5,5	
<b>2014</b>																		
La Libertad	6 325	83	1,3	1 446	22,9	1	0,0	3 335	52,7	1 278	20,2	43	0,7	41	0,7	98	1,5	

*Fuente: Elaboración propia a partir del INEI – Censo Nacional de Comisarias.*

### 3.6.5.2. Accidentes de tránsito por lugar de ocurrencia en tramo de la vía

En el siguiente cuadro se muestra las ocurrencias de los accidentes según el tramo de la vía, siendo los tramos rectos con los mayores números de frecuencia de accidente, seguido por las intersecciones.

Dato estadístico a considerar en la vía que nos ocupa, con el fin de aumentar la seguridad vial mediante la señalización.

**Tabla N°31**

**Accidentes de tránsito, por lugar de ocurrencia (tramo de la vía), en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016**

Departamento y consecuencia del accidente	Total	Lugar de ocurrencia (Tramo de vía)					
		Intersección	Recta	Curva	Rotonda (oval)	Bifurcación	No identificado
<b>2016</b>							
La Libertad	5,909	1,687	3,853	31	61	3	273
<b>2015</b>							
La Libertad	5,645	1,573	3,727	85	40	-	219
<b>2014</b>							
La Libertad	6,325	1,634	4,413	157	57	-	63

*Fuente: INEI – VI Censo Nacional de Comisarias 2016*

3.6.5.3. Tipo de accidentes de tránsito en el departamento de La Libertad

Los tipos de accidentes de mayor frecuencia son por colisión, choque y atropello; en el siguiente cuadro se muestra el tipo de accidente ocurridos en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016.

**Tabla N°32**  
**Tipo de accidentes de tránsito, en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016**

Departamento y consecuencia del accidente	Total	Tipo de accidente de tránsito											
		Atropello	Atropello y fuga	Caida de pasajero	Colisión	Colisión y fuga	Choque	Choque y atropello	Choque y fuga	Despiste	Despiste y volcadura	Volcadura	Otro <sup>3/</sup>
2016													
La Libertad	5,909	991	124	185	846	213	1,719	23	527	752	134	30	367
2015													
La Libertad	5,645	944	188	216	1,798	430	705	5	337	785	146	23	69
2014													
La Libertad	6,325	1,164	242	243	2,291	609	412	17	307	716	193	55	77

*Fuente: Elaboración propia a partir del INEI – Censo Nacional de Comisarias.*

3.6.5.4. Accidentes de tránsito por tipo de vehículo en la región La Libertad

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los vehículos se clasifican en: Vehículos Mayores y Menores; en el siguiente cuadro se muestra los accidentes ocurridos en la región por tipo de vehículo mayor y menor, entre los años 2014 al 2016.

**Tabla N°33**  
**Accidentes de tránsito por tipo de vehículo mayor y menor en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016**

Departamento y consecuencia del accidente	Total	Vehículos Mayores												Vehículos Menores				
		Automóvil	Station Wagon	Camioneta Pick up	Camioneta Rural	Camioneta Panel	Ómnibus Urbano	Ómnibus Inter-provincial	Camión	Remolcador o Tracto Camión	Trayler	Vehículo no identificado	Otro <sup>3/</sup>	Moto lineal	Motocar/ mototaxi/ similares	Triciclo	Bicicleta	Vehículo no identificado
2016	8,880	3,121	373	533	707	131	278	96	407	137	37	375	2	1,948	624	15	82	12
La Libertad																		
2015	8,936	2,547	726	787	903	14	301	129	478	158	49	289	55	1,440	764	165	98	33
La Libertad																		
2014	10,043	2,964	694	999	787	37	447	159	538	39	147	271	19	1,773	776	25	223	24
La Libertad																		

*Fuente: Elaboración propia a partir del INEI – Censo Nacional de Comisarias.*

### 3.6.5.5. Causas más frecuentes de los accidentes de tránsito

Las causas más frecuentes de los accidentes de tránsito es el exceso de velocidad seguido por la Ebriedad del conductor.

**Tabla N°34**  
**Accidentes de tránsito, según causas más frecuentes en la región entre los años 2014 al 2016**

Departamento y consecuencia del accidente	Total	Causas más revelantes																		
		Exceso de Velocidad	Desacato a la señal de tránsito por el conductor	Falta de iluminación en la vía	Exceso de carga	Ebriedad del conductor	Invasión del carril/maniobras no permitidas	Falla mecánica	Via en mal estado	Imprudencia por parte del peatón	Estado de ebriedad del peatón	Factor climático	Señalización defectuosa	Cansancio o fatiga del conductor	Uso del celular o dispositivos electrónicos	Impericia	Deslizamiento de lodo, piedras	No identificable	Otro	
La Libertad																				
Año 2016	Abs %	5,909	1,807 32.0%	62 1.1%	58 1.0%	26 0.5%	453 8.0%	1,030 18.2%	118 2.1%	124 2.2%	482 8.5%	21 0.4%	31 0.5%	45.0 0.8%	25 0.4%	20 0.4%	229 4.1%	24 0.4%	1,923 34.1%	302 5.3%
Año 2015	Abs %	5,645	2,102 37.2%	279 4.9%	76 1.3%	25 0.4%	316 5.6%	1,608 28.5%	113 2.0%	231 4.1%	479 8.5%	19 0.3%	62 1.1%	6 0.1%	27 0.5%	-	177 3.1%	21 0.4%	1,242 22.0%	230 4.1%
Año 2014	Abs %	6,325	2,431 43.1%	1,615 28.6%	26 0.5%	41 0.7%	496 8.8%	3,402 60.3%	174 3.1%	205 3.6%	-	63 1.1%	89 1.6%	25 0.4%	9 0.2%	2 0.0%	-	-	-	589 10.4%

*Fuente: Elaboración propia a partir del INEI – Censo Nacional de Comisarias.*

### 3.6.5.6. Accidentes de tránsito por consecuencia, en la región entre los años 2014 al 2016

Se considera accidentes de tránsito fatal cuando a consecuencia del hecho al menos una persona fallece en el lugar de la ocurrencia; los accidentes No fatales son considerados a las víctimas no mortales.

El departamento de La Libertad presenta uno del mayor porcentaje de accidentes no fatales a nivel Nacional presentando un porcentaje de 66.6% en el año 2016 y de 67.3% en el año 2015, y en el año 2014 alcanza el 66.6%.

En el siguiente cuadro se muestra las consecuencias tras los accidentes ocurridos en la región La Libertad, entre los años 2014 al 2016.

**Tabla N°35****Accidentes de tránsito por consecuencias en la región La Libertad entre los años 2014 al 2016**

Departamento	Total	Consecuencia del accidente					
		Fatal		No Fatal		Solo daños materiales	
		Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
<b>2016</b>							
Nacional	116,659	2,253		67,140		47,265	
La Libertad	5,909	126	2.1%	3,938	66.6%	1,845	31.2%
<b>2015</b>							
Nacional	117,048	2,871		64,508		49,669	
La Libertad	5,645	154	2.7%	3,801	67.3%	1,690	29.9%
<b>2014</b>							
Nacional	123,786	2,449		67,759		53,578	
La Libertad	6,325	166	2.6%	4,211	66.6%	1,947	30.8%

*Fuente: Elaboración propia a partir del INEI – Censo Nacional de Comisarias.*

### **3.6.6. Tasa de fallecidos por accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes; entre los años 2011 al 2016**

La tasa de fallecidos en accidentes de tránsito, se calcula entre el número de fallecidos en los accidentes de tránsito versus la población total de país, siendo la tasa por cada 100 mil habitantes; en el siguiente cuadro se muestra las tasas de los últimos años.

**Tabla N°36****Tasa de fallecidos por accidentes de tránsito a nivel nacional entre los años 2011 – 2016**

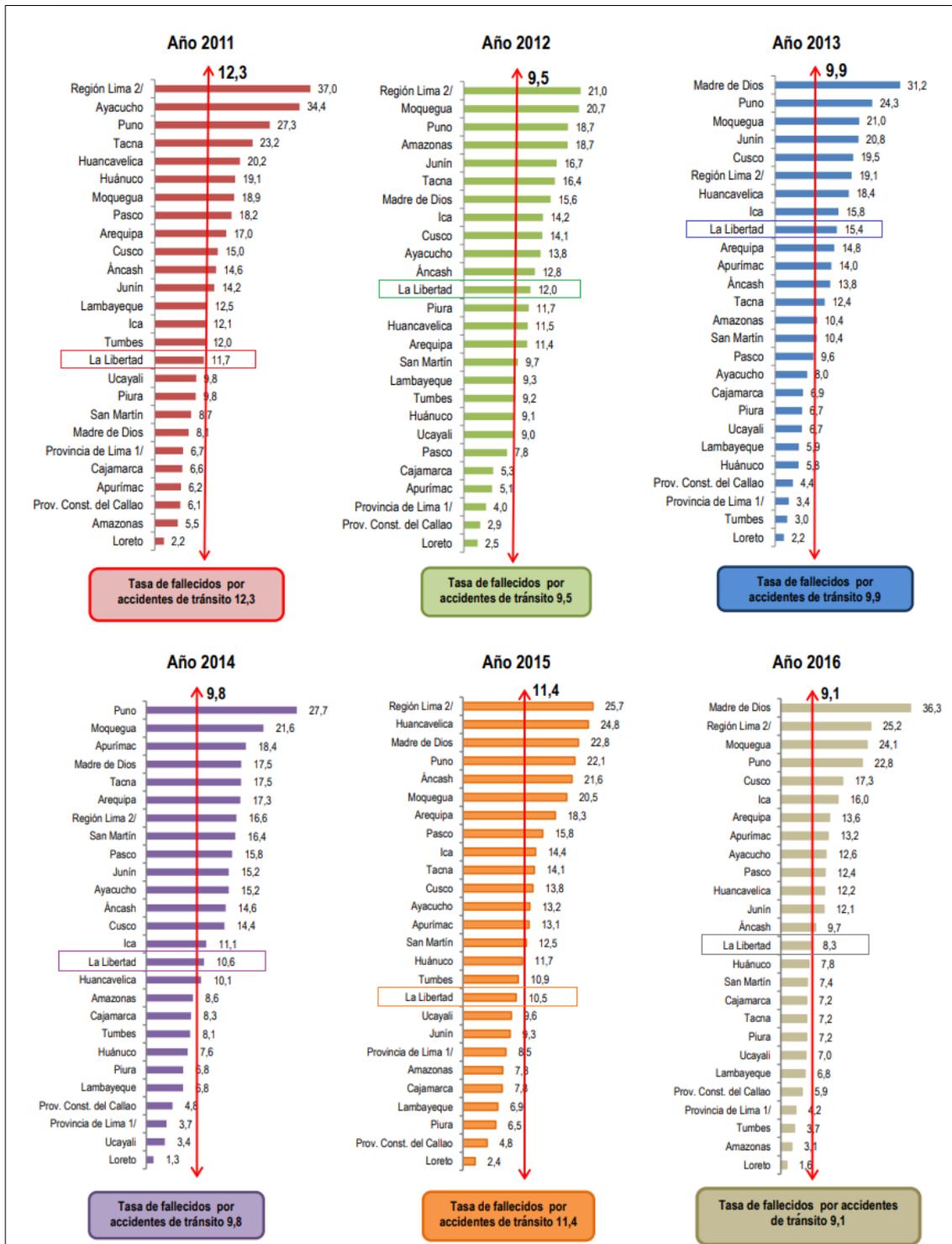
Año	Número de muertes <sup>1)</sup>	Población Perú <sup>2)</sup>	Tasa de fallecidos por accidente de tránsito (por cada 100 000 habitantes)
2011	3 672	29 797 694	12,3
2012	2 857	30 135 875	9,5
2013	3 021	30 475 144	9,9
2014	3 010	30 814 175	9,8
2015	3 560	31 151 643	11,4
2016	2 878	31 488 625	9,1

*Fuente: Elaboración propia a partir del INEI – Censo Nacional de Comisarias.*

El departamento con mayor tasa de fallecidos por accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes en el año 2013 fue Madre de Dios con 31 víctimas, mientras que en el año 2014 fue el departamento de Puno con 28 víctimas, en el año 2015 fue la Región Lima con 26 víctimas y para el año 2016 la mayor tasa de fallecidos se registró en el departamento de Madre de Dios con 36 víctimas por cada 100 mil habitantes.

**Gráfico N°08**

**Tasa de fallecidos en accidente de tránsito por región entre los años 2011 al 2016**



Fuente: INEI – IV Censo Nacional de Comisarias 2012 - 2017

En cuanto a la visibilidad y a la señalización, ambos son factores cualitativos y se han subdividido dentro de tres posibles evaluaciones respectivamente: visibilidad o señalización buena, aceptable o deficiente. Para escoger entre una de las tres posibilidades es necesaria una inspección visual del tramo de estudio. Si la adopción de una de las tres posibilidades, tanto para la visibilidad como para la señalización, no resulta evidente se puede consultar la siguiente tabla, donde se dan unas indicaciones de aquello que se puede evaluar para facilitar esta tarea:

**Tabla N°37**

**Indicaciones para la evaluación de la señalización y de la visibilidad**

<b>Señalización</b>	<b>Visibilidad</b>
-Aviso de irregularidades en la carretera (curvas cerradas, paso de animales, intersecciones, etc.).	-Coordinación entre curvas verticales y horizontales.
-Postes reflectantes en curvas peligrosas.	-Vegetación en los laterales.
-Existencia de paneles de información variable en la carretera.	-Iluminación de la carretera alrededor de las intersecciones.

*Fuente: Elaboración Propia*

**3.6.7. Señalización Existente**

En la visita de reconocimiento de las condiciones existentes en la vía referida a elementos de señalización, efectuada a partir de la segunda mitad del mes de febrero del 2019, se evidencia que la señalización y seguridad vial es ínfima o simplemente no existe:

**3.6.7.1. Señalización Horizontal:**

La vía es de trocha carrozable, por consiguiente, no presenta señalización horizontal.

**3.6.7.2. Señalización Vertical:**

La vía presenta escasa señalización vertical; Así mismo no presenta ninguna señal informativa de poste kilométrico.

**3.6.7.3. Elemento de encarrilamiento y defensa:**

La vía no presenta ningún tipo de elemento de encarrilamiento y defensa; es decir no se hallaron postes delineadores ni barandas de guardavías.

### **3.6.8. Características físicas actuales de la vía**

Las características físicas de la carretera actual, son determinadas para identificar y concluir en la identificación de aquellos sectores que presentan los factores negativos que contribuyen a crear inseguridad en el tránsito y que son, una vez superados aquellos, se garantiza una circulación óptima de los vehículos en ambos sentidos de la vía y en toda su extensión.

#### **3.6.8.1. Cruce de zonas urbanas**

A lo largo del recorrido del tramo, se ubican el centro poblado, situación que propicia la aparición de factores y condiciones focalizadas que podrían generar sectores vialmente inseguros. Los eventos que por lo general se presentan están dados por las siguientes causales:

Zona de Paraderos: La aparición de zonas de paraderos en sectores no destinadas para dicho fin, son usados por los servicios de transporte público menor (Combis y autos colectivos) que realizan viajes de ruta corta, esta situación de inseguridad se presenta con el uso de parte de la vía para la parada de estos vehículos de transporte, ocasionado una reducción súbita de la zona de tránsito.

#### **3.6.8.2. Iluminación en la vía.**

La escasa iluminación pública se presenta a lo largo de vía, esta situación incrementa la posibilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito como atropellos durante horas de la noche.

### **3.6.9. Medidas para reducir y prevenir accidentes de tránsito en la vía**

Habiéndose realizado una evaluación de las condiciones en la totalidad de la vía, referida a los distintos elementos de señalización y a las condiciones de seguridad, se propone implementar las medidas necesarias dirigidas a dotar los adecuados niveles de seguridad en la vía. Colocación de señales Reglamentarias, Preventivas, Informativas a lo largo de todo el tramo de la vía.

Conocidas las condiciones de geográficas existentes del Tramo, que generan zonas con alineamientos horizontales con largas tangentes y

sinuosos en otros casos, es necesario establecer límites de velocidad que permiten un tránsito seguro en todo su recorrido, por lo que se ha determinado mantener la velocidad máxima de 30 KPH por todo el tramo.

#### 3.6.9.1. Elementos de señalización y seguridad vial

Los elementos de señalización y seguridad Vial diseñados para la colocación en la vía, están de acuerdo con el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC 2016, así como las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en:

Señalización de Obras Viales del MTC. En tal sentido a continuación hacemos una referencia de las señales con que cuenta la vía y su justificación.

### **3.6.10. Señalización vertical.**

#### 3.6.10.1. Definición

Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos en este Manual. Cabe mencionar que los ejemplos presentados solo tienen carácter ilustrativo, por cuanto cada dispositivo de control que se incluya en un proyecto, deberá ser diseñado específicamente.

#### 3.6.10.2. Función.

Siendo la función de las señales verticales, la de reglamentar, prevenir e informar al usuario de la vía, su utilización es fundamental principalmente en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no siempre son evidentes.

Su implementación será de acuerdo al estudio de ingeniería vial anteriormente citado debiendo evitarse, por ejemplo, el uso excesivo de señales verticales en un tramo corto puesto que puede ocasionar contaminación visual y pérdida de su efectividad. Asimismo, es

importante el uso frecuente de señales informativas de identificación y destino, a fin de que los usuarios de la vía conozcan oportunamente su ubicación y destino.

#### 3.6.10.3. Clasificación de las señales verticales.

De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en 3 grupos:

- **Señales Reguladoras o de Reglamentación:** Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito.
- **Señales de Prevención:** Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.
- **Señales de Información:** Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros.

Las indicadas señales son de carácter permanente, sin embargo, también deben utilizarse en situaciones temporales, que están referidas a aquellas que modifican transitoriamente la utilización u operación de la vía, en cuyo caso también podrá utilizarse señalización transitoria de carácter especial, estáticas y/o dinámicas de mensaje variable, a fin de prevenir e informar al usuario sobre la existencia de situaciones particulares en la vía, mediante mensajes oportunos y claros en tiempo real, de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente para cada caso.

3.6.10.4. Para el proyecto de investigación

Deben ubicarse de tal manera, que los conductores tengan el tiempo de percepción-respuesta adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere. La distancia desde la señal preventiva al peligro que ésta advierte debe ser en función de la velocidad límite o la del percentil 85, de las características de la vía, de la complejidad de la maniobra a efectuar y del cambio de velocidad requerido para realizar la maniobra con seguridad.

La siguiente tabla constituye una guía de las distancias de ubicación de las señales, en función a la velocidad límite, y distancia de reducción de velocidad y cambio de carril, las cuales deben ser confirmadas o ajustadas

**Tabla N°38**  
**Distancia de ubicación anticipada**

Límite de velocidad o 85% de velocidad	Distancias de ubicación anticipada en metros (m)												
	Condición "A" Reducción de velocidad y cambio de carriles en tráfico pesado	Condición "B" reducción de velocidad a la especificada para la condición*											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
30	60 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-	-
40	100 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-
50	150 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-
60	180 m	30	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-
70	220 m	50	40	30	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-
80	260 m	80	60	55	50	40	30	N/A**	N/A**	-	-	-	-
90	310 m	110	90	80	70	60	40	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-
100	350 m	130	120	115	110	100	90	70	60	40	N/A**	-	-
110	380 m	170	160	150	140	130	120	110	90	70	50	N/A**	-
120	420 m	200	190	185	180	170	160	140	130	110	90	60	40
130	460 m	230	230	230	220	210	200	180	170	150	120	100	70

*Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carretera*

En la condición A las distancias son ajustadas para una distancia de lectura de 55 m.

(\*) Las distancias para la Condición B han sido ajustadas para una distancia de legibilidad de 80 m, lo que resulta apropiado para una señal de prevención. Para las condiciones A y B, tratándose de señales de

advertencia con más de cuatro palabras o con letras de altura menor a 15 cm, se debe agregar 30 m a la distancia recomendada.

Se trata de situaciones complejas donde un conductor requiere de un tiempo adicional para ajustar la velocidad y cambiar de carriles en un tránsito de alto volumen. Señales típicas de estos casos son las de Convergencia y Fin de Carril Derecho. Estas distancias consideran para el conductor un tiempo de reacción de 14,0 a 14,5 segundos para maniobrar (2005 AASHTO Policy, Exhibit 3-3, Decision Sight Distance, Avoidance Maneuver) menos la distancia de legibilidad de 55 metros, normal para una señal preventiva.

Se refiere a una señal preventiva que puede requerir la detención del vehículo, como son los casos de la Advertencia de PARE, CEDA EL PASO, SEMÁFORO e intersecciones. Las distancias que se recomiendan se basan en el 2005 AASHTO Policy, Exhibit 3-1, Distancia de Detención, y consideran un T-PR de 2,5 segundos, una deceleración de 3 m/s<sup>2</sup>, menos la distancia de legibilidad de 55 m.

Condiciones típicas son aquellas en las que el conductor debería reducir su velocidad para maniobrar con seguridad por la situación prevenida. La distancia ha sido determinada utilizando un TP-R de 2,5 segundos, una deceleración de 3 m/s<sup>2</sup>, menos la distancia de legibilidad de 55 m.

(\*\*) No se sugieren distancias para estas velocidades, ya que el lugar de instalación depende, entre otras condiciones, de la existencia de otras señales en el lugar. Por ejemplo, una señal que prevenga de curva se podrá colocar a cualquier distancia hasta 30 m antes de la curva. Sin embargo, la señal preventiva de curva debe ser instalada a una distancia mínima de 30 m de otras señales.

Se muestra una distancia de 30 m para asegurar un espacio mínimo adecuado entre señales.

Cuando se estén realizando trabajos o mejoras de situaciones existentes que hagan innecesaria una señal preventiva instalada, ésta debe ser removida o cubierta de tal manera que no sea visible por los usuarios, y

cuando se hayan realizado las mejoras de la situación existente que hagan innecesaria la señal preventiva instalada, ésta debe ser removida.

En el caso especial de las señales que advierten sobre restricciones en la vía, que afectan sólo a ciertos vehículos, ellas deben ubicarse antes del empalme con la ruta alternativa que evita la restricción o antes del lugar donde un vehículo afectado por la limitación pueda girar en “U”. Dicha ruta alternativa debe contar con señalización informativa que permita a los conductores retomar la vía original sin dificultad. Un caso específico es la señal Altura Libre (P-38).

Cuando la distancia entre la señal preventiva y el inicio de la condición peligrosa es superior a 300 m, se debe agregar a la señal una placa adicional que indique tal distancia. Si dicha distancia es menor a un kilómetro, la indicación se da en múltiplos de 100 m y si es mayor, se redondea a kilómetros enteros.

#### *3.6.10.5. Clasificación*

Se clasifican teniendo en consideración lo siguiente:

- a) Características Geométricas de la vía
  - Curvatura horizontal
  - Pendiente longitudinal
- b) Características de la superficie de rodadura
- c) Restricciones físicas de la vía
- d) Intersecciones con otras vías
- e) Características operativas de la vía
- f) Emergencias y situaciones especiales

## **CAPÍTULO IV**

## IV. RESULTADOS

### 4.1. EVALUACION DE RIESGO

#### MATRIZ DE RIESGOS

Luego de realizar evaluar los factores de riesgos del tramo de la vía se obtuvieron los resultados mediante los siguientes criterios en base a los puntos básicos analizados:

- Estado del pavimento.
- Señalización
- Asignación del nivel de riesgo (alto, medio o bajo)

**Tabla N°39**

**Matriz de valoración de riesgos**

MATRIZ DE VALORACION DE RIESGOS		CONSECUENCIAS			
		INSIGNIFICANTE	MODERADO	DAÑINO	EXTREMO
PROBABILIDAD	MUY ALTA	MEDIO	ALTO	CRITICO	CRITICO
	ALTA	MEDIO	ALTO	ALTO	CRITICO
	MEDIA	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	BAJA	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO

*Fuente: Propia*

**Tabla N°40**

**Interpretación de la matriz de valoración de riesgos**

BAJO	Mantener las medidas de control existentes, se deben hacer evaluaciones periódicas para verificar que el riesgo siga siendo bajo. Es importante que en el plan de trabajo se definan los periodos para valorar este riesgo
MEDIO	Se deben hacer esfuerzos por reducir el riesgo. Implementar estándares de seguridad, permisos de trabajos o listas de verificación para realizar control operativo del riesgo. Es importante justificar la intervención y su rentabilidad (costo - beneficio). Se deben hacer verificaciones periódicas dentro del plan de trabajo, para evaluar si el riesgo aun es medio, comprobando que no hay tendencia a subir de nivel.
ALTO	Se debe reducir el riesgo a través del diseño y ejecución un programa de gestión. Como está asociado a lesiones muy graves, se debe garantizar la reducción de su probabilidad. Verificar que el riesgo este bajo control antes de realizar cualquier tarea.
CRITICO	La intervención es urgente. En presencia de un riesgo así, se sugiere no realizar ningún trabajo hasta contar con las medidas de control que impacten la probabilidad de su ocurrencia. De ser indispensable la realización de la labor, se deben adoptar todas las medidas necesarias para evitar la materialización del riesgo, las medidas deben garantizar que el riesgo está bajo control antes de iniciar cualquier tarea.

*Fuente: Propia*

**Tabla N°41**  
**Agente de riesgo por nivel**

RIESGOS	BAJO	MODERADO	IMPORTANTE	CRITICO	SIN VALORAR	RESUMEN
MOVILIDAD	56	42	42	2	0	142
RESUMEN	56	42	42	2	0	142

*Fuente: Propia*

**Tabla N°42**  
**Mapa de calor**

		BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA		
PROBABILIDAD	MUY ALTA	0	0	0	0		CRITICO
	ALTA	0	0	12	2		ALTO
	MEDIA	0	12	10	20		MEDIO
	BAJA	1	55	30	0		BAJO
		SEVERIDAD					

*Fuente: Propia*

#### 4.2. ELABORACION DEL PESV

Mediante la determinación del nivel de riesgo se plantearon los objetivos y las acciones sobre las que se trabajaron el PESV

##### **Plan de Acción**

Por medio de los resultados que se obtuvieron en el primer diagnóstico en seguridad vial y la encuesta de valorización del riesgo vial, se realizó en conjunto con el comité de seguridad vial la priorización de las actividades, que posteriormente fueron estructuradas en un plan de trabajo.



**Tabla N°44****Planes de acción para la aplicación de la matriz con nivel de riesgo alto**

RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES			
		COMPORTAMIENTO HUMANO	VEHICULOS SEGUROS	INFRAESTRUCTURA SEGURA	ATENCION A VICTIMAS
Uso de celular	alto	Implementación de normas de seguridad vial para conductores, pasajeros y peatones, política de no uso de teléfonos móviles mientras se conduce	Manos libres en todos los vehículos de la compañía	N/A	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal
Falta de señalización	alto	Desarrollo del plan de capacitación técnica enfocado en campos visuales prioritarios	Garantizar el buen estado y funcionamiento del vehículo para evitar distracciones	N/A	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal
No uso del cinturón	medio	Implementación de normas de seguridad vial para conductores, pasajeros y peatones, política de no uso de cinturón de seguridad	Diseño e implementación de formato de inspección de vehículo	N/A	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal
Fatiga	medio	Definir horarios máximos de conducción en las actividades cotidianas y realización de jornadas de pausas activas, política de horas de conducción y descanso	Uso de vehículo con sillas adaptables a las diferentes fisionomías y dirección hidráulica	N/A	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal

*Fuente: Propio*

**Tabla N°45**

**Planes de acción para la aplicación de la matriz con nivel de riesgo medio 1**

RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES			
		COMPORTAMIENTO HUMANO	VEHICULOS SEGUROS	INFRAESTRUCTURA SEGURA	ATENCION A VICTIMAS
Falta de señalización	Medio	Implementación de normas de seguridad vial para conductores, pasajeros y peatones, <hr/> Definición de plan de capacitación enfocado a peatones	N/A	Los ingresos peatonales de las instalaciones de la empresa, deben ser señalizados e independientes a los accesos vehiculares	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal
Fallas mecánicas y estado del vehículo	Medio	implementación de normas de seguridad vial para conductores, pasajeros y peatones, política de no uso de cinturón de seguridad	Diseño e implementación de formato de inspección de vehículo <hr/> Selección de centros de diagnóstico y de servicio automotriz avalados por el Comité de seguridad vial y el área de mantenimiento de la compañía <hr/> Garantizar las rutinas de mantenimiento preventivo para los vehículos y equipos según sugerencias de los fabricantes, que garanticen condiciones seguras para transitar por las vías	N/A	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal

*Fuente: Propio*

**Tabla N°46**

**Planes de acción para la aplicación de la matriz con nivel de riesgo medio 2**

RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES			
		COMPORTAMIENTO HUMANO	VEHICULOS SEGUROS	INFRAESTRUCTURA SEGURA	ATENCION A VICTIMAS
Estado de la vía	Medio	Identificación de las vías en mal estado y reporte de hallazgo importantes al comité de Seguridad Vial	Garantizar el buen estado de vehículos y equipos para aumentar la tolerancia al daño por el mal estado de la vía	Realización de estudios de ruta para evolución de riesgo en movilización de equipos  Inspecciones periódicas a las vías del parqueadero, vías de acceso y rutas externas (verificar iluminación, señalización y demarcación)	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal
Reforzar el conocimiento de cómo actuar en caso de accidente	Medio	Capacitación en primeros auxilios y control de incendios a todos los actores del PESV  Divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito	Inspección de equipo de emergencia de cada uno de los vehículos y equipos	Realización de estudios de rutas, para identificar centros de atención de emergencias	Diseño, implementación y divulgación de un plan de emergencias para accidentes de tránsito a todo el personal

*Fuente: Propio*

**4.3. ANALISIS DE LA ACIDENTABILIDAD**

**A. EN GENERAL**

El estudio de Seguridad Vial se analiza en la condición actual de accidentabilidad como trocha y proyectarse como vía pavimentada, tomando las estadísticas de accidentabilidad para disminuir condiciones inseguras en la futura vía pavimentada.

Se analizó los resultados del INEI mediante los censos Censos Nacionales de Comisarias IV, V y VI, realizados en los Años 2015, 2016 y 2017 respectivamente, nos detalla las estadísticas de un año antes es decir refleja

los datos de los años 2014, 2015 y 2016 receptivamente; el Total de accidentes de tránsito para el año 2016 de 116,659 accidentes, para el año 2015 de 117,048 accidentes y para el año 2014 asciende a 123,786 accidentes.

Las causas más frecuentes de los accidentes de tránsito es el exceso de velocidad seguido por la invasión de carriles.

En la Región La Libertad las vías de trochas se especifica como lugar de ocurrencia muy baja de accidentes, estando entre el 0.1 al 1.0 % en los últimos años; sin embargo, debemos detallar que esta estadística se basa en toda la región, y no específicamente referida al camino en estudio.

Según las estadísticas las ocurrencias de accidente con más frecuencia son en los tramos de intersección y tramos rectos de una vía; por lo cual debemos considerarlo para los diseños de la señalización.

El vehículo con mayor presencia en los accidentes son los automóviles en el grupo de vehículos mayores y de moto lineal en vehículos menores;

Los tipos de accidentes de mayor frecuencia son por colisión, choque y atropello; siendo la causa más frecuente de accidente es el exceso de velocidad seguido por la ebriedad del conductor.

La tasa de fallecidos en accidentes en la región desde el 2011 al 2016 de tránsito por cada 100 mil habitantes oscila entre el 8.3 % en el 2016 y 15.4 % en el 2013.

## B. DEL PROYECTO

- El proyecto, tiene como velocidad de diseño 30 km/h, las que se colocarán al inicio del tramo, al final del tramo y cerca de la presencia del camino sinuoso de la carretera en mención
- Debido a la obstrucción visual que representa la neblina abundante en temporadas importantes del año, lo accidentado del terreno y la existencia de desarrollos importantes, se ha considerado como zonas de inseguridad vial algunos puntos específicos de la carretera en donde se implementarán

señales preventivas como señales de curva, tanto a la derecha o izquierda, señales de curva y contra curva, camino sinuoso, etc.

- En cuanto a las señales informativas. Las señales de localización de centros poblados se ubicarán antes y después de la respectiva zona urbana, con el fin de que se advierta la presencia de estos tanto el viaje de ida como en el de retorno.

## **CAPÍTULO V**

## V. CONCLUSIONES

- Se determinaron las características geométricas de la ruta de San Antonio de Putina hasta Muñani del corredor vial Pro-Región Puno mediante un levantamiento topográfico, que determinaron que la superficie de rodadura es a nivel de afirmado, en regular estado de conservación, con ancho entre 4.00 a 4.50 m, sin bermas. El trazo presenta pendientes moderadas con un promedio del 5%. El bombeo en la superficie en tangente es irregular y los peraltes en las curvas horizontales oscilan entre 6 al 8%. El drenaje longitudinal está constituido por cunetas de tierra, el drenaje transversal está compuesto por alcantarillas TMC, con aleros de concreto. Además, se ubicaron en los planes las señales correspondientes.
- Se analizó la transitabilidad mediante el estudio del tránsito y determinar el índice medio diario anual (IMDA) que resulto de 2012, con velocidad de diseño de 30Km/h la que se consideró que debería estar adecuada con el nivel de seguridad y de protección presente en la ruta. De esta manera, la accidentalidad y la siniestralidad se reduciría ya que el papel que juega la infraestructura como responsable en la generación de accidentes sería mínimo y las consecuencias de éstos también.
- Se analizó el suelo, predominando las areniscas y suelos limosos, con un CBR de 13.1 y otros parámetros correspondientes, el diseño planteado es un suelo estabilizado con suelo-cemento de 15 cm, el diseño del pavimento se realizó teniendo en cuenta el método ASSTHO y el Manual de carretera DG-2018. Esto como parte de mejorar la transitabilidad y disminuir el nivel de riesgo.
- En base a los datos obtenidos se elaboró una matriz de riesgos y mediante la determinación del nivel de riesgo se plantearon los objetivos y las acciones sobre las que se aplicará el Plan Estratégico de seguridad vial (PESV). Se elaboró Plan de Acción, se puede ver en la Tabla 45.
- La ruta evidencia una carencia de señalización por lo que siendo un factor que juega un papel importante para la seguridad vial según nuestra base teórica, a la ruta se implementó con señalización que se pueden observar en

los planos respectivos. (ver anexos planos de Señalización y Seguridad Vial Putina-Muñani, PE-34Q del 01-24 al 24-24)

- Con los parámetros antes descritos, se consideró proponer un Plan de acción para el desarrollo del plan estratégico de seguridad vial.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda el análisis de cada proyecto independientemente de Mejoramiento y/o Rehabilitación, ya sea una vía vecinal o departamental, para establecer su Plan Estratégico de seguridad vial, que puede realizar en la etapa de ejecución de obra y de mantenimiento.

Durante la fase de recopilación de información para la realización de la tesis se pudo comprobar que, a pesar de la evidente importancia de la relación entre la velocidad y el riesgo a sufrir un accidente y de las consecuencias de éste, existe una carencia generalizada de estudios científicos al respecto; por lo que se recomienda se profundice en el estudio de similares rutas y otras que permitan disminuir el alto porcentaje de accidentabilidad.

Se recomienda que en aquellos tramos con una pendiente pronunciada y se producen más accidentes que en los tramos llanos, por lo que debería analizarse algunas rutas alternativas (cambios de trazos) y hacerlos verificar por la entidad correspondiente: Ministerio Transportes y comunicaciones.

Se debe tener en cuenta que nadie que no tenga autoridad legal intentará alterar o suprimir los dispositivos reguladores del tránsito. Ninguna persona o autoridad privada podrá colocar dispositivos para el control o regulación del tránsito, sin autorización previa de los organismos viales competentes.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- German, G. (2016), “*La Seguridad Vial en el Perú*” – Perú. (Tesis de Maestría en Ingeniero Civil), Universidad de Piura.
- Guillermo, D. (2018), “*Mejoras en la Seguridad Vial con Medidas de Bajo Costo*” – Perú. (Tesis de Titulación a Ingeniero Civil), Universidad Católica del Perú.
- Márquez, J. (2018), “*Determinación de la Seguridad Vial en la Carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, Tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 Al Km 49+000, para reducir los índices de Accidentes Viales, en la Región Ancash - 2018*” – Perú. (Tesis de Titulación a Ingeniero Civil), Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo.
- Miranda, V. (2016), “*Evaluación de la Seguridad Vial de la Carretera Riobamba – Penipe, E490 Ubicado En La Provincia De Chimborazo*” – Ecuador. (Tesis de Titulación a Ingeniero Civil), Universidad Nacional De Chimborazo
- MTC - Ministerio de Transporte y Comunicaciones: *Manual De Dispositivos De Control Del Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras*, (Mayo del 2016). Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3\\_730.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3_730.pdf).
- MTC - Ministerio de Transporte y Comunicaciones: *Nivel de riesgo* (22 de octubre de 2019). Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/343762-nivel-de-riesgo>.
- Narva, A. & Ponce, E (2015), “*Evaluación de los Riesgos Potenciales en Carreteras por Carencia de Señalizaciones y Propuesta de Solución para la Carretera Quinua – San Francisco (Km. 26 + 000 – Km. 78 + 500)*” – Perú. (Tesis de Titulación a Ingeniero Civil), Universidad Privada Antenor Orrego.

OMS – Organización Mundial de la Salud: *Las 10 principales causas de fallecimiento a nivel mundial – 2018*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.

Provias Nacional: *Seguridad Vial – 2018*. Recuperado de <https://www.pvn.gob.pe/seguridad-vial/>.

Tello G. (2018), “*Evaluación y Mejora de la Seguridad Vial Peatonal y el Nivel de Servicio en la Intersección de las Avenidas Los Alisos y Túpac Amaru*” – Perú. (Tesis de Titulación a Ingeniero Civil), Pontificia Universidad Católica del Perú.

## **VIII. ANEXOS**