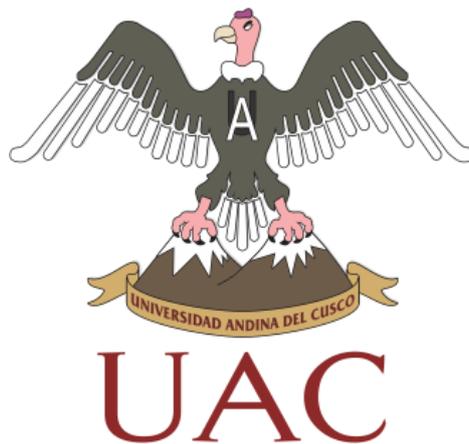




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS,
DISPOSITIVOS DE CONTROL E INTENSIDAD DEL TRÁNSITO EN LA
ACCIDENTABILIDAD DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S TRAMO
ANCAHUASI - LIMATAMBO SEGÚN LA METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN DE
SEGURIDAD VIAL DEL MTC 2017 Y EL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL HSM**

2010

Presentado por:

Bach. Atauchí Ravelo, Fressia Maricel

Bach. Quispe Sanchez, Diana Alexandra

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor: Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos

CUSCO-PERU

2019



DEDICATORIA

A Dios, por darme las fuerzas y salud para poder llegar hasta este momento importante en mi formación profesional; y por darme una familia unida y comprensiva.

A mi padre, por ser mi guía y referencia desde el inicio de esta etapa y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar las circunstancias.

A mi madre, quien es mi gran apoyo y motivación, por su amor absoluto, cuidados y atenciones durante todo el camino de mi vida.

A mi hermana Almendra por siempre querer lo mejor para mí y ser mi principal mentora, siendo una inspiración para mi éxito.

A mi hermana Brissa por ser mi más grande compañera brindándome su cariño y amor en los buenos y malos momentos.

A mis abuelos, tíos y primos por mantenerme siempre en sus oraciones, por el apoyo y coraje que día a día me han brindado.

Fressia Maricel.



A Dios, por permitirme llegar hasta este punto con salud para poder lograr mis objetivos, por estar conmigo siempre y darme, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, Efraín y Norma, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un objetivo más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y dedicación.

A mi hermana Jackelin, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todos mis amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

Diana Alexandra.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, y darnos fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Jorge y Marisa, Efraín y Norma, por ser los principales pilares de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas apoyándonos en cada decisión que tomamos, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado, por su incansable paciencia y por darnos la fuerza necesaria para terminar esta etapa de nuestra vida.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos asesor de nuestra tesis de investigación quien ha guiado con paciencia y rectitud la ejecución de esta tesis.

Al Mgt. Ing. Víctor Chacón Sánchez, por el apoyo brindado en la revisión del formato de la tesis así como en las recomendaciones dadas para mejorar el trabajo final.

Gracias a nuestros amigos y compañeros de carrera por su ayuda y amistad durante los 5 años de estudio.

Fressia y Diana



RESUMEN

La carretera nacional PE-3S es parte de la cantidad alarmante de accidentes de tránsito registrados; el informe de la OMS sobre la situación mundial de la Seguridad Vial destaca que en el año 2018 el número de muertes anuales causadas por el tránsito ha alcanzado los 1,35 millones esta situación además de afectar a los usuarios de la vía de manera social también afecta económicamente; es así que se presenta este trabajo con el propósito de realizar el análisis de la influencia de las características geométricas, dispositivos de control e intensidad de tránsito en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi-Limatambo aplicando la metodología de Inspección de Seguridad Vial (ISV) y el manual de Highway Safety Manual HSM 2010, analizando un total de 34.58 Km de infraestructura vial de acuerdo a las variables mencionadas para lo cual se dividió en segmentos que están en función a las características de la vía, evaluando la incidencia de accidentes a causa de las deficiencias que presenta esta carretera. Con la Metodología de Inspección de seguridad vial se busca identificar y analizar los problemas de seguridad en la vía haciendo uso de una Lista de Chequeo que contiene los parámetros que se van a evaluar mientras que el método predictivo del HSM 2010 para carreteras rurales de dos carriles busca obtener la frecuencia promedio de accidentes esperados en base a las características actuales de la vía, para luego aplicar el método de Bayes empírico utilizando los accidentes observados para obtener en un primer análisis el factor de calibración del tramo estudiado ($C=0.390$) el cual permite realizar un segundo análisis con condiciones de la vía cambiadas (propuestas de mejora) con el fin de reducir la cantidad accidentes esperados. Finalmente se realiza la comparación de resultados obtenidos de la metodología del HSM sobre las condiciones actuales de la vía y las propuestas de mejora, considerando también los resultados obtenidos en la Inspección de Seguridad Vial que muestra las deficiencias de la vía en un enfoque general, infiriendo que la metodología peruana es cualitativa y solo realiza un análisis general de la vía y la metodología americana HSM no muy conocida en nuestro país es cuantitativa permitiendo realizar el análisis de la vía para predecir los accidentes de tránsito que puedan ocurrir de acuerdo a las condiciones de la vía, razón por la cual debería ser implementada en el proceso de construcción de una vía con la finalidad de mitigar el problema de accidentabilidad.

Palabras clave: Accidentes de tránsito, Seguridad Vial, Inspección de Seguridad Vial, Manual de seguridad HSM, Diseño Geométrico.



ABSTRACT

The PE-3S national road is part of the alarming amount of traffic accidents recorded; The WHO report on the world situation of Road Safety highlights that in 2018 the number of annual deaths caused by traffic has reached 1.35 million this situation in addition to affecting road users in a social way as well affects economically; Thus, this work is presented with the purpose of carrying out the analysis of the influence of geometric characteristics, control devices and traffic intensity on the accidentability of the PE-3S national road Ancahuasi-Limatambo section applying the Safety Inspection methodology Road (ISV) and the Highway Safety Manual HSM 2010 manual, analyzing a total of 34.58 km of road infrastructure according to the mentioned variables for which it was divided into segments that are based on the characteristics of the road, assessing the incidence of accidents due to the deficiencies that this road presents. The Road Safety Inspection Methodology seeks to identify and analyze road safety problems using a Checklist that contains the parameters to be evaluated while the HSM 2010 predictive method for rural two-lane roads seeks to obtain the average frequency of expected accidents based on the current characteristics of the road, and then apply the empirical Bayes method using the observed accidents to obtain in a first analysis the calibration factor of the studied section ($C = 0.390$) which It allows a second analysis to be carried out with changed road conditions (improvement proposals) in order to reduce the number of expected accidents. Finally, the comparison of results obtained from the HSM methodology on current road conditions and improvement proposals is made, also considering the results obtained in the Road Safety Inspection that shows the deficiencies of the road in a general approach, inferring that the Peruvian methodology is qualitative and only performs a general analysis of the road and the American methodology HSM not well known in our country is quantitative allowing the analysis of the road to predict traffic accidents that may occur according to the conditions of the road, which is why it should be implemented in the process of building a road in order to mitigate the problem of accident rate.

Keywords: Traffic accidents, Road Safety, Road Safety Inspection, HSM Safety Manual, Geometric Design.



INTRODUCCIÓN

La inseguridad vial es un problema de gravedad mundial creciente; en base a cifras de fuentes como la Organización Mundial de la Salud 2017, la cual afirma que los accidentes de tránsito son una de las causas de muerte más significativas en el mundo. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2016 indica que a nivel nacional se tuvo 116 659 accidentes de tránsito y solo en la ciudad del Cusco se registraron un total de 4 148 accidentes de tránsito; por otra parte, el Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial (OISEVI) 2016, indica que los accidentes de tránsito en Perú ocurrieron el 98% en la red vial nacional y el 2% en la red vial urbana.

Con el objeto de enfrentar esta realidad, se presenta esta investigación la cual pretende evaluar la situación referente a la seguridad vial en la red vial nacional PE- 3S Ancahuasi - Limatambo proponiendo acciones orientadas a prevenir, evitar y/o disminuir los riesgos que puedan generar los accidentes de tránsito en los usuarios de esta vía.

Por lo tanto, esta investigación se divide en 05 capítulos; en el Capítulo I se identifica y describe la situación actual de la vía mostrando la problemática existente en la vía con referencia a la seguridad vial en esta. Así mismo, se plantean las interrogantes, justificaciones que muestran la importancia de la investigación, limitaciones y objetivos.

Capítulo II, se indica los antecedentes relacionadas con el tema en estudio a nivel local, nacional e internacional. Además, se incluye toda la teoría que sustenta la investigación, incluyendo las metodologías que usa esta investigación, para una mejor interpretación durante el proceso de evaluación. Del mismo modo, se muestra las hipótesis planteadas y las variables dependientes, independientes e intervinientes.

Capítulo III, se explica la metodología y diseño de investigación. Además se establece la población y muestra de la presente tesis, también se conocen los equipos e instrumentos para la recolección de datos, los mismos que posteriormente se mostrarán en formatos específicos en este mismo capítulo, incluye también el procedimiento de análisis de datos, demostración de hipótesis y aplicación de la metodología de Inspección de Seguridad Vial del MTC y la metodología correspondiente al capítulo 10 del Highway Safety Manual HSM 2010 sobre carreteras rurales de dos carriles.

El Capítulo IV muestra los resultados de la investigación, mostrando la accidentabilidad de la carretera PE-3S Ancahuasi - Limatambo de acuerdo a la metodología de Inspección de



Seguridad Vial y del Highway Safety Manual, además con el propósito de mejorar e incrementar la seguridad vial de la carretera en estudio, se presenta la propuesta de mejora para reducir el impacto o evitar los accidentes viales ocurridos en esta zona.

Finalmente, el Capítulo V, señala las discusiones difiriendo aspectos teóricos con los resultados obtenidos, además se realiza la interpretación de los resultados encontrados, conjuntamente se enumera las conclusiones logradas en el proceso de la investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xxi
LISTA DE ACRÓNIMOS Y/O ABREVIATURAS	xxii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación del problema	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema	5
1.2. Justificación e importancia de la investigación	5
1.2.1. Justificación técnica	5
1.2.2. Justificación social	6
1.2.3. Justificación por viabilidad	6
1.2.4. Justificación por relevancia.....	7
1.3. Limitaciones de la Investigación	7
1.3.1. Limitación de espacio.....	7
1.3.2. Limitación de tiempo	7
1.3.3. Limitaciones bibliográficas y referencias	7
1.3.4. Limitaciones de datos.....	8
1.3.5. Limitaciones de diseño.....	8
1.4. Objetivo de la investigación	8
1.4.1. Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos Específicos	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la tesis	10
2.1.1. Antecedentes a Nivel Local.....	10
2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional	12
2.1.3. Antecedentes a Nivel Internacional.....	13



2.2.	Aspectos teóricos.....	14
2.2.1.	Infraestructura Vial	14
2.2.2.	Diseño geométrico.....	18
2.2.3.	Dispositivos de control de Tránsito y entorno de vía.....	29
2.2.4.	Accidentes de tránsito	42
2.2.5.	Seguridad vial.....	56
2.2.6.	Auditoria de Seguridad vial e Inspección de Seguridad Vial.....	59
2.2.7.	Highway Safety Manual – HSM 2010	64
2.3.	Hipótesis	78
2.3.1.	Hipótesis general	78
2.3.2.	Sub hipótesis	78
2.4.	Definición de Variables	79
2.4.1.	Variables Independientes	79
2.4.2.	Variables Dependientes.....	80
2.4.3.	Variables Intervinientes.....	80
2.4.4.	Cuadro de operacionalización de variables	81
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		82
3.1.	Metodología de la Investigación.....	82
3.1.1.	Enfoque de la investigación	82
3.1.2.	Nivel o alcance de la investigación	82
3.1.3.	Método de investigación	83
3.2.	Diseño de la Investigación.....	83
3.2.1.	Diseño metodológico.....	83
3.2.2.	Diseño de Ingeniería.....	83
3.3.	Población y Muestra	86
3.3.1.	Población.....	86
3.3.2.	Muestra.....	86
3.3.3.	Criterios de inclusión	88
3.4.	Instrumentos	88
3.4.1.	Instrumentos metodológicos	88
3.4.2.	Instrumentos de Ingeniería	97
3.5.	Procedimientos de Recolección de Datos.....	99
3.5.1.	Accidentabilidad.....	99
3.5.2.	Características geométricas	112



3.5.3. Intensidad de tránsito	117
3.5.4. Dispositivos de control y entorno de vía	123
3.6. Procedimientos de Análisis de datos	127
3.6.1. Accidentabilidad.....	127
3.6.2. Características Geométricas.	157
3.6.3. Intensidad de tránsito	169
3.6.4. Dispositivos de control de tránsito y entorno de vía	173
3.6.5. Inspección de Seguridad Vial.....	179
3.6.6. Highway Safety Manual HSM 2010	222
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	308
4.1. Accidentabilidad.....	308
4.2. Características geométricas	311
4.3. Índice Medio Diario Anual	312
4.4. Dispositivos de Control de Tránsito y entorno de vía	314
4.5. Inspección de Seguridad Vial.....	314
4.6. HSM 2010 – Highway Safety Manual	320
4.7. Resultados de ISV Y HSM.....	325
4.8. Propuesta de mejora.....	331
CAPÍTULO V: DISCUSIONES	332
GLOSARIO.....	337
CONCLUSIONES	339
RECOMENDACIONES	342
REFERENCIAS	345
ANEXOS.....	349



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de Velocidad de Diseño en función a la demanda y orografía.....	18
Tabla 2: Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación	20
Tabla 3: Longitudes de tramos en tangente.....	21
Tabla 4: Fricción Transversal Máxima en Curvas	23
Tabla 5: Pendientes Máximas (%)	25
Tabla 6: Ancho mínimo de calzada en tangentes	27
Tabla 7: Ancho de bermas.....	28
Tabla 8: Bombeo de la calzada	28
Tabla 9: Valores de radio a partir de los cuales no es necesario el peralte	28
Tabla 10: Valores de peralte máximo	29
Tabla 11: Peralte mínimo	29
Tabla 12: Señales Verticales Reguladoras de Prioridad.....	30
Tabla 13: Señales Verticales Reguladoras de Prohibición de maniobras y giros	31
Tabla 14: Señales Verticales Reguladoras de Prohibición de paso por clase de vehículo.....	31
Tabla 15: Otras Señales Reguladoras de Prohibición	31
Tabla 16: Señales reguladoras de restricción	32
Tabla 17: Señales reguladoras de Obligación	32
Tabla 18: Señales preventivas por características geométricas de la vía	33
Tabla 19: Señales Preventivas por características de la superficie de rodadura	33
Tabla 20: Señales Preventivas por restricciones físicas de la vía	33
Tabla 21: Señales preventivas por intersecciones con otras vías	34
Tabla 22: Criterios para el cálculo del índice RHR	41
Tabla 23: Pagos de atención de emergencia.....	49
Tabla 24: Pago de consulta de rehabilitación.....	49
Tabla 25: Principales causas de mortalidad en personas de 5 a 44 años de edad.	51
Tabla 26: Tamaño del parque automotor y mortalidad estimada en países de la región.	52
Tabla 27: Accidentes de tránsito a nivel nacional: 2008.....	53
Tabla 28: Afectados en accidentes de tránsito (según género y grado de afectación).....	53
Tabla 29: Instituciones Responsables de la Seguridad Vial en el país.....	59
Tabla 30: FMAra - Ancho de carril.....	68
Tabla 31: FMAwra – Ancho de Berma	69
Tabla 32: FMAtra - Tipo de Berma	69



Tabla 33: FMA ₄ – Peralte	70
Tabla 34: FMA ₅ – Pendiente Longitudinal.....	71
Tabla 35: Pinr - Ppnr - Pnr para el FMA ₁₁	73
Tabla 36: Cuadro de operacionalización de variable	81
Tabla 37: Segmentos de la carretera en estudio	87
Tabla 38: Formato para el registro de accidentes de tránsito	89
Tabla 39: Formato para la recolección de puntos	90
Tabla 40: Formato para las características geométricas de la vía	91
Tabla 41: Aforo Vehicular Diario	92
Tabla 42: Formato para los dispositivos de control	93
Tabla 43: Formato de Inventario Vial	93
Tabla 44: Lista de Chequeo.....	94
Tabla 45: Formato de datos necesarios para la aplicación del HSM	95
Tabla 46: Formato para los Factores de Modificación de Accidentes	95
Tabla 47: Frecuencia promedio de accidentes predichos totales (fatales y no fatales).....	95
Tabla 48: Accidentes predichos por nivel de severidad y tipo de accidente.....	96
Tabla 49: Tasa de accidentes en la carretera	96
Tabla 50: Accidentes esperados aplicando el método de bayes.....	96
Tabla 51: Frecuencia de accidentes predichos y accidentes esperados.....	97
Tabla 52: Datos recopilados de accidentes de tránsito de Limatambo	102
Tabla 53: Datos recopilados de accidentes de tránsito de Ancahuasi	108
Tabla 54: Resumen de los accidentes recopilados (2014-2018)	111
Tabla 55: Medición del carril, berma y peralte	112
Tabla 56: Recolección de puntos del levantamiento topográfico	113
Tabla 57: Características geométricas de la Vía	114
Tabla 58: Realización del conteo vehicular	119
Tabla 59: IMDA de los últimos 05 años	120
Tabla 60: Aforo vehicular del día 01 de julio del carril de ida	121
Tabla 61: Resumen semanal de aforo vehicular.....	122
Tabla 62: Datos de los dispositivos de control y entorno de la vía.....	124
Tabla 63: Inventario vial de la carretera Ancahuasi - Limatambo	126
Tabla 64: Tipos de accidentes de tránsito-Limatambo.....	127
Tabla 65: Tipo de accidentes de tránsito entre los años 2014 a 2018-Limatambo	128
Tabla 66: Causas de los accidentes de tránsito-Limatambo.....	129



Tabla 67: Accidentes fatales año 2014-Limatambo 130

Tabla 68: Accidentes no fatales año 2014-Limatambo 131

Tabla 69: Accidentes fatales año 2015-Limatambo 132

Tabla 70: Accidentes no fatales año 2015-Limatambo 133

Tabla 71: Accidentes fatales año 2016-Limatambo 134

Tabla 72: Accidentes no fatales año 2016-Limatambo 135

Tabla 73: Accidentes fatales año 2017-Limatambo 136

Tabla 74: Accidentes no fatales año 2017-Limatambo 137

Tabla 75: Accidentes fatales año 2018-Limatambo 138

Tabla 76: Accidentes no fatales año 2018-Limatambo 139

Tabla 77: Total de accidentes ocurridos en Limatambo 140

Tabla 78: Tipos de accidentes de tránsito-Ancahuasi 141

Tabla 79: Tipos de los accidentes de tránsito entre los años 2014 a 2018-Ancahuasi..... 142

Tabla 80: Causas de los accidentes de tránsito-Ancahuasi 143

Tabla 81: Accidentes fatales año 2014-Ancahuasi 144

Tabla 82: Accidentes no fatales año 2014-Ancahuasi 145

Tabla 83: Accidentes fatales año 2015-Ancahuasi 146

Tabla 84: Accidentes no fatales año 2015-Ancahuasi 147

Tabla 85: Accidentes fatales año 2016-Ancahuasi 148

Tabla 86: Accidentes no fatales año 2016-Ancahuasi 149

Tabla 87: Accidentes fatales año 2017-Ancahuasi 150

Tabla 88: Accidentes no fatales año 2017-Ancahuasi 151

Tabla 89: Accidentes fatales año 2018-Ancahuasi 152

Tabla 90: Accidentes no fatales año 2018-Ancahuasi 153

Tabla 91: Incidencia horaria de los accidentes de tránsito en Ancahuasi y Limatambo..... 154

Tabla 92: Porcentaje de incidencia horaria de los accidentes de tránsito en Ancahuasi y Limatambo 154

Tabla 93: Resumen general de accidentes-Limatambo 155

Tabla 94: Resumen general de accidentes-Ancahuasi 156

Tabla 95: Resumen general de accidentes de tránsito de la vía estudiada 156

Tabla 96: Características geométricas 158

Tabla 97: *Curvas verticales y pendientes* 162

Tabla 98: Datos para el FC..... 170

Tabla 99: Volumen de Transito Corregido - 2019 170



Tabla 100: IMDA 2019 y porcentaje según el tipo de vehículo	171
Tabla 101: IMDA del 2014 al 2018	172
Tabla 102: Resumen dispositivos de control de tránsito y entorno de vía.....	174
Tabla 103: Señal de Velocidad Máxima Permitida.....	182
Tabla 104: Parámetros de evaluación para una carretera de 40km/h.....	182
Tabla 105: Ancho de Calzada	182
Tabla 106: Longitud de tramos en tangente	183
Tabla 107: Comprobación de la longitud mínima de tramos en tangente.....	184
Tabla 108: Comprobación de radio mínimo en curvas circulares.....	188
Tabla 109: Coordinación entre curvas circulares	193
Tabla 110: Pendiente mínima y máxima.....	197
Tabla 111: Distancia de parada para diferentes pendientes	200
Tabla 112: Distancia de visibilidad de parada (Dp).....	201
Tabla 113: Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	205
Tabla 114: Ancho de calzada	209
Tabla 115: ISV – Señales Verticales.....	210
Tabla 116: ISV - Poste Kilométrico.....	212
Tabla 117: Estación de Peaje de Ccasacancha	212
Tabla 118: ISV - Señales Horizontales	213
Tabla 119: ISV - Iluminación.....	214
Tabla 120: ISV - Pavimento.....	215
Tabla 121: ISV - Berma	216
Tabla 122: ISV - Barrera de contención.....	217
Tabla 123: ISV - Accesos.....	218
Tabla 124: ISV - Usuarios vulnerables en la vía.....	218
Tabla 125: ISV - Usuarios vulnerables cruzando la vía.....	219
Tabla 126: ISV - Estacionamiento	219
Tabla 127: Estacionamiento informal	220
Tabla 128: Situaciones climáticas	220
Tabla 129: Servicios de emergencia.....	221
Tabla 130: Cuadro general de datos para el HSM	227
Tabla 131: Factor de Desempeño de Seguridad (FDS), 2014 – 2018.....	230
Tabla 132: FMA para el año 2014	233
Tabla 133: Npredichos 2014	236



Tabla 134: Npredicho por nivel de severidad, 2014 242

Tabla 135: Nesperado 2014..... 242

Tabla 136: FMA para el año 2015 244

Tabla 137: Npredichos 2015 247

Tabla 138: Npredicho por nivel de severidad, 2015 253

Tabla 139: Nesperado 2015..... 253

Tabla 140: FMAs para el año 2016..... 255

Tabla 141: Npredicho 2016..... 258

Tabla 142: Npredicho por nivel de severidad 2016 264

Tabla 143: Nesperado 2016..... 264

Tabla 144: FMA para el año 2017 266

Tabla 145: Npredicho 2017..... 269

Tabla 146: Npredicho por nivel de severidad 2017 276

Tabla 147: Nesperado 2017..... 276

Tabla 148: FMA para el año 2018 278

Tabla 149: Npredicho 2018..... 281

Tabla 150: Npredicho por nivel de severidad 2018 287

Tabla 151: Nesperado 2018..... 287

Tabla 152: Accidentes esperados por segmento 289

Tabla 153: Resumen de resultados (2014-2018)..... 293

Tabla 154: Datos de entrada para el segundo análisis del HSM 294

Tabla 155: FMAs para el segundo análisis 298

Tabla 156: Npredicho para el segundo análisis..... 301

Tabla 157: Npredicho por nivel de severidad 307

Tabla 158: Número de deficiencias por segmentos 315

Tabla 159: Detalle de las deficiencias encontradas por segmento 316

Tabla 160: Accidentes esperados en condición actual y segundo análisis..... 323

Tabla 161: Resultados del segmento 26 325

Tabla 162: Resultados del segmento 38 326

Tabla 163: Resultados del segmento 51 327

Tabla 164: Resultados del segmento 55 328

Tabla 165: Tabla 164: Resultados del segmento 59..... 329

Tabla 166: Resultados del segmento 113 330

Tabla 167: Propuestas de mejora 331



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Las diez principales causas de muerte en la población joven.....	1
Figura 2: Evolución de los accidentes de tránsito en Perú del 2005 al 2014	2
Figura 3: Mapa de micro localización de la carretera en estudio.....	3
Figura 4: Mapa a nivel departamental (Cusco) Figura 5: Mapa a nivel provincial (Anta) .	3
Figura 6: Mapa a nivel distrital	4
Figura 7: Mapa de ruta de la empresa Survial.....	4
Figura 8: Elementos de curva circular simple	21
Figura 9: Tipos de Curvas verticales.....	25
Figura 10: Elementos de la sección transversal	26
Figura 11: Ejemplo de superficie de rodadura	26
Figura 12: Ejemplo de iluminación.....	29
Figura 13: Ejemplo de señales preventivas informativas.....	35
Figura 14: Estación de Peaje Ccasacancha	36
Figura 15: Marcas planas en el pavimento - Señalización horizontal.....	38
Figura 16: Marcas elevadas en el pavimento - Señalización Horizontal	39
Figura 17: Ejemplo de Señal de Cámara fija para la Velocidad Automatizada.....	39
Figura 18: Carriles bidireccionales de giro a la izquierda.....	40
Figura 19: Bandas sonoras	40
Figura 20: Densidad de Acceso.....	41
Figura 21: Colisión trasera	43
Figura 22: Colisión frontal	43
Figura 23: Colisión frontal de 4 vehículos	44
Figura 24: Colisión en cadena (trasera).....	44
Figura 25: Colisión lateral.....	44
Figura 26: Colisión transversal	45
Figura 27: Colisión transversal frontal.....	45
Figura 28: Colisión lateral en sentidos opuestos	45
Figura 29: Choque.....	46
Figura 30: Vuelco de campana.....	46
Figura 31: Vuelco lateral.....	47
Figura 32: Principales causas de mortalidad; datos comparados de 2004 y 2030	50
Figura 33: Accidentes de tránsito 2006-2017	54



Figura 34: Accidentes de tránsito por año, según departamento. Periodo: 2004 - 2014..... 54

Figura 35: Accidentes de tránsito por clase según departamentos (año 2014) 55

Figura 36: Causas que originan los accidentes de tránsito, según departamento (año 2014) .. 55

Figura 37: Comparación de seguridad nominal y sustantiva 57

Figura 38: Parámetros para aplicación del ISV 61

Figura 39: Procedimiento para realizar una ISV 63

Figura 40: Organización del Manual de seguridad vial HSM 2010..... 65

Figura 41: Proceso cuantitativo..... 82

Figura 42: Organigrama de diseño de ingeniería 85

Figura 43: GSP Submétrico..... 97

Figura 44: Wincha..... 97

Figura 45: Eclímetro..... 98

Figura 46: Software AUTOCAD CIVIL 3D..... 98

Figura 47: Software microsoft Excel 98

Figura 48: Google Earth 98

Figura 49: Comisaria de Ancahuasi 99

Figura 50: Comisaria de Limatambo..... 99

Figura 51: Ejemplar de cuaderno de accidentes de tránsito 100

Figura 52: Recolectando información de los accidentes de tránsito 100

Figura 53: Representante de la Empresa Concar (Survial S.A). 118

Figura 54: Estación de Ccasacancha - ex Huillque 119

Figura 55: Verificación in situ 123

Figura 56: Tipos de accidentes de tránsito-Limatambo 128

Figura 57: Accidentes de tránsito en Limatambo según su tipo entre los años 2014-2018... 129

Figura 58: Causas de los accidentes de tránsito-Limatambo 130

Figura 59: Accidentes fatales ocurridos en el año 2014-Limatambo..... 131

Figura 60: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2014-Limatambo..... 132

Figura 61: Accidentes fatales ocurridos en el año 2015-Limatambo..... 133

Figura 62: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2015-Limatambo..... 134

Figura 63: Accidentes fatales ocurridos en el año 2016-Limatambo..... 135

Figura 64: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2016-Limatambo..... 136

Figura 65: Accidentes fatales ocurridos en el año 2017-Limatambo..... 137

Figura 66: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2017-Limatambo..... 138

Figura 67: Accidentes fatales ocurridos en el año 2018-Limatambo..... 139



Figura 68: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2018-Limatambo..... 140

Figura 69: Tipos de accidentes de tránsito-Ancahuasi..... 141

Figura 70: Accidentes de tránsito en Ancahuasi según el tipo entre los años 2014-2018 142

Figura 71: Causas de los accidentes de tránsito-Ancahuasi 143

Figura 72: Accidentes fatales ocurridos en el año 2014-Ancahuasi 144

Figura 73: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2014-Ancahuasi 145

Figura 74: Accidentes fatales ocurridos en el año 2015-Ancahuasi 146

Figura 75: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2015-Ancahuasi 147

Figura 76: Accidentes fatales ocurridos en el año 2015-Ancahuasi 148

Figura 77: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2016-Ancahuasi 149

Figura 78: Accidentes fatales ocurridos en el año 2017-Ancahuasi 150

Figura 79: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2017-Ancahuasi 151

Figura 80: Accidentes fatales ocurridos en el año 2018-Ancahuasi 152

Figura 81: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2018-Ancahuasi 153

Figura 82: Incidencia horaria de los accidentes suscitados en la vía en estudio..... 154

Figura 83: Número de accidentes ocurridos por año..... 157

Figura 84: Longitud de curvas respecto a la longitud tota 161

Figura 85: Distribución porcentual de vehículos en el 2019..... 171

Figura 86: Clasificación vehicular2019 172

Figura 87: Crecimiento vehicular (IMDA 2014 – 2018) 173

Figura 88: Porcentaje de la vía de acuerdo al tipo de superficie..... 178

Figura 89: Porcentaje de la vía de acuerdo al estado de transitabilidad..... 178

Figura 90: Porcentaje de la presencia de iluminación..... 178

Figura 91: Tramo en evaluación..... 180

Figura 92: Foto en el punto de inicio de la vía en estudio 180

Figura 93: Foto Inicio del Distrito de Ancahuasi 181

Figura 94: Foto Inicio del distrito de Limatambo 181

Figura 95: Porcentaje de tangente que cumple la longitud mínima 187

Figura 96: Porcentaje de curvas que cumplen con el radio mínimo 191

Figura 97: Parte de la vía en el que se puede adelantar..... 209

Figura 98: N_{esperado} (2014 - 2018) del segmento1 hasta 115..... 292

Figura 99: Incremento de accidentes de tránsito 2014-2018..... 308

Figura 100: Principales tipos o clase de accidentes 308

Figura 101: Accidentes según su causa..... 309



Figura 102: Accidentes según su incidencia diaria 310

Figura 103: Número de accidentes según su el tramo suscitado 310

Figura 104: Gráfica sobre ubicación de los accidentes en el tramo estudiado..... 311

Figura 105: Longitud de curvas en relación a la longitud total..... 312

Figura 106: IMDA 2014 - 2019 313

Figura 107: Clasificación vehicular 2019 313

Figura 108: Accidentes predichos, esperados, observados 320

Figura 109: Accidentes esperados en condición actual y 2do análisis del S-1 al S-115) 322



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Radio Mínimo	22
Ecuación 2: Peralte máximo.....	23
Ecuación 3: Frecuencia Promedio de Accidentes Predichos	66
Ecuación 4: Función de Desempeño de Seguridad	66
Ecuación 5: Parámetro de Sobredispersión	67
Ecuación 6: FMA_1	68
Ecuación 7: FMA_2	69
Ecuación 8: FMA_3	70
Ecuación 9: FMA_6	71
Ecuación 10: FMA_9	72
Ecuación 11: Accidentes relacionados con aceras como proporción del total de accidentes ..	72
Ecuación 12: FMA_{10}	73
Ecuación 13: FMA_{11}	73
Ecuación 14: Factor de Calibración (C)	74
Ecuación 15: Frecuencia promedio de accidentes esperados.....	75
Ecuación 16: Ajuste ponderado de Bayes	75
Ecuación 17: Exceso de Frecuencia de Accidentes esperados.....	76
Ecuación 18: Accidentes totales esperados	78
Ecuación 19: Promedio de accidentes esperados	78
Ecuación 20: Índice Medio Diario Anual	169
Ecuación 21: Índice Medio Diario Semanal	169



LISTA DE ACRÓNIMOS Y/O ABREVIATURAS

AASHTO	Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transportes - American Association of State Highway and Transportation Officials
ASV	Auditoría de Seguridad Vial
FMA	Factor de Modificación de Accidentes
D.G.	Diseño Geométrico
D.S.	Decreto Supremo
E.B	Método Empírico de Bayes
FHWA	Administración Federal de Carreteras - Federal Highway Administration
GPS	Sistema de Posición Global
HCM	Manual de capacidad de carretera - Highway Capacity Manual
HSM	Manual de seguridad vial - Highway Safety Manual
IMD	Índice medio diario
IMDS	Índice medio diario semanal
IMDA	Índice medio diario anual
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
ISV	Inspección de Seguridad Vial
Km	Kilómetro
Km/h	Kilómetro por hora
m.s.n.m	Metros Sobre el Nivel de Mar
MINSA	Ministerio de Salud
MSV	Manual de seguridad vial del Perú
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú



OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PNP	Policía Nacional del Perú
RAE	Real Academia Española
REGPOL	Región Policial
R.H.R.	Índice de Riesgo - Roadside Hazard Rating
R.D.	Resolución Directoral
R.M.	Resolución Ministerial
SINAC	Sistema nacional de carreteras
SPF	Función de Performance de Seguridad - Safety Performance Function
TWLTL	Carril bidireccional de giro a izquierda - Two-way left-turn lanes
UTM	Sistema de coordenadas universal transversal de Mercator - Universal Transverse Mercator
Veh.	Vehículo
Veh. Lig.	Vehículo ligero
Veh. Pes.	Vehículo pesado

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del problema

La preocupación existente debido al incremento en el número de accidentes de tránsito sucedidos a nivel mundial ha llevado a desarrollar métodos que permitan identificar y mejorar los puntos de alta incidencia de accidentes y de esa forma reducir el número o la magnitud de los siniestros que puedan ocurrir en un determinado tramo o sector de una carretera.

Las estadísticas publicadas por la OMS en el informe sobre la situación mundial de seguridad vial 2018 muestran que cada vez es mayor el precio que se cobran los traumatismos por los accidentes de tránsito convirtiéndose en una de las causas de defunción más significativas en el mundo, y la principal causa de muerte de personas jóvenes entre los 15 y los 29 años. (*Obsérvese Figura 1*)

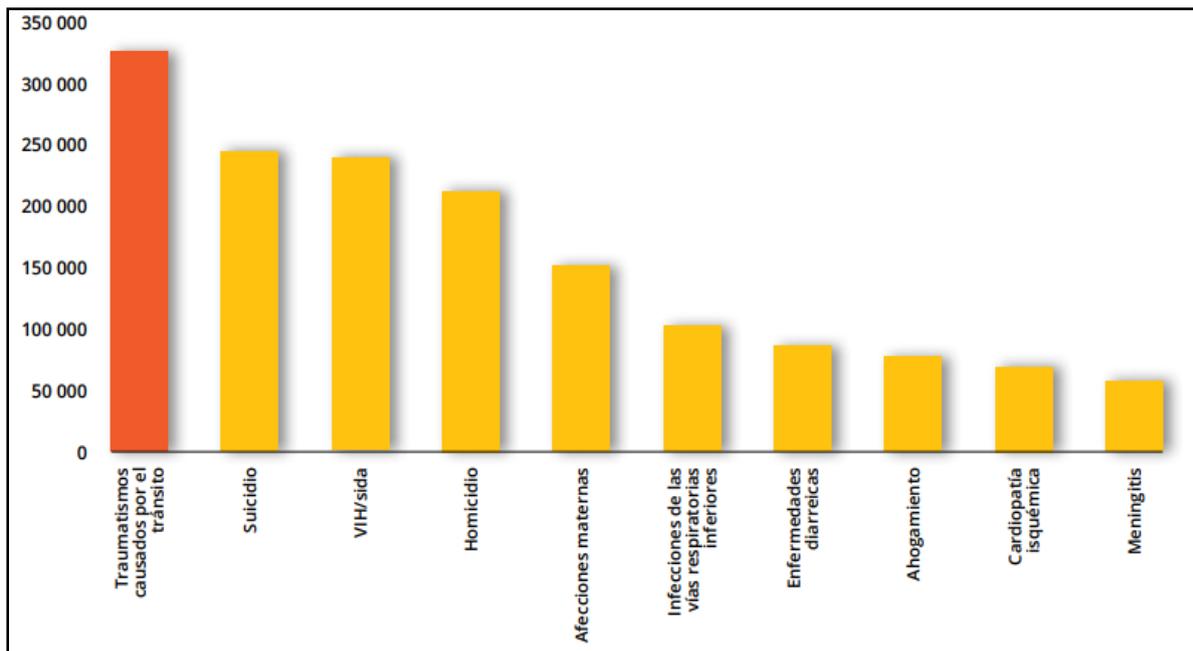


Figura 1: Las diez principales causas de muerte en la población joven
Fuente: Organización Mundial de La Salud OMS, 2015

Según el MTC en el Manual de Seguridad Vial (MSV) 2017 nuestro país no es ajeno a este problema, ya que mostró un constante crecimiento en la ocurrencia de accidentes a lo largo del tiempo, aumentando en los últimos 10 años la cifra en más de un 30%, y acumulando en este periodo más de 850000 accidentes. (*Obsérvese Figura 2*)

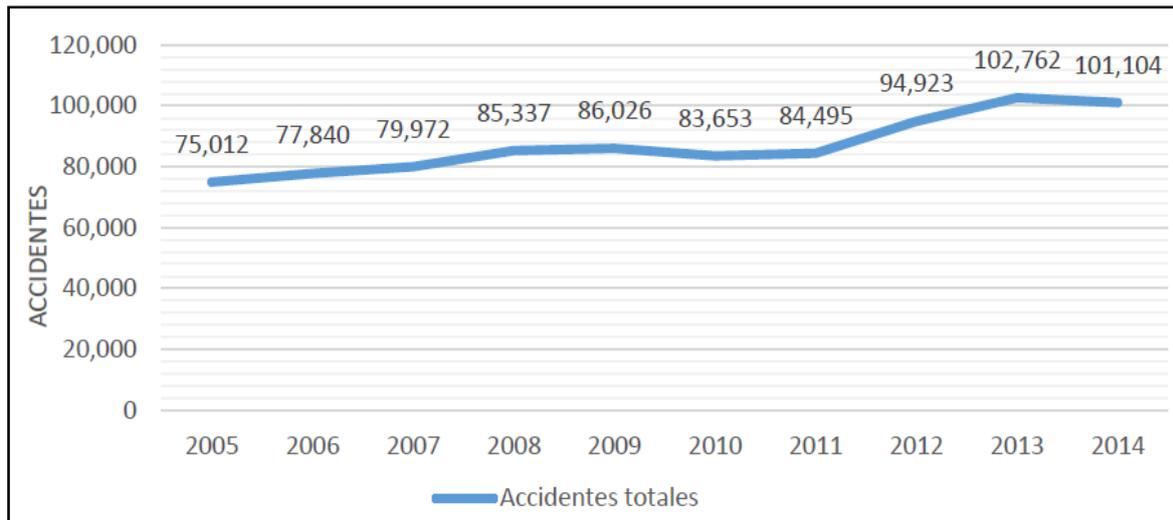


Figura 2: Evolución de los accidentes de tránsito en Perú del 2005 al 2014

Fuente: Manual de Seguridad Vial, 2017

De la misma manera en la región del Cusco los estudios en seguridad vial son mínimos, considerando los datos emitidos por la Policía Nacional del Perú - PNP a través de la Región Policial (REGPOL) del Cusco se tiene registrado un total de 3686 accidentes de tránsito en el año 2017; es así que se presenta esta investigación, que pertenece a la Red Vial Nacional PE-3S Cusco – Abancay a partir del Km 924+000 (distrito de Ancahuasi) hasta el Km 889+420 (distrito de Limatambo) (*Obsérvese Figura 3*).

Para un mejor entendimiento se describe cada uno de los distritos mencionado:

El distrito de Ancahuasi perteneciente a la provincia de Anta ubicado a 3457 m.s.n.m., teniendo las coordenadas de Latitud: 13°27'21"S y Longitud: 72°18'02"O con una superficie de 123.58 km² con una población estimada de 6784 habitantes en el año 2017. La principal actividad económica del sector es la agricultura. La capital es el mismo poblado de Ancahuasi y es adyacente a la vía en estudio.

Limatambo pertenece a la provincia de Anta ubicado a 2557 m.s.n.m., teniendo las coordenadas de Latitud: 13°28'46"S y Longitud: 72°26'39"O con una superficie de 512.92 km² con una población estimada de 7255 habitantes en el año 2017. La principal actividad económica del sector es la agricultura. La capital es el centro poblado de Limatambo y el cual adyacente a la vía en estudio.

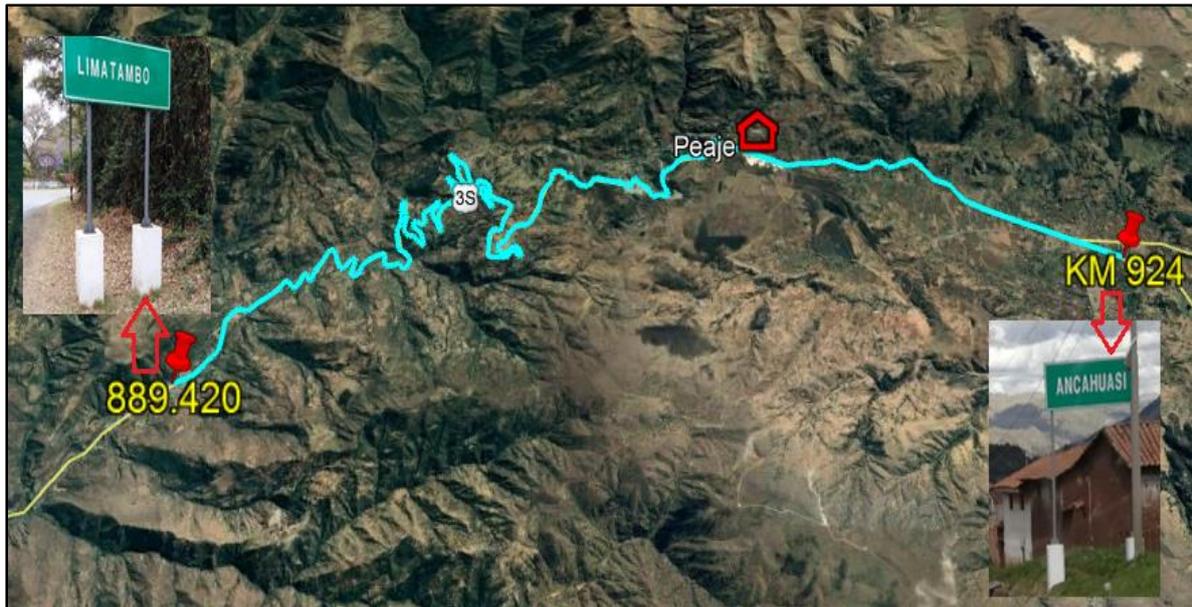


Figura 3: Mapa de micro localización de la carretera en estudio
Fuente: Google Earth

La carretera estudiada tiene un total de 34.58 kilómetros, siendo esta una vía asfaltada en toda su trayectoria, con una calzada bidireccional de 6 metros variando en algunos sectores; bermas laterales variables en todo su recorrido y un ancho de derecho de vía de 18 metros destacando una carretera de tercera clase. A continuación se tiene una vista en planta de la ubicación geográfica de la ruta en investigación. (Obsérvese Figura 4, Figura 5, Figura 6).



Figura 4: Mapa a nivel departamental (Cusco)
Fuente: MTC



Figura 5: Mapa a nivel provincial (Anta)
Fuente: MTC

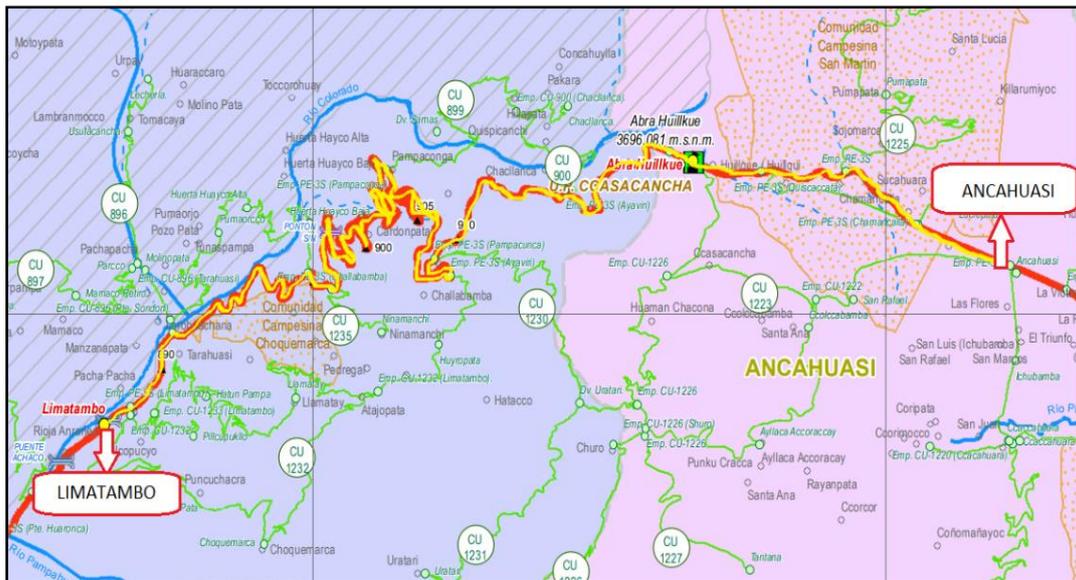


Figura 6: Mapa a nivel distrital
Fuente: MTC

Es necesario mencionar que la carretera Ancahuasi – Limatambo actualmente se encuentra concesionada por la empresa CONCAR y a su vez este toma el servicio de la empresa SURVIAL S.A. del grupo Graña y Montero, esta empresa tiene a su cargo un total de 757.6 Km que comprende el tramo 1 (Nasca - Challhuanca) y el tramo 2 (Challhuanca – Urcos) de la Interoceánica Sur (*Obsérvese Figura 7*), los trabajos de la empresa mencionada tiene un plazo de 25 años de concesión a partir del 2007 que incluye el mejoramiento y mantenimiento de la carretera, y la instalación de peajes y estaciones de pesaje.



Figura 7: Mapa de ruta de la empresa Survial
Fuente: Survial S.A.



En la presente tesis de investigación se efectúa el estudio de la seguridad vial mediante la aplicación de la metodología de Inspección de Seguridad Vial ISV 2017 del MTC (Norma Peruana) y el Highway Safety Manual HSM 2010 (Norma Americana) usando los respectivos parámetros y normas establecidas, para realizar una comparación entre ambas normativas, los cuales son: seguridad y operación y de esa manera dar mejora para mitigar el problema de accidentes viales.

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Las características geométricas, dispositivos de control e intensidad de tránsito influyen en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

a) Problema específico N° 1

¿Las características geométricas influyen en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010?

b) Problema específico N° 2

¿Los dispositivos de control influyen en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010?

c) Problema específico N° 3

¿La intensidad de tránsito influye en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010?

1.2. Justificación e importancia de la investigación

1.2.1. Justificación técnica

Uno de los objetivos dentro de la ingeniería civil es la de garantizar la adecuada funcionalidad de las vías que se diseñan, así como la seguridad para los vehículos y los peatones; este estudio



permite identificar la influencia de los factores que incurren en la generación de accidentes viales en la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi - Limatambo teniendo en cuenta la geometría de la vía, los dispositivos de control de tránsito, intensidad de tránsito utilizando la Metodología de Inspección de Seguridad Vial (ISV) y el Highway Safety Manual HSM 2010, planteando mejoras para hacer un segundo análisis con el Manual HSM, observando que se reduzca la influencia de los factores antes mencionados en la generación de accidentes de tránsito, realizando una comparación entre el escenario existente y el escenario empleando las mejoras planteadas.

1.2.2. Justificación social

La justificación social de esta investigación enfrenta situaciones presentes en nuestro país con referencia a la seguridad vial, identificando las zonas que presentan mayor riesgo de accidentabilidad y promoviendo medidas de solución para la disminución de accidentes viales y de esta forma beneficiar a los pobladores del distrito de Limatambo - Ancahuasi y los distintos usuarios de esta vía nacional; dichas medidas podrían ser aplicadas por las autoridades responsables, cuyo fin es reducir la generación de accidentes de tránsito que conlleva a numerosas lesiones, pérdidas de vidas, y grandes daños sociales y/o económicos a los involucrados.

Asimismo, el producto de esta investigación será un texto que reforzará los conocimientos básicos en ingeniería de tránsito de los estudiantes de ingeniería civil ya que las metodologías de Inspección de Seguridad Vial y el Método Predictivo del Highway Safety Manual (HSM) implican adquirir nuevos conocimientos para su realización.

1.2.3. Justificación por viabilidad

El estudio es viable por los siguientes motivos:

- Al tratarse de un análisis de vía, los datos e información necesaria están al alcance de todas las personas, y a partir de diferentes instrumentos y conocimientos de ingeniería, teniendo como referencia las metodologías ya mencionadas para seguir adecuadamente los lineamientos planteados y cumplir los objetivos.
- Es viable económicamente por que se cuenta con los recursos necesarios para los gastos que implique la investigación.



- Así mismo se obtiene la información procedente de la PNP correspondiente a los accidentes tránsito ocurrido en los últimos 05 años de la jurisdicción de Limatambo y la jurisdicción de Ancahuasi.

1.2.4. Justificación por relevancia

Esta investigación es relevante ya que promueve e impulsa la aplicación de la metodología del HSM 2010 y además permite compararla con la metodología de Inspección de Seguridad Vial del MTC, mostrando la influencia de características geométricas de la vía, dispositivos de control e intensidad de tránsito sobre los accidentes de tránsito y de esta manera formular la propuestas de mejoras para reducir los accidentes a lo largo de la carretera en estudio Ancahuasi - Limatambo.

Además, los resultados de esta investigación servirán como referencia para proyectos similares que beneficien a la población.

1.3.Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitación de espacio

- La presente tesis de limita a la red vial Cusco – Abancay entre el Km 924+000 (Ancahuasi) hasta el Km 889+420 (Limatambo) de la carretera nacional PE-3S en condiciones actuales. *(Obsérvese Figura 3 en la página 3)*
- Las jurisdicciones policiales participantes en la zona de estudio pertenecen a las Comisarías de Limatambo y Ancahuasi.

1.3.2. Limitación de tiempo

- La presente investigación se limita a la información emitida por la PNP sobre registro de accidentes de tránsito ocurridos durante el periodo 2014 – 2018.
- La presente tesis se limita a los aforos vehiculares se realizaron en el mes de Julio del año 2019.

1.3.3. Limitaciones bibliográficas y referencias

- Debido a las condiciones de la vía estudiada, la presente tesis de investigación se limita a utilizar únicamente la parte “C” Capítulo 10 del Highway Safety Manual (HSM) 2010 que corresponde a “Método Predictivo para Caminos Rurales Bidireccionales de dos carriles”



- Para la Inspección de Seguridad Vial (ISV), se utiliza como bibliografía base el Manual de Seguridad Vial – 2017, del Ministerio de Transportes del Perú; asimismo para las evaluaciones en la inspección de seguridad se utilizó el Manual de Diseño Geométrico DG-2014 y las normativas peruanas vigentes.

1.3.4. Limitaciones de datos

La presente investigación se limita a la información derivada de registros de accidentes de tránsito según sea la jurisdicción correspondiente.

La presente tesis se limita a la información del Índice Medio Diario Anual (IMDA) de los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018.

1.3.5. Limitaciones de diseño

- La presente investigación se limita estrictamente a las características viales de la carretera en estudio sin considerar obras de arte encontradas dentro de la infraestructura vial.
- La presente investigación se limita al análisis de curvas horizontales y verticales, dispositivos de control, para ambas metodologías aplicadas y el estado de carpeta de rodadura, estado de transitabilidad para la metodología de ISV más no del método predictivo HSM.
- La presente tesis se limita al estudio estricto de la carretera rural de dos carriles sin considerar el estudio de intersecciones encontradas dentro de la zona estudiada, debido a que este último presenta un comportamiento distinto en la evaluación de carreteras de 2 carriles.
- La presente investigación no considera vehículos menores particularmente motos y moto taxis debido a que solo se contempla estas unidades vehiculares a nivel urbano y no en toda la longitud de la vía estudiada, además se presenta en una cantidad muy baja.
- La presente investigación no considera costos y presupuestos durante la intervención de las propuestas de mejoras planteadas como la realización de movimiento de tierras, acarreo, entre otros.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Analizar la influencia de las características geométricas, dispositivos de control, intensidad de tránsito, en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.



1.4.2. Objetivos Específicos

a) Objetivo específico N° 1

Determinar la influencia de las características geométricas en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.

b) Objetivo específico N° 2

Determinar la influencia de los dispositivos de control de tránsito en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.

c) Objetivo específico N° 3

Determinar la influencia de la intensidad de tránsito en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la tesis

2.1.1. Antecedentes a Nivel Local

I. TÍTULO: “Análisis y propuesta de mejora en la carretera nacional PE-3S tramo av. Antonio Lorena - Poroy, aplicando la metodología de Inspección de Seguridad Vial y el manual HSM.”

▪ **POR:**

- Verioska Herrera Ponce
- Rodrigo Mandura Choque

▪ **FECHA:** Cusco, 2017

▪ Universidad Andina del Cusco

▪ **RESUMEN:**

Esta investigación analiza la accidentabilidad de la carretera nacional PE – 3S teniendo un total de 13.1 Km. aplicando dos metodologías de seguridad vial.

La primera metodología aplicada fue la Inspección de Seguridad Vial comprende la realización de la verificación cualitativa de las zonas donde la seguridad vial sea notablemente deficiente.

Luego se procedió con la aplicación de HSM para carreteras rurales de dos carriles que requiere con dato importante los accidentes de tránsito ocurridos en la vía, las características geométricas, IMDA, dispositivos de control y el entorno de la vía; con el fin de hallar los accidentes esperados (Nesperado) en condiciones actuales de la vía, obteniendo así el factor de calibración ($C=0.73$) que se usa en segundo análisis con las mejorando las características dela infraestructura vial con el objeto de observar la reducción de accidentes esperados frente a nuevas condiciones de la vía.

Dando como resultado final de ambas metodologías las zonas con mayor inseguridad vial.

▪ **CONCLUSIONES:**

- ...“Se logró demostrar que las características geométricas influyen en la mayor generación de accidentes en la carretera nacional PE-3S Av. Antonio Lorena – Poroy teniendo alta incidencia de accidentes en los segmentos que no cumplen los parámetros de diseño de carreteras”



- ...“Se logró demostrar que el IMDA influye en la mayor generación de accidentes en carretera nacional PE-3S Antonio Lorena – Poroy, incrementado los accidentes de tránsito entre un los años 2012 – 2016 en un 41% y por su parte el IMDA incremento en un 77%.”
- ...“Se logró demostrar que los dispositivos de control de tránsito influyen en la mayor generación de accidentes en la carretera nacional PE-3S Av. Antonio Lorena – Poroy, identificando los segmentos donde exista la ausencia o malas condiciones incrementa los accidentes de tránsito.”
- **APORTE:** La contribución de la investigación citada es la identificación de las zonas que representan mayor riesgo de accidentabilidad y las propuestas de medidas planteadas que mejoren la seguridad vial.

II. TÍTULO: “Evaluación de la accidentabilidad en la carretera nacional PE - 28 F, aplicando el modelo de predicción de accidentes para vías rurales de dos carriles - Highway Safety Manual HSM 2010 y propuesta de solución”

- **POR:** Paul Gerardo Vargas Meza
- **FECHA:** Cusco, 2018
- Universidad Andina del Cusco
- **CONCLUSIONES:**
- ... “Se logró demostrar que el componente geométrico más influyente en la accidentabilidad ocasionada en la carretera nacional PE - 28 F es el diseño de las curvas horizontales con radio reducidos y mínimos que están por debajo de lo establecido en las normas de diseño geométrico”
- ... “Se logró demostrar que el incremento de la intensidad de tránsito influye en la generación de accidentes en la carretera nacional PE - 28 F”.
- ... “Se logró demostrar que los sistemas de control de tránsito inciden en la accidentabilidad en un 25.19% con respecto a la carencia de dichos sistemas”.
- ...“El factor de calibración C describe el comportamiento de una infraestructura vial en referencia a los parámetros de diseño de carreteras, siendo utilizado posteriormente para mejoramientos o medidas alternativas con el fin de reducir los accidentes de tránsito”
- **APORTE:** La contribución de la investigación citada es que con el modelo de predicción del HSM se obtiene un factor de calibración con el cual se podrá plantear una solución que reducirá el índice de accidentes de tránsito en esta vía; además el procedimiento del puede ser aplicado en vías de similares características



2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional

III. TÍTULO: “Inspecciones de Seguridad Vial”

- **POR:**

- Dunia Alina Torres Calderón
- Fiorella Nicole Aranda Jiménez

- **FECHA:** Lima, octubre 2015

- Pontificia Universidad Católica del Perú

- **CONCLUSIONES**

- “Se demostró que la influencia humana es un factor determinante en la inseguridad vial y el entorno de la vía no representa un factor de gran magnitud, sin embargo no debe ser despreciado”
- “El cumplimiento de las Normas de Diseño, no siempre garantizan la seguridad que proporcionan los elementos de tránsito a la vía. La ISV se basa en la evaluación de la seguridad de cada elemento que la conforma utilizando listas de chequeo las cuales permiten un análisis ordenado de todos los aspectos que influyen en la seguridad de la vía”.
- La mayoría de vías que existen en el Perú, están diseñadas considerar dar facilidades a usuarios vulnerables ni para crecimiento continuo del parque automotor.
- Se debe difundir de forma urgente los conceptos de ISV Y ASV rápidamente para solucionar los problemas de seguridad en las vías a lo largo del territorio nacional.
- **APORTE:** La contribución de la investigación citada es la metodología de ISV aplicada, haciendo uso de Listas de Chequeo que fueron adaptadas de acuerdo a manuales de Auditorías de Seguridad Vial teniendo en cuenta también las condiciones que presentan las vías estudiadas (rurales y urbanas); identificando los diversos problemas de que puedan afectar la seguridad vial y peligros potenciales de seguridad de los diferentes usuarios de la vía y se plantearon soluciones a los mismos con el fin de evitar o reducir la severidad de accidentes y de esa forma mejorar el desempeño y uso de las vías.

IV. TÍTULO: “Evaluación de la seguridad vial en la carretera que conduce al Morro Solar en el distrito de Chorrillos, 2018 ”

- **POR:** Eder Gino Yupanqui Chuco

- **FECHA:** Lima, 2018

- Universidad César Vallejo



- **CONCLUSIONES:**

- ... “Se logró evaluar el estado en que se encuentra las características geométricas mostrando que algunos de los tramos de la vía no cuentan con un radio de giro ni anchos de calzada adecuados, así mismo observó la ausencia de bermas por lo que hace al sitio más propenso a que pueda ocurrir un accidente que involucre la pérdida de vida de las personas”
- ... “Se logró identificar el estado precario en el que se encuentra la señalización vertical, guardavías, señal horizontal, los cuales de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito la señalización es parte fundamental de una carretera para evitar los accidentes de tránsito”
- ... “Se evaluó el estado del pavimento de la vía obteniendo como resultado un bueno, malo y regular estado a lo largo de la carretera estudiada, que en base al Manual de Diseño Geométrico se debe contar con un pavimento en buen estado ya que ofrece comodidad y seguridad a los usuarios”.
- **APORTE:** La contribución de la investigación citada es la aplicación de manuales como: manual de diseño geométrico de carreteras, manual de dispositivos de control de tránsito, manual del índice de condición del pavimento en las características reales de la vía.

2.1.3. Antecedentes a Nivel Internacional

V. **TÍTULO:** “Aplicación del modelo de predicción de accidentes viales del HSM (2010) en camino rural de dos carriles en Brasil”

- **POR:** María Graciela Berardo
- **FECHA:** Argentina, 2015
- Universidad Nacional de Córdoba
- **CONCLUSIONES:**
 - ... “El FMA₃ (curvas horizontales) deja en evidencia la importante incidencia que tiene este factor por curvatura horizontal. Ya que este factor depende del radio, la longitud de la curva y la existencia o no de espirales. Además advierte que este Factor de Modificación de Accidentes FMA₃ penaliza significativamente la presencia de curvas de radio reducido”
 - ... “El FMA₃ es mayor en aquellos sitios en los que se observa la presencia de más de una curva horizontal en el sitio”.
 - ... “El FMA₄ (pendiente) no aumenta tanto en aquellos sitios donde el gradiente de la pendiente longitudinal es considerable”.
 - ... “El FMA₆ (densidad de accesos) tiene menor incidencia que el factor de modificación de accidentes por curvatura horizontal.



- **APORTE:** La contribución de la investigación citada es que el factor de calibración obtenido hace que la ecuación del HSM subestime la frecuencia de accidentes en esta ruta esto se debe a que se tiene un registro de accidentes semejantes y además esta ruta tiene posee una cantidad mínima de accidentes, razón por la cual para que esta calibración sea más certera debe cumplir la cantidad mínima de accidentes observados por año en los sitios de calibración.
- VI. TÍTULO:** “Estimación del factor de calibración del módulo de predicción de accidentes del HSM en carreteras principales del cantón Loja.”
- **POR:** Pamela Rojas Cazar
 - **FECHA:** Ecuador, 2017
 - Universidad Técnica Particular de Loja
 - **CONCLUSIONES:**
 - “La metodología propuesta por el Highway Safety Manual (HSM, 2010) es considerada como una herramienta decisiva que aporta un procedimiento que permite medir y/o cuantificar la seguridad vial destinada a los responsables de la planificación, el diseño, la construcción y mantenimiento de carreteras.”
 - “Se concluye que las calibraciones se realizaron en las vías de acceso a la ciudad de Loja, con la intención de usar la metodología del HSM en un futuro, empleando los datos de otros lugares en iguales características, y de ese modo extender su aplicación. Confirmando que el éxito de la repetición de esta investigación a otros lugares, dependerá del acceso a la información necesaria para la calibración del modelo”
 - **APORTE:** La contribución de la investigación citada es el valor obtenido de los factores de calibración para vías rurales con un factor promedio de 0.19 y para vías suburbanas de 1.24, indicando que estos valores pueden variar debido a que el registro de accidentes corresponde únicamente a los siniestros que se encuentran reportados en la base de datos de la Policía Nacional.

2.2. Aspectos teóricos.

2.2.1. Infraestructura Vial

Una infraestructura vial permite el desplazamiento de un punto a otro de pasajeros y/o carga; la cual está conformada por una serie de obras viales como carreteras, caminos pavimentados y afirmados, caminos rurales, caminos de herradura, las trochas, los puentes, los semáforos, señales de tránsito, los túneles, entre otros, los cuales sirven para la organización, seguridad y confort de los usuarios. (Vasquez Cordano & Bendezú Medina, 2008, pág. 25)



2.2.1.1. Carretera

“Infraestructura adaptada sobre una faja del terreno (derecho de vía) la cual debe cumplir las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente, permitiendo el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes” (ALONZO SALOMON & RODRIGUEZ RUFINO, 2005).

2.2.1.2. Clasificación de las carreteras

La clasificación de carreteras en el Perú contempla 3 diferentes puntos de vista: según su función, según a la demanda y según a sus condiciones orográficas.

2.2.1.2.1. Según su Función

De acuerdo a la función que cumple la carretera, el MTC divide en 3 diferentes tipos de “red vial” para lo cual el Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial del MTC (2018) define una red vial como el conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional; es decir agrupa las carreteras en sistemas según la movilidad del tráfico y accesos.

La siguiente clasificación fue publicado por el MTC (2007) en el Decreto Supremo N° 017-2007-MTC:

a. Red Vial Nacional o Primaria:

- Hace referencia a las carreteras que unen con países vecinos longitudinalmente o transversalmente.
- Interconecta dos o más carreteras nacionales
- Interconecta con carreteras departamentales (regionales) y vecinales (rurales)

b. Red Vial Departamental o Regional:

- Interconecta departamentos con provincias o viceversa.
- Interconecta dos o más carreteras departamentales.
- Interconecta distritos de una provincia con otras carreteras departamentales o nacionales.

c. Red Vial Vecinal o Rural:

- Interconecta provincias con distritos o éstos entre sí.



2.2.1.2.2. Según a su demanda

El MTC en el manual de Diseño Geométrico DG-2018 clasifica a las carreteras según su demanda de la siguiente manera:

a. Autopistas de Primera Clase.

Son carreteras con IMDA mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.

b. Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

c. Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

d. Carreteras de Segunda Clase

Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

e. Carreteras de Tercera Clase



Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

f. Trochas Carrozables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

2.2.1.2.3. Según condiciones orográficas

El MTC en el Manual Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 según condiciones orográficas clasifica de la siguiente manera:

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazo, se clasifican en:

- **Terreno plano (tipo 1):**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de 3%, demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo.

- **Terreno ondulado (tipo 2):**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo.

- **Terreno accidentado (tipo 3):**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, el cual requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.

▪ **Terreno escarpado (tipo 4):**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, requiriendo el máximo movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo.

2.2.2. Diseño geométrico

2.2.2.1. Velocidad de diseño

“Máxima velocidad segura y cómoda que puede ser continua en un tramo determinado de una vía, cuando las condiciones son óptimas, que las características geométricas de la vía predominan” (Cárdenas Grisales, 2013).

2.2.2.1.1. Velocidad de diseño del tramo homogéneo

De acuerdo al MTC en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018 la velocidad de diseño de define en función a la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse. (Obsérvese Tabla 1)

Tabla 1: Rangos de Velocidad de Diseño en función a la demanda y orografía

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEEO (KM/H)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda 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													

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018



2.2.2.1.2. Velocidad específica en curvas horizontales

El MTC en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG- 2018 menciona los siguientes criterios para la asignación de la velocidad específica en curvas horizontales

- 1) La Velocidad Específica de una curva horizontal, no puede ser menor que la Velocidad de Diseño del tramo ($V_{CH} \geq V_{TR}$), ni superior a ésta en 20 kilómetros por hora ($V_{CH} \leq V_{TR} + 20$).
- 2) La Velocidad Específica de una curva horizontal, debe ser asignada teniendo en cuenta la Velocidad Específica de la curva horizontal anterior y la longitud del segmento en tangente anterior.
- 3) La diferencia entre las Velocidades Específicas de la última curva horizontal de un tramo y la primera del siguiente, están en función de la Velocidad de Diseño de los tramos contiguos y de la longitud del segmento en tangente entre dichas curvas.

2.2.2.1.3. Velocidad de marcha

Llamada también Velocidad de crucero, se obtiene al dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones existentes del tránsito, características físicas de la vía y los dispositivos de control. Es una medida de la calidad del servicio que una vía proporciona a los conductores, y varía durante el día principalmente por la variación de los volúmenes de tránsito.

Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se debe descontar del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo en que el vehículo se hubiese detenido por cualquier causa. (Agudelo Ospina, 2002)

El MTC en el Manual de Diseño de Carreteras DG – 2018 afirma: El efecto del volumen de tránsito en la velocidad de marcha promedio puede ser determinado de la siguiente manera:

- En las autopistas de primera y segunda clase, la velocidad de marcha es relativamente ajeno al volumen de tránsito. Sin embargo la velocidad disminuye sustancialmente cuando este se aproxima al máximo
- En las carreteras de primera, segunda y tercera clase, la velocidad disminuye linealmente con el incremento del tránsito.

2.2.2.1.4. Velocidad de operación

Se define como la máxima velocidad en la que un vehículo aislado circularía de forma segura y cómoda, de modo que la velocidad no sea condicionada por factores como la intensidad de

tránsito o la meteorología, es decir, asumiendo un determinado nivel de velocidad en función solamente de las características físicas de la vía. (Agudelo Ospina, 2002)

El MTC en el Manual de Diseño de Carreteras DG – 2018 afirma: Si el tránsito y las interferencias son bajas, la velocidad de operación del vehículo es semejante a la velocidad de diseño por tramo homogéneo. Sin embargo si el tránsito crece, la interferencia entre vehículos aumenta, por lo tanto velocidad de operación baja. Usualmente se expresa la velocidad de operación como aquella velocidad a la cual, o por debajo de la cual, recorren el tramo el 85% de los vehículos. Se puede estimar la velocidad de operación mediante las ecuaciones de Fitzpatrick en función a la pendiente de la vía. (*Obsérvese Tabla 2*)

Tabla 2: Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación

CONDICIÓN DE ALINEAMIENTO		ECUACIÓN
CURVA HORIZONTAL	Pendiente (-9% < i < -4%)	$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R}$
	Pendiente (-4% < i < 0%)	$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R}$
	Pendiente (0% < i < 4%)	$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R}$
	Pendiente (4% < i < 9%)	$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R}$

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.2.2. Diseño geométrico en planta

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. (Cárdenas Grisales, 2013)

El alineamiento horizontal permite la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018)

2.2.2.2.1. Tramos en tangente

El MTC menciona Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018 sobre tramos tangentes que se define en función a la velocidad de diseño las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos. (*Obsérvese la tabla 3*)

Tabla 3: Longitudes de tramos en tangente

V (Km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L max (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	279	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

Donde:

- L min.s: Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).
- L min.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).
- L máx: Longitud máxima deseable (m).
- V: Velocidad de diseño (km/h).

2.2.2.2.2. Curvas circulares

Una curva circular simple es un arco de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Se tiene los elementos que conforma la curva simple. (Obsérvese Figura 8)

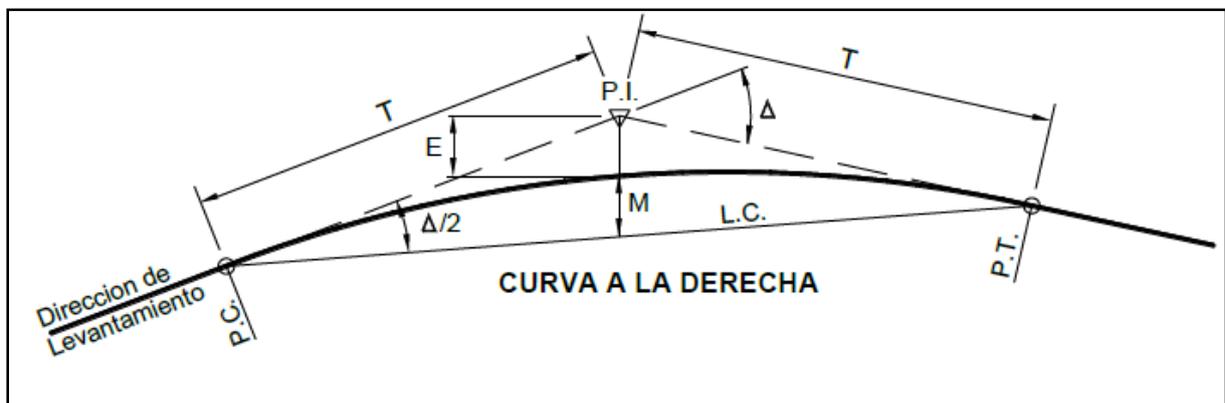


Figura 8: Elementos de curva circular simple

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018



Donde:

- P.C.: Punto de inicio de la curva
- P.I.: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas
- P.T.: Punto de tangencia
- E: Distancia a externa (m)
- M: Distancia de la ordenada media (m)
- R: Longitud del radio de la curva (m)
- T: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)
- L: Longitud de la curva (m)
- L.C: Longitud de la cuerda (m)
- Δ = Ángulo de deflexión.

2.2.2.2.3. Radios Mínimos

Los radios mínimos son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y el peralte máximo, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad.

El MTC muestra la fórmula para el cálculo de radio mínimo. (*Obsérvese Ecuación 1*):

Ecuación 1: Radio Mínimo

$$R_m = \frac{V^2}{127(P_{\max} + f_{\max})}$$

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

Donde:

- R_m: Radio Mínimo
- V: Velocidad de diseño
- P_{máx}: Peralte máxima asociado a V (en tanto por uno)
- f_{máx}: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Para el cálculo de la ecuación antes mencionada es necesario tomar en consideración la Tabla 4 en la cual se tiene la fricción transversal máxima en curvas. (MTC - Manual de Diseño Geométrico de Carrteras , 2018)

Tabla 4: Fricción Transversal Máxima en Curvas

Velocidad de Diseño (Km/h)	f_{\max}
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.2.2.4. Curvas de transición

Las curvas de transición, surgen con el fin de evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que su diseño deberá tener las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado. Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo (tramos en tangente), a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreechancho. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018).

a. Curvas de vuelta

Son curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternativos. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2018).

b. Peralte

El peralte es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

El peralte máximo se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 2: Peralte máximo

$$ip_{\max} = 1,8 - 0.01V$$

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

Dónde:

- ip_{\max} : Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%).
- V: Velocidad de diseño (km/h).



2.2.2.2.5. Sobreancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para efectuar el giro con mayor comodidad y seguridad. (MTC, Manual Diseño Geometrico de Carreteras, 2018).

2.2.2.3. Diseño geométrico en perfil

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. (MTC: Manual de Diseño Geometrico DG - 2018)

“El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía (longitud real del eje de la vía) sobre una superficie vertical paralela al mismo.” (Cárdenas Grisales, 2013)

2.2.2.3.1. Pendiente

El MTC en el Manual de Diseño Geometrico DG-2018 define la pendiente como la relación que existe entre el la diferencia de niveles entre dos puntos y la distancia horizontal de la misma. Representado en porcentaje por lo general. El MTC clasifica en dos tipos de pendientes

- **Pendiente Mínima:** Menor pendiente longitudinal de la rasante que se permite en el proyecto. Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.
- **Pendiente Máxima:** es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Teniendo en cuenta el volumen de tránsito futuro y su composición, por el tipo de terreno por donde pasará la vía y por la velocidad de diseño. (*Obsérvese Tabla 5*)

Tabla 5: Pendientes Máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h															9.00	8.00	9.00	10.00		
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/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		
70 km/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		
80 km/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		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.2.3.2. Curvas verticales

De acuerdo a Cárdenas Grisales es el elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, para facilitar una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado. (Obsérvese Figura 9)

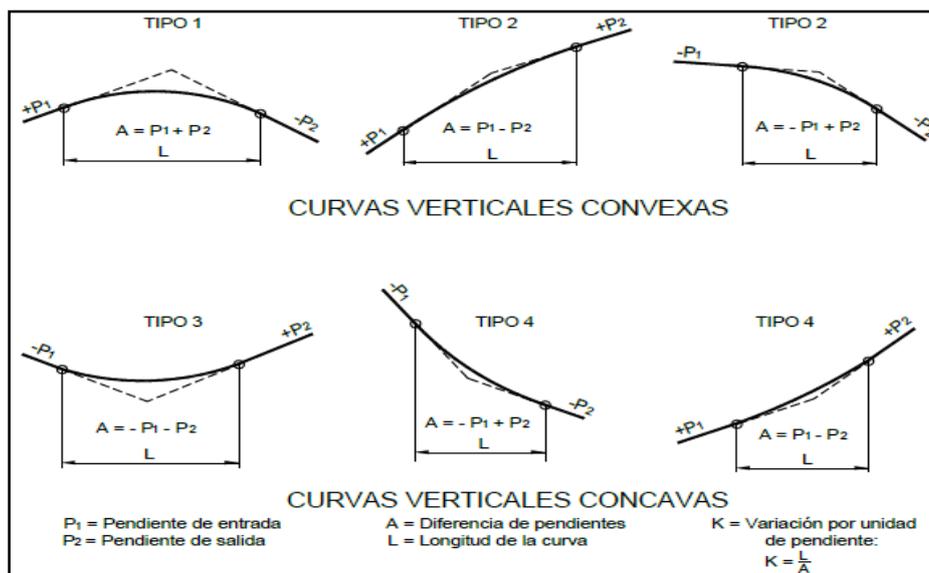


Figura 9: Tipos de Curvas verticales
Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.2.4. Diseño geométrico de la sección transversal

El MTC en el Manual de Diseño Geométrico 2018 indica que la sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplan y de las características del trazado y del terreno. El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada. (*Obsérvese figura 10*)

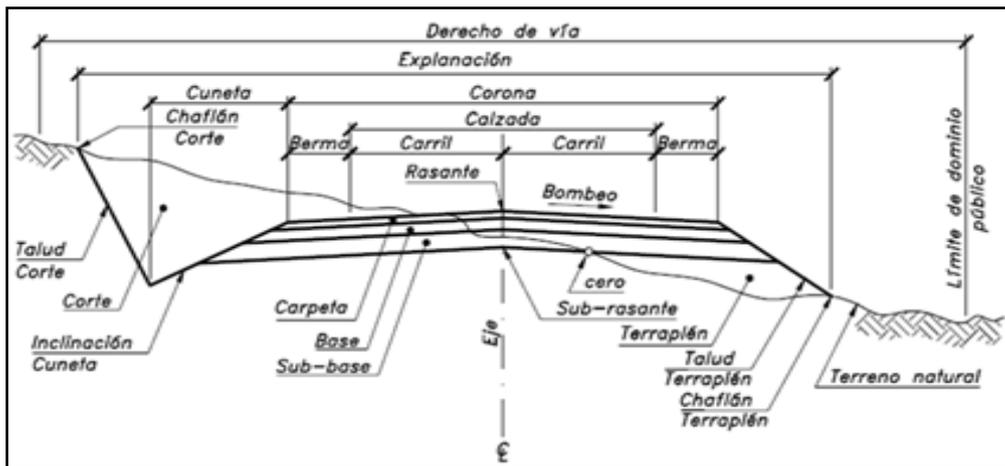


Figura 10: Elementos de la sección transversal

Fuente: Cárdenas Grisales 2013

2.2.2.4.1. Calzada o superficie de rodadura

La calzada es la parte de la sección transversal propuesta para la circulación de vehículos la cual está constituida por dos o más carriles y uno o dos sentidos de circulación. Cada carril debe tener un ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. (Agudelo Ospina, 2002)



Figura 11: Ejemplo de superficie de rodadura

Fuente: Imágenes de Google

En la Tabla 6 se muestra el ancho mínimo de calzada conforme a la velocidad de diseño, demanda de unidades vehiculares y la orografía que presenta el terreno, para garantizar la seguridad en el tránsito de los vehículos.

Tabla 6: Ancho mínimo de calzada en tangentes

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	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																			5.00	6.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	5.00		
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	5.00		
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.2.4.2. Bermas

Las bermas son las fajas longitudinales contiguas a ambos lados de la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Pueden estar construidas al mismo nivel de la calzada o un poco más bajo que esta. Lo ideal es que la calzada y las bermas conformen un único elemento y solo estén separadas por la línea de borde de calzada. Este tipo de construcción brinda una mayor seguridad al conductor y genera una mejor apariencia.

El hecho de que estén a un nivel más bajo favorece la seguridad de los peatones ya que esta diferencia de nivel condiciona a los conductores a no invadir la berma principalmente en las curvas derechas. (Agudelo Ospina, 2002)

El MTC establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía. (Obsérvese la tabla 7)

Tabla 7: Ancho de bermas

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h															1.20	1.20	0.90	0.50		
50 km/h										2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90		
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.2.4.3. Bombeo

Es la pendiente transversal en tramos rectos del alineamiento horizontal hacia uno u otro lado del eje para evacuar las aguas lluvias de la vía y evitar el fenómeno de hidropláneo. El bombeo apropiado debe permitir un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad e inseguridad. Su valor depende del tipo de superficie de rodamiento y sus valores recomendados se dan en la Tabla 8.

Tabla 8: Bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.2.4.4. Peralte

Según MTC en el Manual de diseño geométrico 2018 el peralte es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. Las curvas horizontales deben ser peraltadas; con excepción de los valores establecidos en la Tabla 9.

Tabla 9: Valores de radio a partir de los cuales no es necesario el peralte

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

A continuación, se indican los valores máximos del peralte, para las condiciones descritas.
(Obsérvese la tabla 10)

Tabla 10: Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

El peralte mínimo será del 2%, para los radios y velocidades de diseño indicadas en la Tabla 11.

Tabla 11: Peralte mínimo

Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5,000 \leq R < 7,500$
$40 \leq V < 100$	$2,500 \leq R < 3,500$

Fuente: Manual de Diseño Geométrico DG- 2018

2.2.3. Dispositivos de control de Tránsito y entorno de vía

2.2.3.1. Iluminación

La iluminación mejora significativamente la visibilidad, aumenta la distancia de visión y hace que los obstáculos viales sean más perceptibles para el conductor y por lo tanto estos se pueden evadir. La iluminación vial medida comprobaba contra la inseguridad vial. (MTC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras, 2016).



Figura 12: Ejemplo de iluminación
Fuente: Imágenes de Google

2.2.3.2. Señalización vertical y horizontal

2.2.3.2.1. Señalización vertical

Correspondo a los 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. (MTC, Manual de Dispositivos de control del Tránsito automotor para Calles y Carreteras, 2016).

Su utilización es fundamental principalmente en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no siempre son evidentes.

Estas señales se clasifican en:

- A) Señales reguladoras o de reglamentación
- B) Señales de prevención
- C) Señales de información

Definiendo cada una de ellas detalladamente:

A) Señales Reguladoras o de Reglamentación: Tienen por finalidad informar 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; se usan en ellas exclusivamente los colores blanco, negro y rojo. (MTC: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito automotor para Calles y Carreteras, 2016).

Este tipo de señales a su vez se subdivide en señales de prioridad, prohibición, restricción y obligación y autorización.

- Señales de Prioridad: Regulan el derecho de preferencia de paso de los vehículos.

Tabla 12: Señales Verticales Reguladoras de Prioridad

	
Señal de pare	Señal de ceda el paso

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

- Señales de Prohibición: Prohíben y/o limitan el tránsito de ciertos tipos de vehículos y determinadas maniobras. Se representa mediante un círculo blanco con franja roja cruzado por una diagonal también roja.
- De maniobras y giros

Tabla 13: Señales Verticales Reguladoras de Prohibición de maniobras y giros

Señal de prohibido voltear en "u"	Señal de prohibido voltear a la izquierda	Señal de fin de zona de prohibido adelantar	Señal de prohibido voltear a la derecha

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

- De paso por clase de vehículo

Tabla 14: Señales Verticales Reguladoras de Prohibición de paso por clase de vehículo

Señal de prohibido circulación de vehículos automotores	Señal de prohibido circulación de vehículos de carga	Señal prohibido circulación de bicicletas y motocicletas	Señal prohibido circulación de triciclos	Señal prohibido circulación de motocicletas

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

- Otras

Tabla 15: Otras Señales Reguladoras de Prohibición

Señal prohibido el paso y/o la circulación de peatones	Señal prohibido estacionar	Señal prohibido estacionar zona de remolque	Señal prohibido detenerse	Señal paradero prohibido

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

- Señales de Restricción: Restringen o limitan el tránsito vehicular debido a características particulares de la vía.

Tabla 16: Señales reguladoras de restricción

Señal velocidad máxima permitida 40 km/h	Señal velocidad máxima permitida 100 km/h	Señal velocidad mínima permitida 60 km/h

Fuente: Manual Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

- Señales de Obligación: Muestran las obligaciones que deben cumplir todos los conductores.

Tabla 17: Señales reguladoras de Obligación

Señal de dirección obligada	Señal <u>ciclovía</u>	Señal solo motocicletas

Fuente: Manual Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

B) Señales de Prevención

Según el MTC (2016) en el manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras las señales de prevención tienen como propósito advertir a los usuarios de la existencia de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o 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.

A su vez se clasifican de la siguiente manera:

Características Geométricas de la vía

Tabla 18: Señales preventivas por características geométricas de la vía

						<ul style="list-style-type: none"> • (P-1A): curva pronunciada a la derecha • (P-1B): curva pronunciada a la izquierda • (P-2A): curva a la derecha • (P-2B) señal curva a la izquierda • (P-3A): curva y contra-curva pronunciada a la derecha • (P-3B): curva y contra-curva pronunciada a la izquierda • (P-4A): curva y contra-curva a la derecha • (P-4B): curva y contra-curva a la izquierda • (P-5-1): camino sinuoso a la derecha • (P-5-1A): camino sinuoso a la izquierda • (P-5-2A): curva en "u" a la derecha • (P-5-2B): curva en "u" a la izquierda
P-1A	P-1B	P-2A	P-2B	P-3A	P-3B	
P-4A	P-4B	P-5-1	P-5-1A	P-5-2A	P-5-2B	

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

Características de la superficie de rodadura

Tabla 19: Señales Preventivas por características de la superficie de rodadura

			<ul style="list-style-type: none"> • (P-31): final de vía pavimentada • (P-31A): final de vía • (P-33A): proximidad reductor de velocidad tipo resalto • (P-33B): ubicación de reductor de velocidad tipo resalto • (P-34): proximidad de badén • (P-34A): ubicación de badén
P-31	P-31A	P-33A	
P-33B	P-34	P-34A	

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

Restricciones físicas de la vía

Tabla 20: Señales Preventivas por restricciones físicas de la vía

						<ul style="list-style-type: none"> • (P-17A): reducción de calzada a ambos lados • (P-17B): reducción de calzada lado derecho • (P-17C): reducción de calzada a lado izquierdo • (P-18A): reducción del carril externo al lado derecho • (P-18B): reducción del carril externo al lado izquierdo • (P-21) ensanchamiento de la calzada en ambos lados • (P-21A) ensanchamiento de la calzada a la derecha • (P-21B) ensanchamiento de la calzada a la izquierda • (P-22C) carril adicional • (P-62) peso bruto máximo permitido • (P-38) altura máxima permitida • (P-39) ancho máximo permitido
P-17A	P-17B	P-17C	P-18A	P-18B	P-21	
P-21A	P-21B	P-22C	P-62	P-38	P-39	

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

▪ Intersecciones con otras vías

Tabla 21: Señales preventivas por intersecciones con otras vías

P-6	P-6A	P-6B	P-7	P-8	P-9A
P-9B	P-10A	P-10B	P-15	P-16A	P-16B
P-42	P-43	P-44	P-44A	P-44B	

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, MTC 2016

- Señales preventivas por características operativas de la vía: Previene a los conductores de particularidades de la vía, sobre sus características operativas, las cuales pueden condicionar y afectar la normal circulación de los vehículos.

C) Señales de información

Tienen la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales, en la forma más directa posible. De ser necesario las indicadas señales se complementarán con señales preventivas y/o reguladoras. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016).

Las señales informativas de acuerdo a su función de guiar al usuario a su destino, se clasifican en:

- Señales de pre señalización
- Señales de dirección
- Balizas de acercamiento
- Señales de salida inmediata
- Señales de confirmación
- Señales de identificación vial
- Señales de localización

- Señales de servicios generales
- Señales de interés turístico



Figura 13: Ejemplo de señales preventivas informativas

Fuente: Imágenes de Google

URL: <http://socialeslomahermosa.blogspot.com/2016/10/las-senales-preventivas.html>

2.2.3.2.2. Barreras de Seguridad

La instalación de un sistema de contención o barra de seguridad debe ser la última actuación a considerar en la gestión de la seguridad vial en márgenes de carretera, ya que se debe considerar como un obstáculo presente en los márgenes de carretera y solamente debería instalarse en aquellos casos en los cuales su ausencia pudiese provocar la ocurrencia de un accidente mucho más grave que la colisión contra el sistema de contención. (MTC, Manual de Seguridad Vial 2017)

Las barreras de seguridad deben ser lo suficientemente resistentes para evitar que el vehículo las traspase, sin embargo, su diseño no debe causar daño a los vehículos y sus ocupantes. (CONASET : Comision Nacional de Seguridad de Tránsito, 2003)

2.2.3.2.3. Estación de peaje

Debe tener los dispositivos de control del tránsito necesarios para su correcta operación, en base a los parámetros que indica el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras tales como señalización vertical estática y/o dinámica, horizontal o marcas en el pavimento para identificar los carriles y cabinas de pago manual, carriles exclusivos y dispositivos para pago electrónico, estructura tarifaria, carriles para vehículos exonerados de

pago, elementos de seguridad vial y otros. (MTC, Manual de Dispositivos de Control de Transito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)



Figura 14: Estación de Peaje Ccasacancha

Como parte de la estación se debe colocar una Preseñalización:

- Señales informativas a 1000 y 500 metros indicando la presencia de la estación de peaje, también debe haber señales informativas a 100 metros como mínimo que muestre el tarifario y señales de disminución de velocidad en la zona de acercamiento al peaje.

En la estación de peaje se debe colocar los siguientes dispositivos:

- Señalización vertical y horizontal necesaria como velocidades máximas, reductores de velocidad y otros.
- Barreras de control para detención de los vehículos forradas con material retrorreflectivo que irá en bandas de color blanco y rojo en forma alternada cada 20 cm.
- Semáforos con flecha verde descendente cuando la cabina de pago está operativa y con una equis roja cuando esté cerrada e indicadores de forma de pago sobre cada carril de peaje.

2.2.3.2.4. Señalización horizontal

La señalización horizontal está conformada por marcas en el pavimento o demarcaciones, que pueden ser marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes y marcas elevadas que tienen el fin de regular, canalizar



el tránsito o indicar restricciones. (MTC, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

a. Marcas planas en el pavimento

Son consideradas como marcas planas las líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes.

Se emplean para delimitar carriles y calzadas, indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril, zonas con prohibición de estacionamiento; delimitar carriles de uso exclusivo para determinados tipos de vehículos tales como carriles exclusivos para el tránsito de bicicletas, motocicletas, buses y otros.

Clasificación

- ❖ Línea de borde de calzada o superficie de rodadura
- ❖ Línea de carril
- ❖ Línea central
- ❖ Líneas canalizadoras de tránsito
- ❖ Líneas demarcadoras de entradas y salidas
- ❖ Líneas de transición por reducción de carriles
- ❖ Línea de pare
- ❖ Líneas de cruce peatonal
- ❖ Demarcación de espacios para estacionamiento
- ❖ Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones
- ❖ Demarcación para intersecciones tipo Rotonda o Glorieta
- ❖ Otras demarcaciones
- ❖ Palabras, símbolos y leyendas marcas elevadas en el pavimento



Figura 15: Marcas planas en el pavimento - Señalización horizontal

Fuente: Imágenes de Google

b. Marcas elevadas en el pavimento

Son delineadores que se colocan en forma longitudinal y transversal en el pavimento, y tienen por función principal complementar las marcas planas en el pavimento.

Las marcas elevadas en el pavimento se clasifican en delineadores de piso y delineadores elevados. (MTC, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

❖ Delineadores de piso

- Tachas retrorreflectivas
- Otros delineadores de piso

❖ Delineadores elevados

- Postes delineadores
- Señal de delineador de curva horizontal (P-61) - “CHEVRON”
- Delineador de placa “CAPTAFAROS”
- Delineadores “MARCADORES DE OBSTÁCULOS”



Figura 16: Marcas elevadas en el pavimento - Señalización Horizontal
Fuente: Imágenes de Google

2.2.3.3. Velocidad Automatizada

La velocidad automatizada consiste en la ubicación de cámaras en un lugar específico programadas para tomar imágenes de vehículos que exceden el límite de velocidad. La velocidad se mide en un punto de tramo más largo de carretera. Esto se basa en investigaciones que demuestran que dicho cumplimiento reduce todos los accidentes. (Ceunynck, 2017)



Figura 17: Ejemplo de Señal de Cámara fija para la Velocidad Automatizada
Fuente: Imágenes de Google

2.2.3.4. Carriles bidireccionales de giro a izquierda

La Municipalidad de Anchorage (2016) indica que un carril de giro a la izquierda de dos vías es un carril al centro de la carretera, reservado para el uso de vehículos que giren a la izquierda

en ambas direcciones desde la carretera. Los carriles bidireccionales a la izquierda se designan con marcas distintivas en las carreteras que consisten en líneas amarillas dobles paralelas. La línea interior está discontinua y la línea exterior es sólida a cada lado del carril. Las flechas de giro a la izquierda están pintadas en el pavimento dentro del carril y, a veces, se indican mediante señalización. (Obsérvese figura 18)

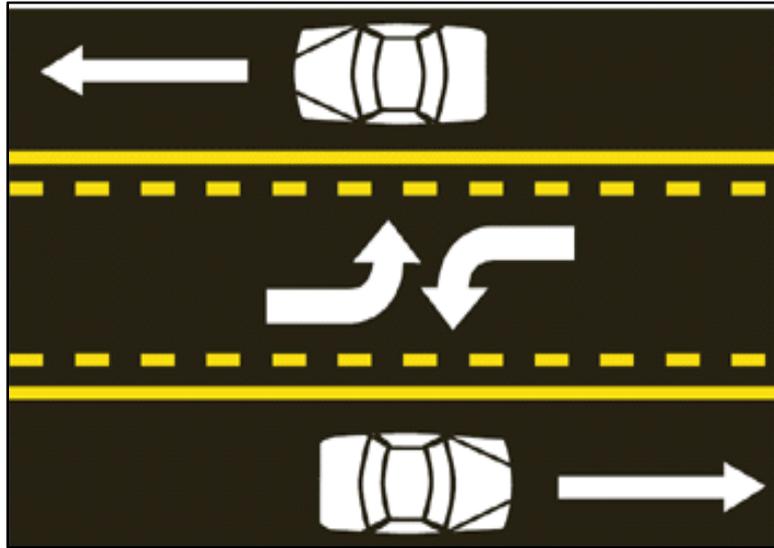


Figura 18: Carriles bidireccionales de giro a la izquierda
Fuente: Imágenes de Google

2.2.3.5. Bandas sonoras

Las bandas sonoras tienen la función de alertar a los conductores que van a salir del carril y han demostrado ser eficaces en las salidas de vía y en la línea central de separación de sentidos. Manual de Seguridad Vial MSV, 2016). (Obsérvese figura 19)

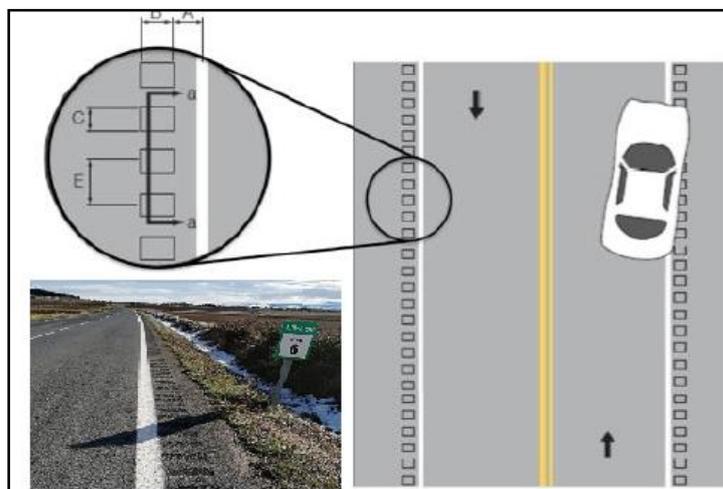


Figura 19: Bandas sonoras
Fuente: Imágenes de Google

2.2.3.6. Densidad de acceso

Los puntos de acceso son elementos principales de cualquier red de carreteras debido a que estas representan los puntos de inicio y final de cualquier viaje. La densidad de accesos se refiere al número de puntos de acceso dividido por la longitud del segmento de carretera. En base a investigaciones realizadas se ha demostrado que las tasas de accidentes aumentan con el aumento de número total de puntos de acceso o densidad de puntos de acceso. (Peng H., 2004) *(Obsérvese figura 20)*



*Figura 20: Densidad de Acceso
Fuente: Imágenes de Google*

2.2.3.7. Índice de Riesgos (RHR)

(Rivera & Echaveguren , 2014) En la revista DYNA de la Universidad Nacional de Colombia afirman que el índice de riesgos es una escala de calificación de peligros en las zonas laterales que varía de 1 a 7, siendo 1 el más bajo y 7 el más alto. Este sistema de calificación depende de las condiciones en las que se encuentre la zona lateral incluyendo la inclinación del talud, la presencia de obstáculos. *(Obsérvese Tabla 22).*

Tabla 22: Criterios para el cálculo del índice RHR

RHR	Despeje Lateral	Talud	Características de la zona lateral
1	≥9.00	Menor a 1:4	Llana y no rugosa
2	6.00 – 7.5	1:4	Llana y no rugosa
3	3.00	1:3 a 1:4	Superficie rugosa
4	1.5 – 3.00	1:3 a 1:4	Barreras, árboles, postes, otros
5	1.5 – 3.00	1:3	Barreras
6	< 1.5	1:2	Sin barrera – Obstáculos rígidos
7	< 1.5	Mayor a 1:2	Sin barrera – Corte Vertical

Fuente: Revista de Ingenieria DYNA - Universidad Nacional de Colombia



2.2.4. Accidentes de tránsito

La Organización Mundial de la Salud define accidente como un evento independiente del deseo del hombre, causado por una fuerza externa ajena, que actúa súbitamente y deja heridas por el cuerpo y la mente.

En ese entender, un accidente de tránsito puede ser definido como un evento imprevisto que involucra mínimamente a un vehículo (ya sea motorizado o no) que se desplaza por una vía de uso público provocando daños de acuerdo a su gravedad, que se clasifican de la siguiente manera:

- **Accidente con Solo Daños:**

Es un accidente que produce daños materiales a vehículos o a la propiedad del estado (postes, señalizaciones, etc.) Sin que resulten físicamente heridas las personas involucradas. Muchos de los accidentes registrados por la policía como accidentes sin víctimas no lo son en realidad, al haber lesiones internas que pasan desapercibidas en el momento de la confección del estado, pero que se manifiestan posteriormente, a veces incluso con resultado de muerte.

- **Accidente No Fatal:**

Se trata de un accidente en el que al menos una de las personas involucradas en el evento presente heridas, de mayor o menor grado. Se suelen clasificar las heridas de cada víctima como leves o graves, pero estos términos no están bien definidos, especialmente sin la existencia de un diagnóstico médico previo.

Las heridas calificadas en el atestado como leves, pueden ser en realidad graves, al igual que el accidente con víctimas puede ser calificado sin víctimas. Por otra parte, una herida clasificada grave puede ser en realidad una herida leve, como, por ejemplo, en el caso de que haya aparentemente una fuerte hemorragia, que en realidad solo se deba a heridas superficiales del cuero cabelludo.

- **Accidente Fatal**

Se trata de un accidente de tránsito con resultado de muerte de al menos una de las víctimas, los accidentes registrados en el atestado como: “con víctimas” son en realidad fatales debido al fallecimiento posterior a la fecha del atestado, el fallecimiento puede ocurrir incluso meses después del accidente.

2.2.4.1. Tipos de accidentes de tránsito

- **Atropellamiento**

Es el accidente en el que un peatón o animal es alcanzado por un vehículo motorizado o no. Puede ocurrir en la vía o en la acera. En el momento del accidente, el peatón puede estar cruzando la vía, andando por la acera o por la vía, o parado. Atropellamiento múltiple es el accidente con dos o más víctimas atropelladas.

- **Colisión**

Es el accidente entre dos o más vehículos en movimiento en el mismo sentido o en sentidos opuestos, en la franja de la vía.

- Colisión trasera: Es la colisión entre dos o más vehículos en movimiento en el mismo sentido.

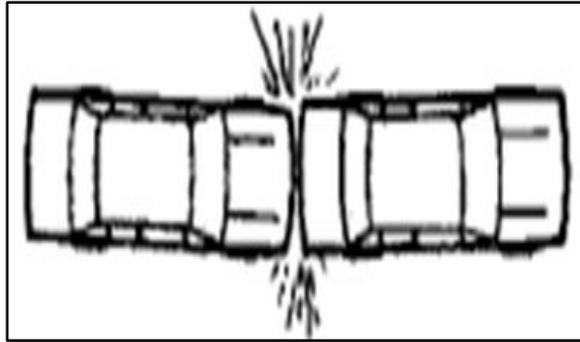


Figura 21: Colisión trasera

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- Colisión frontal: Es la colisión entre dos vehículos en movimiento en sentidos opuestos

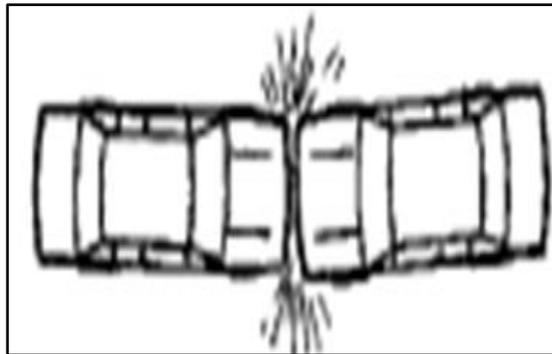


Figura 22: Colisión frontal

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- Colisión en cadena: Es la colisión de tres o más vehículos, uno detrás de otro. Puede ser por colisión trasera (*Obsérvese Figura 24*) o incluir colisiones frontales (*Obsérvese Figura 23*).

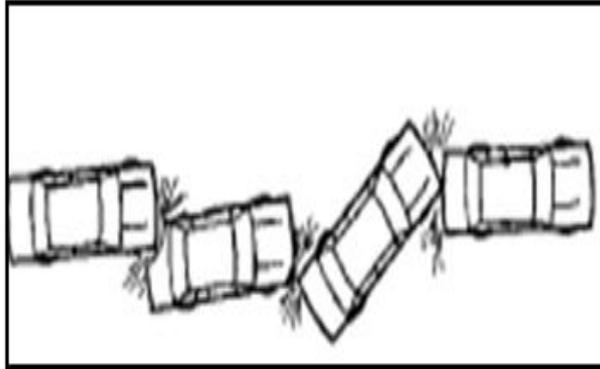


Figura 23: Colisión frontal de 4 vehículos
Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

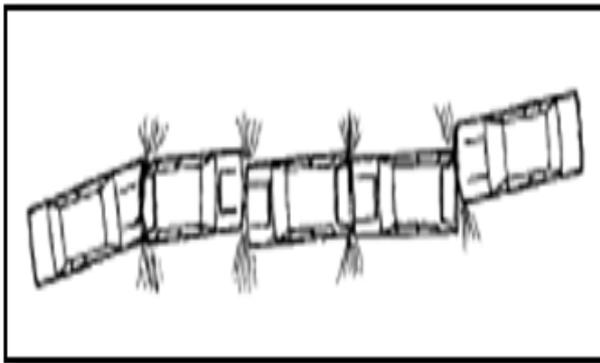


Figura 24: Colisión en cadena (trasera)
Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- Colisión lateral: Es el accidente entre vehículos en movimiento por carriles distintos, pero en el mismo sentido cuando uno de ellos inicia un desplazamiento a la izquierda o a la derecha.

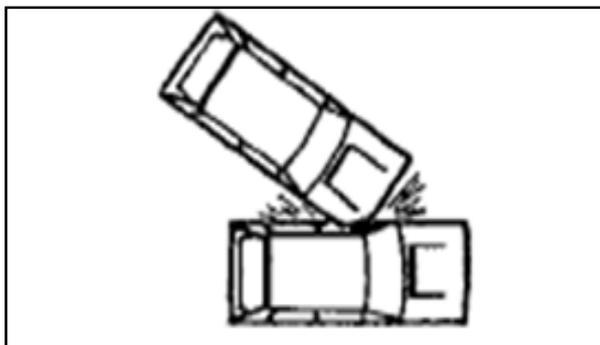


Figura 25: Colisión lateral
Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- Colisión transversal: Envuelve vehículos que van en direcciones con un ángulo de 90° u otro, generalmente en intersecciones, salidas de estacionamiento, etc.

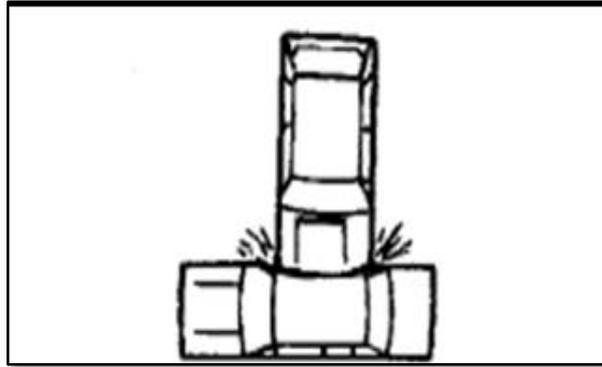


Figura 26: Colisión transversal

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- Colisión transversal frontal: Es cuando en una colisión transversal el punto de impacto entre ambos vehículos es la parte delantera.

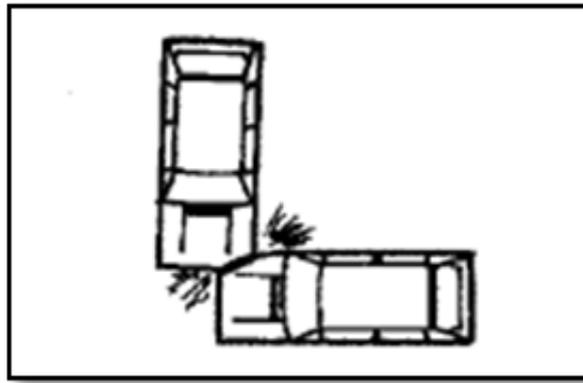


Figura 27: Colisión transversal frontal

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- Colisión lateral en sentidos opuestos: Es el accidente entre vehículos que van en sentidos opuestos y en distintos carriles. Generalmente uno de los vehículos está iniciando un desplazamiento a la izquierda o a la derecha.

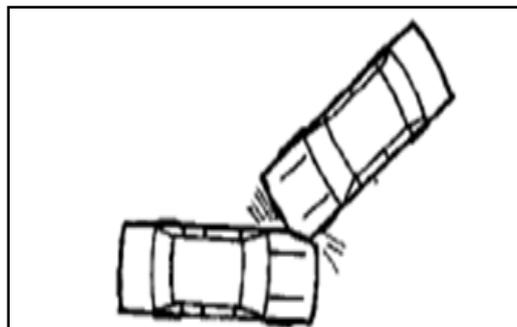


Figura 28: Colisión lateral en sentidos opuestos

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- **Choque**

Es el accidente entre un vehículo en movimiento y un obstáculo sin movimiento.

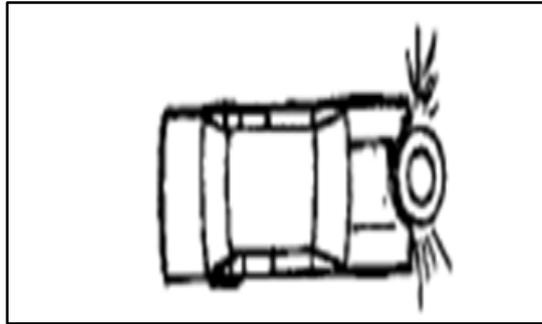


Figura 29: Choque

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

El obstáculo puede ser otro vehículo parado (por ejemplo, estacionado o parado temporalmente en un semáforo) o un obstáculo fijo. Normalmente, los obstáculos están fuera de la vía circulable y pueden ser entre otros: postes de iluminación, señales, árboles, quioscos de prensa, cabinas telefónicas, buzones de correos, defensas y vallas. En la propia vía, se incluyen señalizaciones, equipamiento y material de obras.

- **Vuelco de campana**

Es cualquier accidente en el que el techo del vehículo toma contacto con la calzada.



Figura 30: Vuelco de campana

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- **Vuelco lateral**

Es cualquier accidente en que uno de los lados del vehículo toma contacto con la calzada.



Figura 31: Vuelco lateral

Fuente: Aplicaciones de Ingeniería para reducir accidentes (Gold, P, 1998)

- **Combinación**

Evidentemente, puede haber accidentes que combinen dos o más de los tipos mencionados anteriormente, por ejemplo. Un atropellamiento que provoca una colisión en cadena y un vuelco.

2.2.4.2.Registro de accidentes

Según (Valdés Gonzales-Roldán, 2008) el estudio de los accidentes presenta multitud de dificultades que se suelen presentar en informes recogidos después de que se ha producido un accidente ya que se requiere cierta claridad de juicio y una experiencia específica. Es importante coordinar las labores de profesionales como la policía, ingenieros, urbanistas, fabricantes de automóviles, medios de enseñanza de forma que los accidentes se reduzcan al mínimo.

Por lo tanto, un buen sistema de registro de accidentes es el primer paso imprescindible para estudios relacionados con accidentes de tráfico. Sin embargo, en países mejor organizados, el registro de accidentes suele ser incompleto. El registro de accidentes tiene dos aspectos fundamentalmente distintos: la organización de la recogida de datos y la exposición o forma de presentar los mismos, para que los datos recogidos sean útiles es conveniente que contengan la mayor cantidad posible de detalles. Como mínimo:

1.- Datos de situación

Número o nombre de la carretera, punto kilométrico.

2.- Datos cronológicos

Fecha, hora, día o noche, día festivo o día laborable.

3.- Datos geométricos

Pendientes, alineaciones, anchura, detalles sobre el trazado y visibilidad.



4.- Datos Climatológicos

Estado del tiempo, temperatura aproximada, lluvia, niebla, nieve o hielo.

5.- Datos de funcionamiento

Estado del pavimento, señales y marcas viales existentes, sentidos de circulación, situación de bordillos o barreras.

6.- Datos sobre iluminación (solo en accidentes nocturnos).

Nivel de visibilidad, tipo de iluminación

7.- Datos personales

Edad, sexo, estado, profesión, experiencia, condiciones físicas.

8.- Datos del vehículo

Tipo, marca, edad, capacidad de viajeros, grado de carga, equipo auxiliar (cinturones de seguridad, barras protectoras).

9.- Datos sobre el accidente

Heridos, estado final del vehículo o vehículos, causa aparente del accidente.

2.2.4.3. Impacto Socioeconómico debido a los accidentes de tránsito

(Best, y otros, 2009) En su estudio del programa nacional de investigación en Accidentes de tránsito identificaron que los accidentes de tránsito tienen un impacto significativo en la economía del país, representando un poco más de 2% del PBI. Asimismo, se pudo identificar que los costos directos si afectan de manera importante la economía de las víctimas de los accidentes de tránsito, si bien porcentualmente no es significativo frente al costo asumido por el SOAT en la atención de emergencia y hospitalización, es mucho mayor en todo lo que tiene que ver con el proceso de rehabilitación para la recuperación de la víctima del accidente de tránsito.

A continuación, se muestra los gastos respecto a atención de emergencia (*Obsérvese Tabla 23*) y los de rehabilitación (*Obsérvese Tabla 24*) respecto a los accidentes de tránsito.

Tabla 23: Pagos de atención de emergencia

Pago de atención de emergencia	%	Valores absolutos en nuevos soles			
		Medio	D.E.	Rango	Suma S/.
Usted	8%	310.77	839.593	4970	1465309
Un familiar	14.70%	188.03	234274	1450	1234751
SOAT	70.40%	1045.75	688733	4338	18808743
Seguro Privado	2.90%	1500	0	0	214350
Otro	4.10%	352.05	563654	1750	402042
Total	100%				22125195

Fuente: PIAT, Salud Sin Límites Perú, 2009

Tabla 24: Pago de consulta de rehabilitación

Pago de consulta de rehabilitación	%	Valores absolutos en nuevos soles			
		Medio	D.E.	Rango	Suma S/.
Usted	38.30%	318.24	608.29	3498	1410072
Un familiar	49.40%	165.9	210.7	690	947584
SOAT	9.90%	406.47	462.02	998	465610
Otro	2.50%	1505.31	1492.61	2980	430368
Total	100%				3253634

Fuente: PIAT, Salud Sin Límites Perú, 2009

Cabe mencionar que existen gastos adicionales como medicinas de rehabilitación, exámenes de diagnóstico, material ortopédico de rehabilitación.

2.2.4.4. Accidentabilidad a nivel mundial

Según la Organización Mundial de la Salud (2009), todos los años fallecen más de 1,2 millones de personas en las vías de tránsito del mundo, y entre 20 y 50 millones sufren traumatismos no mortales. En la mayoría de regiones del mundo, esta epidemia de accidentes sigue aumentando.

El informe sobre situación mundial de la seguridad vial (2008) presenta que más del 90% de las víctimas mortales de los accidentes de tránsito que ocurren en el mundo corresponde a países de ingresos bajos y medianos, que tan sólo tienen el 48% de los vehículos del mundo.

La OMS prevé que los traumatismos por accidentes de tránsito aumentarán para pasar a ser la quinta causa principal de mortalidad en 2030 (*Obsérvese Figura 32*).

TOTAL 2004			TOTAL 2030		
NO. DE ORDEN	PRINCIPALES CAUSAS	%	NO. DE ORDEN	PRINCIPALES CAUSAS	%
1	Enfermedad isquémica del corazón	12,2	1	Enfermedad isquémica del corazón	12,2
2	Enfermedad cerebrovascular	9,7	2	Enfermedad cerebrovascular	9,7
3	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	7,0	3	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	7,0
4	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	5,1	4	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	5,1
5	Enfermedades diarreicas	3,6	5	Traumatismos por accidentes de tránsito	3,6
6	VIH/SIDA	3,5	6	Cánceres de la tráquea, los bronquios y el pulmón	3,5
7	Tuberculosis	2,5	7	Diabetes mellitus	2,5
8	Cánceres de la tráquea, los bronquios y el pulmón	2,3	8	Enfermedad cardíaca hipertensiva	2,3
9	Traumatismos por accidentes de tránsito	2,2	9	Cáncer del estómago	2,2
10	Prematuridad y bajo peso al nacer	2,0	10	VIH/SIDA	2,0
11	Infecciones neonatales y otras	1,9	11	Nefritis y nefrosis	1,9
12	Diabetes mellitus	1,9	12	Lesiones autoinfligidas	1,9
13	Paludismo	1,7	13	Cáncer del hígado	1,7
14	Enfermedad cardíaca hipertensiva	1,7	14	Cáncer colorectal	1,7
15	Asfixia del nacimiento y traumatismo del nacimiento	1,5	15	Cáncer del esófago	1,5
16	Lesiones autoinfligidas	1,4	16	Violencia	1,4
17	Cáncer del estómago	1,4	17	Alzheimer y otras demencias	1,4
18	Cirrosis del hígado	1,3	18	Cirrosis del hígado	1,3
19	Nefritis y nefrosis	1,3	19	Cáncer de mama	1,3
20	Cáncer colorectal	1,1	20	Tuberculosis	1,1

Figura 32: Principales causas de mortalidad; datos comparados de 2004 y 2030
 Fuente: Informe sobre situación mundial de la seguridad vial - OMS

Según el proyecto de la OMS Carga Mundial de Morbilidad, de 2004, los accidentes de tránsito causaron aquel año más de 1,27 millones de víctimas mortales, un número similar a las provocadas por muchas enfermedades transmisibles. Los traumatismos causados por el tránsito afectan a todos los grupos de edad, pero su efecto, es más causado entre los jóvenes.

El cuadro nos muestra que los traumatismos por accidentes de tránsito son sistemáticamente una de las tres causas principales de mortalidad en las personas de 5 a 44 años de edad (*Obsérvese Tabla 25*).

Aunque las tasas de accidente de tránsito en los países de ingresos altos se han estabilizado o disminuido en las últimas décadas, los datos indican que en la mayor parte de países la epidemia mundial de traumatismos por accidentes de tránsito sigue aumentando. Se estima que, a menos de tomarse medidas inmediatas, las víctimas mortales en las vías de circulación se incrementarán hasta convertirse en la quinta causa principal de mortalidad para 2030, teniendo unos 2,4 millones estimados de víctimas mortales por año.

Además de la muerte, éstos causan traumatismos de menor gravedad: se estima que en el mundo se producen entre 20 y 50 millones de traumatismos no mortales por año. Estas lesiones también son una causa importante de discapacidad.

La epidemia de traumatismos por accidentes de tránsito repercute también de forma considerable sobre la economía de muchos países, especialmente los de ingresos bajos y medianos, las pérdidas mundiales a causa de dichos traumatismos se estiman en US \$518 000 y cuestan a los gobiernos entre el 1% y 3% del producto nacional bruto, más que la cantidad total que esos países perciben en concepto de asistencia para el desarrollo.

Tabla 25: Principales causas de mortalidad en personas de 5 a 44 años de edad.

No.	0-4 AÑOS	5-14 AÑOS	15-29 AÑOS	30-44 AÑOS	45-69 AÑOS	70 + AÑOS	TODAS LAS EDADES
1	Afecciones perinatales	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Traumatismos causados por el tránsito	Infección por el VIH/SIDA	Cardiopatía Isquémica	Cardiopatía Isquémica	Cardiopatía Isquémica
2	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Traumatismos causados por el tránsito	Infección por el VIH/SIDA	Tuberculosis	Enfermedades cerebrovasculares	Enfermedades cerebrovasculares	Enfermedades cerebrovasculares
3	Enfermedades diarreicas	Malaria	Tuberculosis	Traumatismos causados por el tránsito	Infección por el VIH/SIDA	Enfermedad pulmonar obstructiva	Infecciones de las vías respiratorias inferiores
4	Malaria	Ahogamiento	Violencia interpersonal	Cardiopatía Isquémica	Tuberculosis	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Afecciones perinatales
5	Sarampión	Meningitis	Lesiones autoinfligidas	Lesiones autoinfligidas	Enfermedad pulmonar obstructiva	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmones	Enfermedad pulmonar obstructiva
6	Anomalías congénitas del corazón	Enfermedades diarreicas	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Violencia interpersonal	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmones	Diabetes mellitus	Enfermedades diarreicas
7	Infección por el VIH/SIDA	Infección por el VIH/SIDA	Ahogamiento	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Cirrosis hepática	Cardiopatía hipertensiva	Infección por el VIH/SIDA
8	Tos ferina	Tuberculosis	Incendios	Enfermedades cerebrovasculares	Traumatismos causados por el tránsito	Cancer del estómago	Tuberculosis
9	Meningitis	Malnutrición proteoenergética	Guerras y conflictos	Cirrosis hepática	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	Cancer colorrectal	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmones
10	Tétanos	Incendios	Hemorragia materna	Envenenamientos	Diabetes mellitus	Nefritis y nefrosis	Traumatismos causados por el tránsito
11	Malnutrición proteoenergética	Sarampión	Cardiopatía Isquémica	Hemorragia materna	Lesiones autoinfligidas	Enfermedad del Alzheimer y otras demencias	Diabetes mellitus
12	Sífilis	Leucemia	Envenenamientos	Incendios	Cáncer del estómago	Tuberculosis	Malaria
13	Ahogamiento	Anomalías congénitas del corazón	Aborto	Nefritis y nefrosis	Cáncer del hígado	Cancer del hígado	Cardiopatía hipertensiva
14	Traumatismos causados por el tránsito	Tripanosomiasis	Leucemia	Ahogamiento	Cancer de mama	Cancer del esófago	Lesiones autoinfligidas
15	Incendios	Caídas	Enfermedades cardiovasculares	Cancer de mama	Cardiopatía hipertensiva	Cirrosis hepática	Cancer del estómago
16	Tuberculosis	Epilepsia	Enfermedades diarreicas	Guerras y conflictos	Nefritis y nefrosis	Cardiopatía inflamatoria	Cirrosis hepática
17	Trastornos endocrinos	Leishmaniasis	Caídas	Caídas	Cancer de esófago	Cancer de mama	Nefritis y nefrosis
18	Infecciones de las vías superiores	Violencia interpersonal	Meningitis	Enfermedades diarreicas	Cancer colorrectal	Cancer de prostata	Cancer colorrectal
19	Anemia ferropénica	Guerras y conflictos	Nefritis y nefrosis	Cancer del hígado	Envenenamientos	Caídas	Cancer del hígado
20	Epilepsia	Envenenamientos	Malaria	Cánceres de tráquea, bronquios y pulmones	Cánceres bucales y orofaríngeos	Traumatismos causados por el tránsito	Violencia interpersonal

Fuente: Informe sobre situación mundial de la seguridad vial – OMS 2015

2.2.4.5. Accidentabilidad en Perú

Una de las principales variables relacionadas a la ocurrencia de accidentes de tránsito es el tamaño del parque automotor. Podemos observar en la tabla 26, en la región sudamericana, el Perú es uno de los países más pequeños en relación al tamaño del parque automotor, sin embargo, es el segundo país con mayor tasa de mortalidad por accidentes de tránsito, sólo superado por Venezuela. Son los peatones las principales víctimas de este tipo de accidentes, representando en el promedio sudamericano un 37.6% de los afectados, pero con niveles máximos que llegan al 78% en el caso de nuestro país, y 19.4% en el caso de Argentina. (Chía Ramirez & Huamaní Sandro, 2010)

Tabla 26: Tamaño del parque automotor y mortalidad estimada en países de la región.

País	Total población (millones)	Vehículos (millones)	Victimas mortales	Mortalidad estimado por 10,000 habitantes	Mortalidad de usuarios de vías de tránsito				
					Conductor/Pasajeros de veh de		ciclistas	peatones	otros sin específica
					cuatro ruedas	dos y tres ruedas			
Argentina	39.5	12.4	5,281	13.7	41.7	9.5	6.2	19.4	23.2
Brasil	191.8	49.6	35,155	18.3	9.8	20	4.6	27.9	37.7
Bolivia	9.5	0.7	1,394	16.7	59	4	1	35	1
Chile	16.6	2.8	2,280	13.7	24.3	2.6	6.5	40.1	26.6
Colombia	46.2	5	5,409	11.7	17.2	36.1	7.7	33.6	5.5
Ecuador	13.3	1	2,341	11.7	13.5	0.8	0.5	43.2	42
Paraguay	6.1	0.6	854	19.7	2.8	24.2	1.1	36.9	35
Perú	27.9	1.4	3,510	21.5	18		3	78	1
Uruguay	3.3	1	145	4.3	-	-	-	-	-
Venezuela	27.7	4	6,031	21.8	74.7	-	-	24.6	0.7

Fuente: Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial. OMS. 2015.

De acuerdo a los datos proporcionados por la Policía Nacional del Perú y analizados por el Ministerio de Salud, la tendencia del número de accidentes de tránsito, se está incrementando a nivel nacional. En el año 2002 se produjeron 74 221 accidentes de tránsito en comparación con el año 2012 en el que ocurrieron 94 972 lo que representa un incremento de 27% de los accidentes en el periodo analizado. (MINSa, 2013)

Para el análisis del caso a nivel nacional, en la Tabla 27 que se muestra a continuación se observa que los accidentes de tránsito en el 2008 afectando a 53548 personas. De ellas 50059 resultaron heridas y 3489 fallecieron.

Tabla 27: Accidentes de tránsito a nivel nacional: 2008

TOTAL	CANTIDAD	PORCENTAJE
Amazonas	271	0.03%
Ancash	1616	1.90%
Apurímac	428	0.50%
Arequipa	5594	6.60%
Ayacucho	752	0.90%
Cajamarca	3070	3.60%
Cusco	2514	2.90%
Huancavelica	47	0.10%
Huánuco	462	0.50%
Ica	1404	1.60%
Junín	1889	2.20%
La libertad	4020	4.70%
Lambayeque	597	0.70%
Lima y Callao	55983	65.60%
Loreto	1081	1.30%
Madre de Dios	112	0.10%
Moquegua	554	0.60%
Pasco	90	0.10%
Piura	1593	1.90%
Puno	929	1.10%
San Martín	382	0.40%
Tacna	243	0.30%
Tumbes	309	0.40%
Ucayali	1397	1.60%
TOTAL	85337	100%

Fuente: General PNP - Dirección de Estadística

Al analizar estas cifras por género, un 71% de los afectados son hombres, y el 29% restante corresponde a mujeres (*Obsérvese Tabla 28*).

Tabla 28: Afectados en accidentes de tránsito (según género y grado de afectación)

GENERO	MUERTOS	HERIDOS	TOTAL AFECTADOS
HOMBRES	2733	35268	38001
MUJERES	756	14791	15547
TOTAL AFECTADOS	3489	50059	53548

Fuente: General PNP - Dirección de Estadística

En la Figura 33 se muestra la cantidad de accidentes de tránsito ocurridos a nivel nacional durante los años 2006-2017 tanto en red viales urbanos y no urbanos, estos datos son considerados de enero a diciembre.

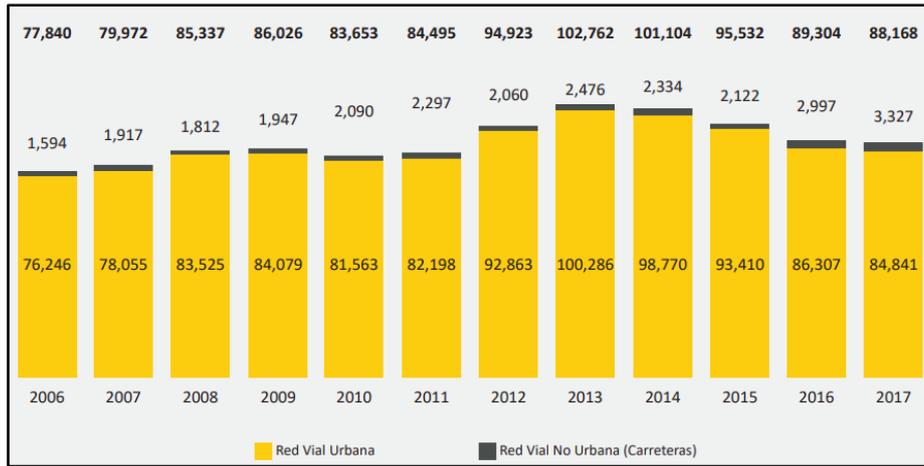


Figura 33: Accidentes de tránsito 2006-2017
 Fuente: Policía Nacional del Perú - Dirección de Estadística

2.2.4.6. Accidentabilidad / Seguridad Vial en Cusco

De acuerdo a la tabla N° 27 y el informe de anuario estadístico de la PNP (2014) Cusco es la quinta ciudad con mayor cantidad de accidentes de tránsito a nivel nacional. De la misma manera en la figura 34 se muestran la cantidad de denuncias registradas a partir del 2004.



Figura 34: Accidentes de tránsito por año, según departamento. Periodo: 2004 - 2014
 Fuente: Regiones y frentes policiales PNP

Según datos de la policía, el tipo de accidente más frecuentes en Cusco son los choques y atropellos, véase mejor en la figura 35.

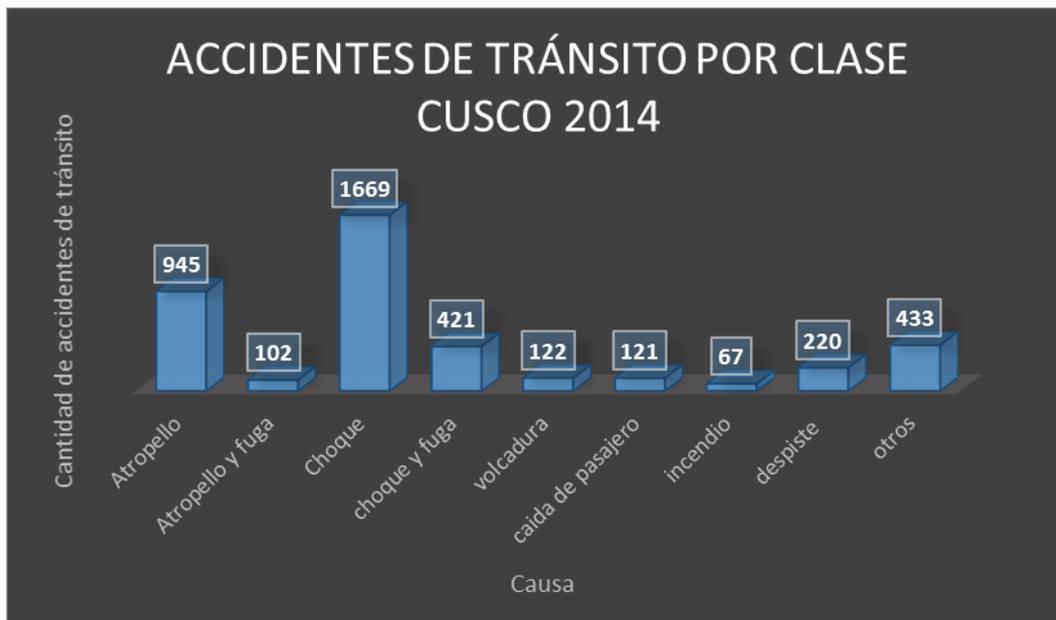


Figura 35: Accidentes de tránsito por clase según departamentos (año 2014)
Fuente: Regiones y frentes policiales PNP

Mientras que las causas más comunes por las que se suscitan los accidentes en la región del Cusco son por la imprudencia del conductor, desacatar las señales de tránsito y ebriedad del conductor (*Obsérvese figura 36*).

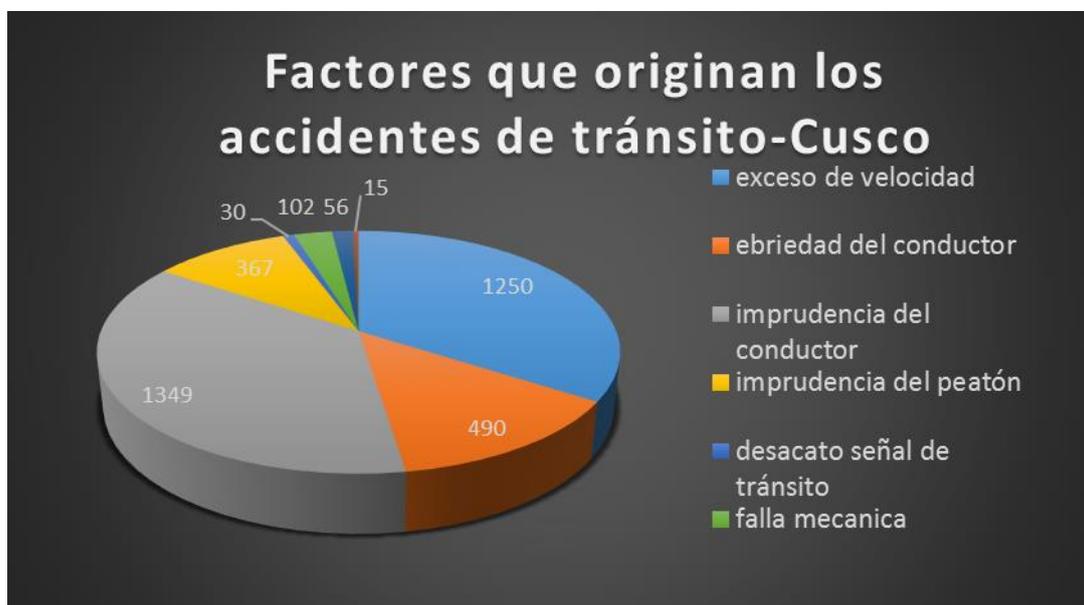


Figura 36: Causas que originan los accidentes de tránsito, según departamento (año 2014)
Fuente: Regiones y frentes policiales PNP

De acuerdo a los datos proporcionados por la Policía Nacional del Perú y analizados por el Ministerio de Salud, la tendencia del número de accidentes de tránsito, se está incrementando a nivel nacional. En el año 2002 se produjeron 74 221 accidentes de tránsito en comparación



con el año 2012 en el que ocurrieron 94 972 lo que representa un incremento de 27% de los accidentes en el periodo analizado. (MINSa, 2013)

2.2.5. Seguridad vial

Conjunto de normas teóricas y una aplicación práctica de las mismas en cualquier tipo de carretera o vía urbana, con la doble finalidad de conseguir la mayor seguridad y la mejor fluidez, para evitar el excesivo número de accidentes que se producen. (Truols Mateu & Sampedro Rodriguez, 2010)

Según (Cabrera, Velazquez, & Valladares, 2009) desde 1962, el concepto social de seguridad vial es entendido como la prevención de eventos y efectos por accidentes en las vías.

Por consiguiente, podemos definir la seguridad vial como las acciones y medidas orientadas a prevenir o evitar los accidentes de tránsito, en las cuales al mejorar las características técnicas (sección transversal, señalización, control del tráfico-velocidad y trazado de la carretera) se mejora la seguridad vial en carreteras.

La seguridad vial se clasifica en:

2.2.5.1. Seguridad Sustantiva y Nominal

2.2.5.1.1. Seguridad Sustantiva

La seguridad sustantiva también seguridad objetiva o estadística, estima los resultados que un diseño o mejoramiento de la vía pueda tener en la siniestralidad futura. Para ello se precisan métodos para predecir la frecuencia futura de los accidentes y sus consecuencias, según las condiciones o parámetros incorporados al diseño. Es necesario basarse en hechos y no en conjeturas, fundamentarse en conocimientos obtenidos de la investigación y no en juicios sin sustento. (Sierra, Berardo, & Fissore, 2013)

2.2.5.1.2. Seguridad Nominal

La seguridad nominal, legal o normativa se refiere a la condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas; los valores de las normas no son la frontera entre lo seguro y lo inseguro; simplemente recogen lo que unos profesionales consideraban una práctica aceptable en ese momento, muchas veces condicionada por otros objetivos del diseño vial, como la economía, la integración ambiental, etcétera. Por tanto, cumplir con la seguridad nominal no es garantía de que el diseño sea seguro. (Sierra, Berardo, & Fissore, 2013)

La seguridad nominal es una característica de diseño o carretera cumple con los criterios mínimos o no, en cuanto a la seguridad sustantiva es el rendimiento de seguridad real a largo plazo o esperado de una carretera.

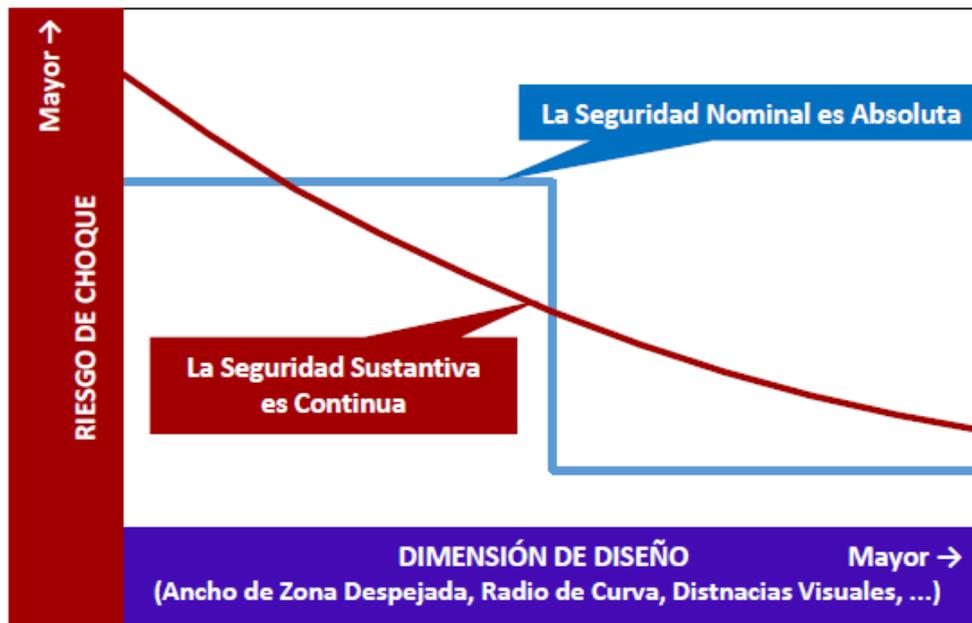


Figura 37: Comparación de seguridad nominal y sustantiva

Fuente: Informe técnico FHWA, estrategias de mitigación para excepciones de diseño.

De la figura 37 se infiere que el desempeño de seguridad sustantiva (línea azul) no siempre es directamente con su nivel de seguridad nominal ((línea roja). No es raro que un camino sea nominalmente seguro (todos los elementos de diseño cumplen los criterios estándares), y sustantivamente inseguro. Análogamente, algunos caminos nominalmente peligrosos (uno o más elementos de diseño no cumplen los criterios de diseño) funcionan según un nivel elevado de seguridad sustantiva. Hay muchas razones para esta aparente paradoja; una es que los criterios suelen basarse en una amplia aplicación de suposiciones, conjeturas y modelos simplificados.

2.2.5.2. Factores que influyen en la Seguridad Vial

Desde el punto de vista de la accidentabilidad, existen tres elementos principales que contribuyen, individual o conjuntamente, a la ocurrencia de cada accidente de tránsito: el factor humano, el vehículo, y la vía y el entorno. Estos factores, a menudo, se combinan en una cadena de acontecimientos que resultan en un accidente. El mal comportamiento de un conductor puede combinarse con condiciones climáticas adversas, actitudes de otros usuarios de la vía, elementos peligrosos al borde de la vía o un tramo de la vía defectuosa, todo lo cual puede resultar en un accidente con consecuencias fatales. (Main Roads Western Australia, 2015)



Siendo así tenemos las siguientes definiciones:

a) Factor Humano

Se refiere a factores claves de la conducta humana en relación a cómo los conductores interactúan con los componentes de la infraestructura incluyendo su geometría, señalización vertical, horizontal y otros factores visibles y sensibles en la vía.

Por otro lado, la distracción o cansancio al volante por falta de atención del conductor, pueden conducir a errores. También un conductor puede estar sobrecargado por el procesamiento de la información necesaria para llevar a cabo múltiples tareas al mismo tiempo, lo que a la larga puede producir un error en la conducción.

b) Factor de la Vía - Entorno

Se refiere a las condiciones y calidad de la vía, el pavimento, las cunetas, las intersecciones y el sistema de control de tránsito, ya pueden ser factores condicionantes para que ocurran los accidentes.

c) Factor Vehicular

Las condiciones mecánicas de un vehículo puede ser también la causa de los accidentes tales como: los frenos defectuosos en camiones pesados, etc. (CONASET - Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, 2003)

d) Factor ambiental

Se refiere a las condiciones meteorológicas como: hielo, viento, niebla, lluvia, nieve, o situaciones como cruce de animales, obras en la vía, etc. Se incluye a este factor, una adecuada relación entre caminos, vehículos, y ciudades, permitiendo que los usuarios de los espacios públicos puedan respirar aire limpio, o materiales con los que se fabrican los neumáticos sean adecuados y contribuyan a un mejor manejo, seguridad o performance del vehículo, de forma que minimicen el riesgo de ocurrencia de accidentes o que minimicen el impacto de los mismos.

e) Factor normativo e institucional

De acuerdo a (Chía Ramirez & Huamaní Sandro, 2010) este factor incluye a las diversas instituciones que tienen que participar en la solución de este problema (*Obsérvese Tabla 29*).

Tabla 29: Instituciones Responsables de la Seguridad Vial en el país

Gobierno Nacional	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)				
	Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN)				
	Ministerio del Interior				
	Ministerio de Trabajo y Promoción del empleo				
	Ministerio de Salud				
	Ministerio del Ambiente				
	Ministerio de Educación				
	Ministerio de Justicia				
Gobierno Regional	Direcciones Regionales de Transporte				
	Oficinas de Circulación Vial				
Gobierno Municipal	Secretaría de Transporte Urbano				
Instituciones Públicas de Competencia Transversal	Policía Nacional del Perú (PNP)				
	INDECOPI				
	ADUANAS/SUNAT				
	Poder Judicial				
	Ministerio Público				
	Defensoría del Pueblo				
	Congreso de la República				
Instituciones Privadas	Asociaciones de empresarios de Transporte				
	Asociaciones de consumidores				
	Medios de comunicación				

Fuente: MTC, Accidentes de tránsito en el Perú 2010

2.2.6. Auditoria de Seguridad vial e Inspección de Seguridad Vial

2.2.6.1. Auditoria de Seguridad Vial

El MTC en el Manual de Seguridad Vial (2016) define una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) como un procedimiento sistemático de comprobación de las condiciones de seguridad, en todas las etapas del proyecto, para todos los posibles usuarios de la vía y a su vez deberá ser auditado por un equipo calificado e independiente quienes comprueban las condiciones de la vía, analizando todos los aspectos de la misma y su entorno que puedan intervenir en la seguridad de los usuarios, no sólo motorizados, sino también otros usuarios vulnerables como ciclistas o peatones. En caso de que este procedimiento se realice a una vía ya existente, se denomina Inspección de Seguridad Vial (ISV).

Gil Mota (2014), afirma que la ASV debe proponer los cambios necesarios para evitar los accidentes o reducir su severidad. El resultado final de la auditoría es un informe, en lo cual se



hacen recomendaciones para eliminar o reducir los defectos encontrados. Las actividades de la ASV terminan algún tiempo después de la apertura al tráfico de las carreteras.

Considerando los autores ya mencionados, una ASV es un procedimiento o análisis preventivo realizado antes de que la vía sea construida o reconstruida cuyo objetivo es la prevención de accidentes que puedan ocurrir en una vía cuando esta se encuentre en operación, es decir mejorar la seguridad vial; teniendo como resultado un informe final de la inseguridad en la vía, medidas que eviten la ocurrencia de accidentes o disminuir la severidad del accidente si se diera el caso.

Necesidad de realizar las auditorías de seguridad vial.

Según Díaz Pineda, (2005):

La realización de ASV presenta a priori varios beneficios:

- Permite reducir la probabilidad de que se produzcan accidentes en la red de carreteras.
- Permite que se reduzca la gravedad de los accidentes que inevitablemente se producen en las carreteras.
- Los responsables del diseño y de la gestión de tráfico adquieren una mayor “conciencia de seguridad vial”.
- Se reduce el coste de medidas paliativas para la mejora de la seguridad en la fase de explotación.
- El coste del proyecto para toda la sociedad se reduce, incluyendo el coste económico y social de los accidentes

2.2.6.2. Inspección de Seguridad Vial (ISV)

El MTC en el Manual de Seguridad Vial define una Inspección de Seguridad Vial (ISV) en carreteras en servicio como “Procedimiento sistemático en el que un profesional calificado e independiente comprueba las condiciones de la vía, analizando todos los aspectos de la misma y su entorno que puedan intervenir en la seguridad de los usuarios, no sólo motorizados” (p178).

Las ISV's tiene por objeto identificar carencias potenciales de la carretera con el fin de reducir la probabilidad de que se produzca un accidente en ese tramo, mediante la aplicación de las medidas correctoras oportunas. Esto contribuirá, a reducir los costes individuales, familiares y sociales asociados a los accidentes. (PIARC: Permanent International Association of Road Congresses, 2007)

En otras palabras, las ISV no necesitan de un registro de accidentes ya que se enfoca en identificar las deficiencias de seguridad y condiciones que suponen un riesgo de ocasionar un accidente en la infraestructura viaria para que se adopten las medidas preventivas oportunas. Por ello, la presente tesis toma como base de investigación las ASV para la aplicación de las ISV.

Una inspección de seguridad vial trata sobre realizar un análisis a detalle de los elementos de una vía verificando las condiciones de éstas, con el objetivo de reducir la probabilidad de que se susciten accidentes de tránsito.

2.2.6.3. Aspectos de seguridad para realizar una ISV

El Manual de Seguridad Vial 2017 presenta un listado de parámetros para la realización del ISV, al cual es necesario hacer una lista chequeo en base a las características de la vía que se va a evaluar. En la figura 38 se muestra los parámetros a evaluar para la realización de una ISV.

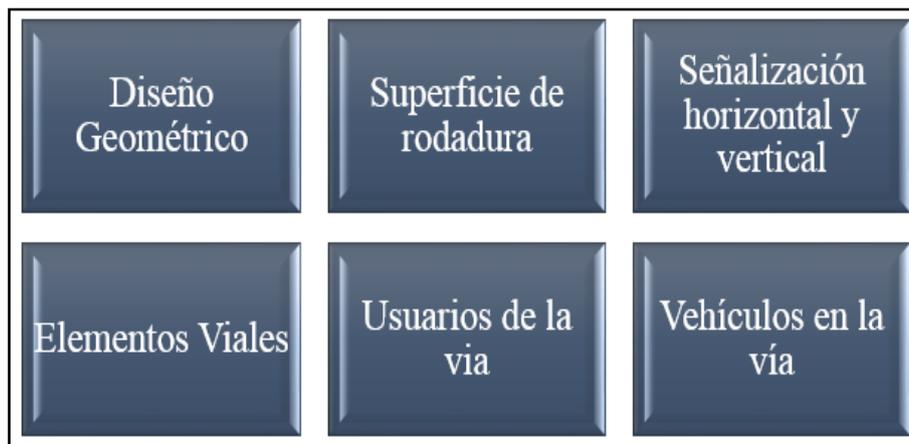


Figura 38: Parámetros para aplicación del ISV
Fuente: MSV 2017 – MTC

A continuación se tiene una descripción de estos parámetros, sin embargo algunos de estos parámetros ya fueron descritos anteriormente, el diseño geométrico es explicado en el Ítem 2.2.2., los elementos viales son descritos en el Ítem 2.2.3. Como dispositivos de control de tránsito, dentro de los cuales se describen también la señalización horizontal y vertical en el Ítem 2.2.3.2. Presentado en la página 30

2.2.6.3.1. Superficie de rodadura

El estado y características de la superficie de rodadura afectan de manera importante la posibilidad de accidentes de tránsito. La adherencia es aquella que gobierna la dinámica del



vehículo, por lo tanto, el grado de ésta debe permitir que la interacción entre el neumático y la superficie de rodadura sea buena.

Las fallas más comunes en el pavimento son: agrietamiento superficial, agrietamiento profundo -conocida como piel de cocodrilo-, hundimiento, descascaramiento y baches (Jose Heredia & Asociados C.A, 2004)

Las grietas profundas permiten la filtración de agua al interior de la carpeta de asfáltica o concreto generando que el daño a éste aumente aún más y, por ende, el mantenimiento sea más costoso y tome más tiempo.

Las vías con baches son peligrosas pues el conductor al darse cuenta de éstas realiza inesperadamente, maniobras erróneas -invasión de otros carriles- para evitarlos.

El buen estado del pavimento debe mantenerse por lo que es esencial que la vía disponga de sistemas de drenaje.

2.2.6.3.2. Usuarios de la vía

En el contexto del diseño vial, el término "factor humano" implica la consideración de los usuarios de la vía. Como se mencionó al comienzo de esta Guía, los tres factores contribuyentes: humano, vehículo, vía y entorno, actúan solos o conjuntamente. (CONASET - Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, 2003)

2.2.6.3.3. Vehículos en la vía

La CONASET (2003) afirma que la composición del flujo vehicular es un factor importante, no es lo mismo que en una vía circulen solo vehículos livianos a una en la que circulen también pesados, es así que es importante saber cómo afectan los vehículos pesados en la circulación por dos razones:

- Al ser de mayor tamaño ocupan mayor espacio vial.
- Tienen capacidades operativas más limitadas que los livianos, particularmente en relación con la aceleración, desaceleración, adelantamientos y la capacidad para mantener velocidades

2.2.6.4. Metodología y procedimiento de una ISV

Como ya mencionamos anteriormente y de acuerdo a la bibliografía considerada la actividad que se realizará en este proyecto de investigación será una Inspección de Seguridad Vial (ISV) ya que nuestra vía corresponde a una red de carretera existente. A continuación en la figura 39,

se muestra el procedimiento para realizar esta evaluación. (Torres Calderón & Aranda Jiménez, 2015)

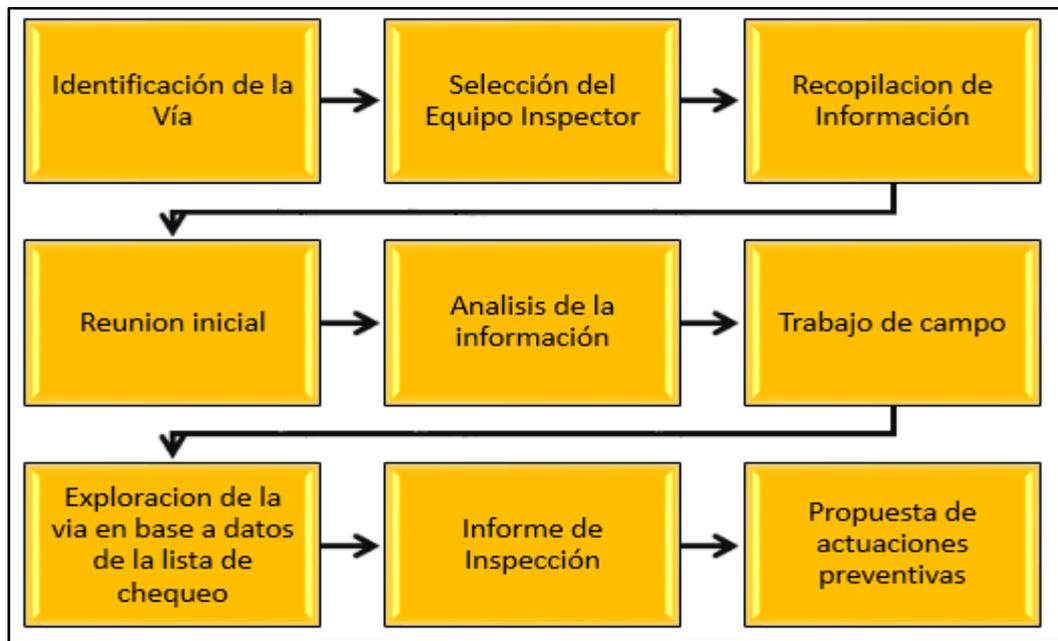


Figura 39: Procedimiento para realizar una ISV
Fuente: MSV – MTC

2.2.6.4.1. Tramos de concentración de accidentes

Definido en el Manual de Seguridad Vial (MTC, 2016) como aquellos tramos que presentan un número de colisiones (de un tipo particular) superior a tramos similares de la red vial, y en el que previsiblemente una actuación de mejora de la infraestructura puede dar lugar a una reducción significativa y eficaz de la accidentalidad. Se utiliza para hacer referencia a los puntos de mayor peligrosidad de una red vial.

2.2.6.4.2. Listas de chequeo

“Las listas de chequeo son herramientas de verificación que muestran todos los aspectos de seguridad que se revisarán de la carretera, de manera que no se olvide comprobar ninguno de ellos” (SCT: SECRETARIA DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES , 2018, pág. 17).

“Una auditoría y/o inspección exitosa no se obtiene marcando una lista de chequeo (ya sea en papel o en un sistema computarizado), las listas sólo son medios para un fin, no un fin en sí mismas” (MTC, Manual de Seguridad Vial 2017, pág. 219).



2.2.7. Highway Safety Manual – HSM 2010

2.2.7.1. Descripción general

La Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2010 después de más de una década de haber realizado estudios para obtener herramientas que realicen el análisis cuantitativo de la seguridad vial durante la planificación y desarrollo de proyectos viales publicó la primera edición del Highway Safety Manual traducido como Manual de Seguridad Vial, esta información fue publicada en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) razón por la cual se desarrolló un documento específico de Seguridad Vial.

Este manual representa un paso importante para la cuantificación y prevención de accidentes viales ya que antiguamente se tenían herramientas como Green Book (estándares de diseño) del AASHTO y el Highway Capacity Manual (operaciones viales) que no tenían las características de éste para el análisis de seguridad vial.

El método predictivo es considerado como un medio para estimar accidentes basados en geometría de la vía, características de funcionamiento y la intensidad de tráfico por medio del análisis de las bases teóricas y fórmulas para la predicción de accidentes.

2.2.7.2. Aplicaciones del HSM

Puede ser usado para:

- Identificar tramos con el mayor potencial de reducción de la frecuencia o severidad del choque.
- Identificar factores que aportan a los eventos de accidentes viales y tomar medidas para mitigar estos problemas.
- Realizar evaluaciones financieras de mejoras y priorizar proyectos.
- Evaluar la disminución de choques y los beneficios de tratamientos implementados.
- Estimar la frecuencia y severidad del choque potencial en las redes de carreteras.
- Estimar los efectos potenciales sobre la frecuencia de accidentes y la severidad de la planificación, diseño, operación y decisiones políticas.

2.2.7.3. Organización del HSM

El HSM está organizado por 4 etapas desde la planificación hasta las operaciones posteriores a la construcción y las actividades de mantenimiento su vez cada de una de estas presentan una división de capítulos. (*Obsérvese Figura 40*)

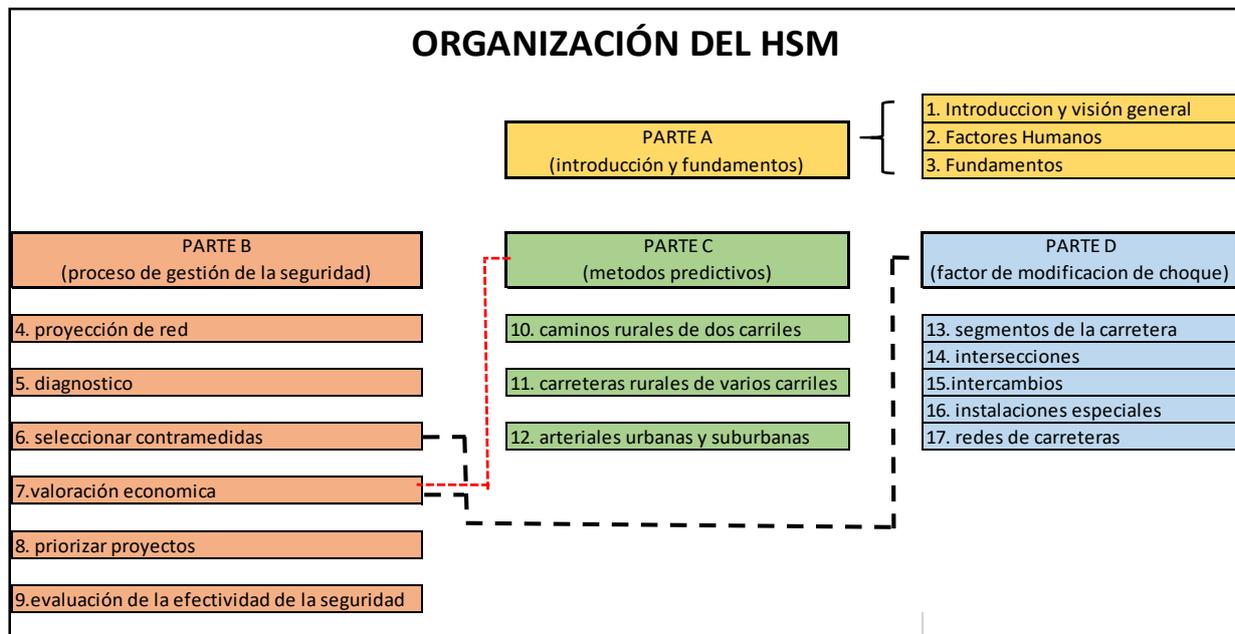


Figura 40: Organización del Manual de seguridad vial HSM 2010

Fuente: HSM 2010

2.2.7.4. HSM parte C “Métodos predictivos” - Cap. 10 Caminos rurales de dos carriles

La presente tesis de investigación se desarrolla dentro de los parámetros del Capítulo 10 del HSM en base a las características de la vía estudiada. En esta parte del manual se proporciona una metodología para estimar la frecuencia de accidentes promedio esperados de un sitio de la carretera para un período de tiempo dado, introduciendo el concepto de la función de desempeño de seguridad (FDS).

Se estima la frecuencia promedio de accidentes esperados, $N_{esperado}$, usando una estimación de modelo predictivo de frecuencia de accidentes, $N_{predicho}$ (llamado la frecuencia promedio de accidentes predecidos) y la frecuencia de accidentes observados, $N_{observado}$ solo si los datos están disponibles. Los elementos básicos del método predictivo son:

- ❖ La estimación de la frecuencia promedio de accidentes predichos $N_{predicho}$ (*Obsérvese Ecuación 3*) mediante un modelo predictivo para sitio específico. El modelo se ajusta para responder a las condiciones del sitio específico y las condiciones locales.

Ecuación 3: Frecuencia Promedio de Accidentes Predichos

$$N_{predicho} = N_{FDS} * C * (FMA_1 * FMA_2 * \dots * FMA_{12})$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- $N_{predicho}$: Frecuencia promedio de accidentes en el segmento de la carretera predicha para un año específico según sea el tipo de sitio. (accidentes/año)
 - N_{FDS} : Frecuencia media esperada de accidentes anuales para condiciones base según sea el tipo de sitio. (accidentes/año)
 - C: Factor de calibración para condiciones locales según sea el tipo de sitio.
 - FMA = Factores de Modificación de Accidentes considerando los efectos de consideración base según sea el tipo de sitio
- ❖ La aplicación del método empírico Bayes (EB) para combinar la estimación del modelo estadístico con la frecuencia de accidentes observados de un sitio específico.

Para la aplicación del método predictivo la carretera se divide en sitios individuales que pueden ser segmentos homogéneos, cada uno llamado un "sitio"; para lo cual presenta modelos predictivos separados; la fórmula del modelo predictivo está en base al IMDA tiene relación con la Función de Desempeño de Seguridad (FDS), mientras que el diseño geométrico y características de control de tránsito tienen relación con los Factores de Modificación de Accidentes (FMAs) y el Factor de calibración (C) que posteriormente se describe con mayor detalle.

2.2.7.4.1. Definiciones para desarrollar el método predictivo del HSM

A. Función de Desempeño de Seguridad (FDS)

Los SPF son modelos de regresión para estimar la frecuencia de accidentes promedio para un sitio con condiciones base en función al IMDA y a la longitud cuando se trata de segmento de carretera. (*Obsérvese Ecuación 4*) (Highway Safety Manual 2010. Cap. 10.)

Ecuación 4: Función de Desempeño de Seguridad

$$N_{FDS} = IMDA * L * 365 * 10^6 * e^{-0.312}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10



Donde:

- N_{FDS} : Frecuencia media esperada de accidentes anuales para condiciones base según sea el tipo de sitio. (accidentes/año)
- IMDA: Índice Medio Diario Anual
- L: Longitud del segmento de la carretera en millas

El FDS para segmentos de carretera proporciona resultados confiables cuando el IMDA tiene un rango de 0 a 17 800 vehículos por día. En caso el IMDA este fuera de este rango los resultados no son confiables.

El FDS está ligado con el parámetro de sobredispersión (k) que está en función de la longitud del segmento. Cuanto más cercano este a cero este valor de “ k ”, el valor de FDS es más confiable. (*Obsérvese Ecuación 5*)

Ecuación 5: Parámetro de Sobredispersión

$$k = \frac{0.236}{L}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- k = Parámetro de sobredispersión
- L = Longitud del segmento de la carretera en millas

B. Factores de Modificación de Accidentes (FMAs)

Los FMAs representan el cambio relativo en la frecuencia de accidentes debido a la variación de una condición dada, quedando constantes todas las otras condiciones y características del sitio.

Los FMAs cuantifican la frecuencia de accidentes relacionada con una característica específica de la vía, es decir que si una característica o condición es diferente a las condiciones de base los FMA pueden tomar valores mayores o menores a 1, dependiendo si la característica específica está asociada a una mayor o menos frecuencia de accidentes. (Highway Safety Manual 2010. Cap. 10.).

Para carreteras de dos carriles existen doce FMAs que para un mejor entendimiento se describe cada uno de ellos.

B.1. Ancho de Carril (FMA_1).

El FMA para el ancho de carril se realiza el análisis en base a un carril de 12 pies (3.66 m). Por lo tanto para los carriles de 3.66 m el FMA que le corresponde es 1,00 (Obsérvese la Tabla 30). Los FMAs expresados sobre esta base se ajustan, por lo tanto, a los accidentes totales dentro del método predictivo aplicando la Ecuación 6.

$$\text{Ecuación 6: } FMA_1 \\ FMA_1 = (FMA_{ra} - 1) \times Pra + 1$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA_1 : Factor de Modificación de Accidente en referencia al ancho de carril
- FMA_{ra} : Factor de modificación de accidentes debido al ancho de carril en fallos relacionados a las dimensiones de la vía (Obsérvese Tabla 30).
- Pra : Proporción del total de accidentes relacionados a los datos locales o por defecto, tiene un valor de 0.574 según el HSM.

El FMA_1 está relacionado al ancho de carril y el IMDA que se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30: FMA_{ra} - Ancho de carril

FMA_{ra}			
Ancho de Carril	IMDA (veh/día)		
m	<400	400 - 2000	>2000
≤ 2.75	1.05	$1.05 + 2.81 \times 10^{-4}(\text{IMDA} - 400)$	1.50
3.05	1.02	$1.02 + 1.75 \times 10^{-4}(\text{IMDA} - 400)$	1.30
3.36	1.01	$1.01 + 2.50 \times 10^{-5}(\text{IMDA} - 400)$	1.05
≥ 3.66	1.00	1.00	1.00

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

En caso de que los anchos de carril para las dos direcciones tienen diferentes medidas, la FMA se determina por separado para cada carril y los FMA resultantes se promedian para el resultado final.

B.1. Ancho y tipo de berma (FMA_2).

El valor del FMA para la berma se compone de dos valores; para el ancho de berma (FMA_{wra}) corresponde 6 pies (1.83 m) asignándole un valor 1 y en cuanto a la condición del tipo de berma (FMA_{tra}) es pavimentada asignando un valor de 1. (Obsérvese Tabla 31 y 32)

Tabla 31: FMA_{wra} – Ancho de Berma

FMA _{wra}			
Ancho de Berma	IMDA (veh/día)		
m	<400	400-2000	>2000
0.00	1.10	$1.10+2.50 \times 10^{-4}(\text{IMDA}-400)$	1.50
0.61	1.07	$1.07+1.43 \times 10^{-4}(\text{IMDA}-400)$	1.30
1.22	1.02	$1.02+8.125 \times 10^{-5}(\text{IMDA}-400)$	1.15
1.83	1.00	1.00	1.00
≥2.44	0.98	$0.98-6.875 \times 10^{-5}(\text{IMDA}-400)$	0.87

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Tabla 32: FMA_{tra} - Tipo de Berma

FMA _{tra}							
Tipo de Berma	Ancho de Berma (m)						
	0	0.31	0.61	0.92	1.22	1.83	2.44
Pavimento	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Grava	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02	1.02
Mat. Compuesto	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.06
Césped	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.08	1.11

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

La ecuación 7 muestra el cálculo para obtener FMA₂:

Ecuación 7: FMA₂

$$FMA_2 = (FMA_{wra} \times FMA_{tra} - 1.0) \times P_{ra} + 1.0$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA :Factor de modificación de accidentes en relación ancho y tipo de la berma
- FMA_{wra}: Factor de modificación en relación al ancho de berma.
- FMA_{tra}: Factor de modificación en relación al tipo de berma
- P_{ra}: Proporción del total de accidentes relacionados a los datos locales o por defecto, tiene un valor de 0.574 según el HSM.

En caso de que el tipo y ancho de berma sean diferentes me, la FMA se determina por separado para cada berma y los FMA resultantes se promedian para el resultado final.

B.3. Curvas Horizontales (FMA₃)

El FMA para las curvas horizontales tiene como condición base un segmento recto, por consiguiente en alineaciones con curvas circulares se debe modificar teniendo los datos de longitud de curvatura, radio, si existe la presencia de espirales o no.

La Ecuación 8 muestra el cálculo para la obtención del FMA₃:

$$\text{Ecuación 8: FMA}_3$$
$$FMA_3 = \frac{(1.55 \times L_c) + \left(\frac{80.2}{R}\right) - (0.012 \times S)}{(1.55 \times L_c)}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA₃: Factor de modificación de accidentes relacionados a la alineación horizontal.
- L_c: longitud de la curva horizontal (millas) que incluye la presencia de transiciones espirales.
- R: radio de curvatura (pies).
- S: El valor de 1.00 si la curva de transición espiral está presente; 0.50 si la curva de transición espiral está presente en uno, pero no en ambos extremos de la curva horizontal; 0.00 si la curva de transición espiral no está presente.

Si la longitud real de la curva o el radio es inferior a 100 pies, se llegará a utilizar el valor correspondiente a 100 pies es decir el FMA debe tomar el valor de 1.00 debido a que la condición de base es una tangente, no debe utilizarse valores menores a 1.00.

B.4. Peralte (FMA₄).

El FMA₄ se basa en la varianza del peralte es decir en la diferencia entre el peralte real y el peralte de diseño recomendado en el Libro Verde del AASHTO. Cuando el peralte real cumple o es mayor al valor indicado por el AASHTO entonces el FMA₄ toma el valor de 1.00.

En la tabla 33 se muestra las ecuaciones para el cálculo de FMA₄ en base a las condiciones que la carretera presenta.

Tabla 33: FMA₄ – Peralte

FMA ₄	
Variación de Peralte	Ecuación
SV < 0.01	FMA ₄ = 1.00
0.01 ≤ SV < 0.02	FMA ₄ = 1.00 + 6 x (SV - 0.01)
SV ≥ 0.02	FMA ₄ = 1.06 + 3 x (SV - 0.02)

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA₄: Factor de modificación de accidentes en relación a la varianza del peralte
- SV: Varianza del peralte (ft / ft) diferencia entre peralte dado por el AASHTO y el peralte real.

B.5. Pendiente Longitudinal (FMA₅)

El FMA₅ es utilizado para explicar la incidencia de los efectos producidos por la pendiente longitudinal, sin considerar el signo de la pendiente en segmentos de doble sentido, será uno positivo y el otro negativo. En la tabla 34 se muestra el valor que debe tomar el FMA en base al tipo de terreno y a la pendiente longitudinal de la vía.

Tabla 34: FMA₅ – Pendiente Longitudinal

Pendiente (%)		
Terreno llano	Terreno Moderado	Terreno Escarpado
≤ 3	3 < Pend ≤ 6	> 6
1.00	1.10	1.16

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

B.6. Densidad de Accesos (FMA₆)

El FMA₆ depende de la densidad de accesos en el segmento de la carretera teniendo la condición base de cinco accesos o entradas por milla es decir 3 por Km. El modelo para la condición base se estableció para carreteras con esta densidad de accesos, si la densidad de accesos es inferior a la condición base, FMA₆ es 1.00.

Se usa la Ecuación 9 para hallar el FMA₆ es:

Ecuación 9: FMA₆

$$FMA_6 = \frac{0.322 + DD \times [0.05 - 0.005 \times \ln(IMDA)]}{0.322 + 5 \times [0.05 - 0.005 \times \ln(IMDA)]}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA₆: Factor de modificación de accidentes en relación a la densidad de acceso
- IMDA: Índice medio diario anual promedio de la carretera evaluada (veh/día)
- DD: Densidad de acceso considerando los caminos de acceso a ambos lados de la carretera (N° acceso / milla) o (N° acceso /1.61 km)

B.7. Banda Sonora Central (FMA₇)

La banda sonora central tiene la función de alertar a los conductores que involuntariamente atraviesan o cruzan la línea central de la carretera.

El FMA₇ tiene como condición base la ausencia la banda sonora. En caso de que si exista la banda sonora el valor del FMA es 0.94 y la ausencia de esta toma el valor del FMA 1.00.

B.8. Carril de adelantamiento (FMA₈)

El FMA₈ tiene como condición base la ausencia de un carril de sobrepaso donde el FMA es igual a 1. En caso de que exista carril de sobrepaso en uno de los sentidos el FMA es 0.75 y si el carril de sobrepaso está en ambos sentidos el FMA es 0.65.

Este valor no se usa cuando las secciones de la carretera sean de cuatro carriles.

B.9. Carril para giro a la izquierda (FMA₉)

La instalación de un carril central de giro a la izquierda en dos vías implica crear una sección transversal de tres carriles y la posible reducción de accidentes relacionados con las maniobras de giro.

El FMA₉ tiene como condición base la carencia de esta; en caso de existir el carril para giro a la izquierda se aplica la ecuación 10:

Ecuación 10: FMA₉

$$FMA_9 = 1.00 - (0.7 \times P_{dwy} \times P_{LT/D})$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Ecuación 11: Accidentes relacionados con aceras como proporción del total de accidentes

$$P_{dwy} = \frac{(0.0047 \times DD) + (0.0024 \times DD^2)}{1.199 + (0.0047 \times DD) + (0.0024 \times DD^2)}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA₉ = Factor de modificación de accidentes en relación al efecto de carriles bidireccionales de giro a izquierda.
- P_{dwy} = Accidentes relacionados con aceras como proporción del total de accidentes
- PLT / D = Colapsos de giro a izquierda susceptibles de ser corregidos, en carretera por defecto se estima en 0.5.
- DD = densidad de acceso considerando los caminos de acceso a ambos lados de la carretera (N° acceso / milla) o (N° acceso / 1.61 km)

Se asume FMA₉ para la condición base igual a 1.0, si solo existen cinco o menos accesos por milla.

B.10. Índice de Riesgo (FMA_{10})

El FMA de Índice de riesgo (RHR) se utiliza para evaluar el peligro en la carretera, en la tabla 22 se indica una escala del 1 - 7 para la determinación del RHR.

Luego de obtener el valor del índice de riesgo RHR se aplica en la ecuación 12 correspondiente al FMA_{10} . La calificación base del RHR es 3 al que le corresponde un FMA igual a 1.

$$FMA_{10} = \frac{e^{(-0.6869+0.0668 \times RHR)}}{e^{(-0.4865)}}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA_{10} : Factor de modificación de accidentes relacionado al efecto del índice de riesgo provenientes del diseño de la vía.
- RHR: Valor del riesgo de la vía

B.11. Iluminación (FMA_{11})

El FMA_{11} tiene como condición base la ausencia de la iluminación dando un valor al FMA igual a 1, para segmentos con iluminación el FMA es calculado con la siguiente ecuación 13:

$$FMA_{11} = 1.00 - [(1.0 - 0.72 \times P_{inr} - 0.83 \times P_{pnr}) \times P_{nr}]$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- FMA_{11} = Factor de modificación de accidentes en relación al efecto de la iluminación en los segmentos de la vía.
- P_{inr} = Proporción de accidentes nocturnos totales para segmentos de carreteras sin iluminación que involucran una fatalidad o lesión.
- P_{pnr} = Proporción de accidentes nocturnos totales para segmentos de carreteras sin iluminación con daños materiales.
- P_{nr} = Proporción de accidentes totales para segmentos de carretera no iluminados que ocurren por la noche.

Se tienen valores predeterminados para P_{inr} , P_{pnr} y P_{nr} (*Obsérvese tabla 35*)

Tabla 35: P_{inr} - P_{pnr} - P_{nr} para el FMA_{11}

P_{nr}	P_{pnr}	P_{nr}
0.382	0.618	0.37

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

B.12. Velocidad Automatizada (FMA₁₂)

Los sistemas automatizados de regulación de velocidad utilizan el video o fotografías junto con el radar o los láseres para detectar el exceso de velocidad. La condición base para la aplicación de velocidad automatizada es la ausencia de esta. El valor de FMA₁₂ para el efecto de la regulación automatizada de la velocidad es de 0.93.

C. Factor de calibración (C):

Las frecuencias de accidentes en segmentos pueden variar de una zona a otra debido a las diferencias en clima, población de conductores, distintos umbrales de registro de accidentes y prácticas de registro de accidentes. Por ello, para compensar estas diferencias se incluye un factor de calibración de accidentes (C) que considera las condiciones locales y/o geográficas del sitio en estudio.

El HSM (2010) recomienda que para aquellas regiones donde se observan diferencias topográficas y climáticas apreciables, se determine un factor para cada tipo de terreno o región geográfica. El factor de calibración C (para segmentos de dos carriles indivisos) se obtiene mediante la ecuación 14.

Ecuación 14: Factor de Calibración (C)

$$C = \frac{\sum Nobs}{\sum Nesp}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde

- ❖ $\sum Nobs$: Sumatoria de la frecuencia de accidentes observados
- ❖ $\sum Nesp$: Sumatoria de la frecuencia de accidentes esperados

Para el cálculo de la frecuencia de accidentes esperada Nesperado para cada uno de los segmentos en estudio se calculan los FMA correspondientes y se asume un C igual a uno.

2.2.7.4.2. Método Empírico de Bayes - EB

El Método de Bayes empírico se enfoca en realizar una estimación del número de accidentes esperados para los periodos pasados usando tanto los datos de frecuencia de accidentes

observados en el sitio, así como la evidencia proveniente de otros sitios con características similares. Para tal efecto se utiliza la Función de Desempeño de Seguridad (FDS). (Agüero Valverde & Castro Estrada, 2015)

El HSM desarrolla la estimación de accidentes esperados con el método empírico de Bayes – EB, teniendo en cuenta que este procedimiento solo se desarrolla si se tiene acceso a los datos de accidentes registrados para el sitio específico o si los datos de accidentes son confiables; en ese entender el método de Bayes - EB es empleado para combinar la frecuencia promedio de accidentes predichos con la frecuencia de accidentes observados siendo la estimación más confiable estadísticamente porque se tienen los datos exactos de los accidentes.

Para la aplicación del método de EB en un tramo se combina la frecuencia de los accidentes observados con la estimación de modelos predictivos para mejorar la fiabilidad estadística de la estimación mediante un factor de ponderación “w” que está en función del parámetro de dispersión (k) asociado a los FDSs.

La frecuencia de accidentes promedio N_{esperado} se determina con la ecuación 15 mediante la ecuación 3 y ecuación 4:

Ecuación 15: Frecuencia promedio de accidentes esperados

$$N_{\text{esperado}} = w \times N_{\text{predicho}} + (1 - w) \times N_{\text{observado}}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Ecuación 16: Ajuste ponderado de Bayes

$$w = \frac{1}{1 + k \times \sum N_{\text{predicho}}}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- N_{esperado} : Frecuencia promedio de accidentes esperados para el período de estudio
- N_{predicho} : Frecuencia promedio de accidentes predichos para el período de estudio bajo la condición dada.
- $N_{\text{observado}}$: Frecuencia de accidentes registrados en el sitio durante el período de estudio
- w = Ajuste de peso ponderado para ser colocado en la estimación del modelo predictivo
- k = Parámetro de sobre dispersión de FDS

Luego se debe calcular el exceso de frecuencia de accidentes esperado (*Ecuación 17*) que corresponde a la diferencia entre los accidentes esperados y los predichos con el ajuste de Bayes empírico

Ecuación 17: Exceso de Frecuencia de Accidentes esperados

$$\Delta = N_{esperado} - N_{predicho}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

El exceso permite identificar cuáles son los segmentos que tienen una mayor frecuencia de accidentes esperados que los estimados predichos, y se espera van a responder mejor a las propuestas, ya que poseen un exceso importante que puede disminuirse.

Cuando se aplica el método EB a nivel de proyecto el análisis se complica más ya que el parámetro de dispersión no es un valor único para un sitio sino para la combinación de un conjunto de sitios que conforman la red vial. Otra razón de complejidad es que no se puede asumir que los accidentes esperados para diferentes tipos de sitios son estadísticamente correlacionados. El manual proporciona hojas de cálculos se usan para acabar la estimación de accidentes esperados.

2.2.7.4.3. Pasos para desarrollar el método predictivo del HSM

Los pasos que se describen a continuación están explicados en el Highway Safety Manual (2010)

- ❖ Paso 1: Definir los límites de la carretera y dividirlo en segmentos para los que se espera estimar la frecuencia media de accidentes, la gravedad y los tipos de accidentes.
- ❖ Paso 2: Definir el período de análisis (medidos en años) puede ser por un periodo pasado o futuro, el periodo de análisis será determinado en base a la disponibilidad de IMDA observados o pronosticados, datos de accidentes observados y datos de diseño geométrico.
- ❖ Paso 3: Determinar el IMDA y la disponibilidad de datos de accidentes observados para determinar si el Método EB es aplicable.
- ❖ Paso 4: Determinar las características de diseño geométrico, características de control de tráfico y características del sitio para todos los segmentos en estudio.
- ❖ Paso 5: Divida la red de carreteras o la vía en segmentos homogéneos, la longitud de los segmentos deberá no ser menos de 0,10 millas o 160 metros lo que minimizará los esfuerzos de cálculo y no afectará los resultados.



- ❖ Paso 6: Asignar accidentes observados a los segmentos individuales (si aplican); este paso sólo se aplica si se determinó en el paso 3 que se puede aplicar el método EB del segmento específico. Si el Método EB específico del segmento no es aplicable, proceda al Paso 7.
- ❖ Paso 7: Seleccione el primer o siguiente segmento individual en la carretera de estudio. Si no hay más segmentos para ser evaluados y determinar todas las características de diseño geométrico, características de control de tráfico, IMDA y datos de accidentes observados en los; si no hay más segmentos vaya al Paso 15.
- ❖ Paso 8: Para el segmento seleccionado, seleccione el primer o el siguiente año en el período de interés. Si no hay más años para ser evaluados para ese segmento, proceda al Paso 15. Los pasos 8 a 14 se repiten para cada segmento en el estudio y para cada año en el período de estudio.
- ❖ Paso 9: Para el segmento seleccionado, determine y aplique la Función de Desempeño de Seguridad (FDS).
Los pasos 9 al 13 se repiten para cada año del período de evaluación como parte de la evaluación de cualquier segmento de la carretera.
- ❖ Paso 10: Multiplique el resultado obtenido en el Paso 9 por los FMA apropiados para ajustar la frecuencia de accidentes previstos (FDS) al diseño geométrico específico del sitio y características de control de tráfico.
- ❖ Paso 11: Multiplicar el resultado obtenido en el Paso 10 (FDS) por el factor de calibración apropiado (C).
- ❖ Paso 12: Si hay otro año para ser evaluado en el período de estudio para el segmento seleccionado, regrese al Paso 8. De lo contrario, continúe con el Paso 13.
- ❖ Paso 13: Aplicar el método EB específico del segmento (si corresponde).
- ❖ Paso 14: Si hay otro segmento a ser evaluado, regrese al Paso 7, de lo contrario, proceda al Paso 15; este paso crea un bucle para los pasos 7 a 13 que se repite para cada segmento de carretera.
- ❖ Paso 15: Aplicar el método EB de la carretera, este paso es aplicable a las condiciones existentes cuando los datos de accidentes observados están disponibles, pero no se pueden asignar con precisión a segmentos específicos.
- ❖ Paso 16: Sumar todos los segmentos y años en el estudio para estimar los accidentes totales o la frecuencia promedio de accidentes predichos. El número total estimado de accidentes dentro de la carretera durante los años del período de estudio se calcula utilizando la ecuación 18:

Ecuación 18: Accidentes totales esperados

$$N_{Total} = \sum_{segmentos\ de\ carretera} N_{esperado}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- N_{total} = número total esperado de accidentes dentro de los límites de la carretera de estudio para todos los años en el período de interés.
- $N_{esperado}$ = frecuencia promedio de accidentes prevista para un segmento de la carretera utilizando el método predictivo durante un año

La ecuación 19 se utiliza para estimar la frecuencia total prevista de accidentes dentro de la carretera durante el período de estudio.

Ecuación 19: Promedio de accidentes esperados

$$N_{promedio\ total} = \frac{N_{total}}{n}$$

Fuente: Highway Safety Manual 2010. Cap. 10

Donde:

- $N_{promedio\ total}$ = total de la frecuencia promedio de accidentes predicho estimada para ocurrir dentro la carretera durante el período de estudio
- n = número de años en el período de estudio.
- ❖ Paso 17 - Determinar si hay un IMDA con proyección para ser evaluado.
- ❖ Paso 18 - Evaluar y comparar los resultados.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Las características geométricas, dispositivos de control, intensidad de tránsito, influyen en la alta accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.

2.3.2. Sub hipótesis

- Sub Hipótesis N° 1.

Las características geométricas influyen en la alta accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.



- Sub Hipótesis N° 2.

Los dispositivos de control influyen notablemente en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.

- Sub Hipótesis N° 3.

La intensidad de tránsito influye en la accidentabilidad de la carretera nacional PE-3S tramo Ancahuasi – Limatambo según la metodología de Inspección de Seguridad Vial y la metodología HSM 2010.

2.4. Definición de Variables

2.4.1. Variables Independientes

2.4.1.1. Identificación y descripción de las variables independientes.

- ❖ X₁.- Características Geométricas: Características de la infraestructura vial que deben cumplir con las normas técnicas y parámetros de diseño.
- ❖ X₂.- Dispositivos de control: Señales, marcas y dispositivos auxiliares colocados en la carretera para facilitar, regular, y asegurar el tránsito previniendo de accidentes a los usuarios de la vía.
- ❖ X₃.-Intensidad de tránsito: Valor numérico estimado del tráfico vehicular en un tramo de la red vial en un año.

2.4.1.2. Indicadores de variables independientes

- ❖ X₁.- Características geométricas:
 - a) Ancho de carril
 - b) Ancho de berma
 - c) Tipo de berma
 - d) Curvas horizontales
 - e) Curvas verticales
 - f) Peralte
 - g) Pendiente longitudinal
 - h) Carriles de adelantamiento
 - i) Carriles de giro a la izquierda



- ❖ X2.- Dispositivos de control:
 - a) Señalización horizontal y vertical
 - b) Iluminación
 - c) Densidad de accesos
 - d) Banda sonora central
 - e) Índice de riesgo
 - f) Velocidad automatizada.
- ❖ X3.- Intensidad de tránsito:
 - a) IMDA

2.4.2. Variables Dependientes

2.4.2.1. Identificación y descripción de variable dependiente.

Y1.- Accidentabilidad: Cantidad o frecuencia de accidentes en un lugar y tiempo determinado por diferentes aspectos.

2.4.2.2. Indicadores de variables dependientes

Y1: Accidentalidad:

- a) Cantidad de accidentes de tránsito
- b) Tipo de accidente de tránsito

2.4.3. Variables Intervinientes

2.4.3.1. Identificación y descripción de variables intervinientes.

XY.- Propuestas de mejoras técnicas: Mejoras propuestas a las características de la vía que no cumplen con las normas técnicas y parámetros de diseño que provocan inseguridad en los usuarios de la vía

Sobre las variables intervinientes llamados también constructores teóricos, son aquellos que participan con la variable independiente condicionando a la dependiente, esta variable no es objeto de estudio y de investigación, pero que al presentarse se puede efectuar, son proposiciones postuladas teóricamente sobre el fenómeno estudiado, pero que no pueden ser observadas directamente ni manipulados; su influencia solo puede ser inferida a partir de sus efectos sobre las variables dependientes. (Universidad Andrés Bello, 2018)



2.4.4. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 36: Cuadro de operacionalización de variable

TIPO DE VARIABLE	CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTES	X1: Características geométricas	Características de la infraestructura vial que deben cumplir con las normas técnicas y parámetros de diseño.	Cuantitativo	Ancho de carril	Metro	Wincha Topográfica
			Cuantitativo	Ancho de berma	Metro	Wincha Topográfica
			Cualitativo	Tipo de berma	A,B,C,D	Ficha de observación
			Cuantitativo	Curvatura horizontal	Metro	GPS Submetrico
			Cuantitativo	Curvatura vertical	Metro	GPS Submetrico
			Cuantitativo	Peralte	%	Eclimetro
			Cuantitativo	Pendiente longitudinal	%	GPS Submetrico
			Cualitativo	Carriles de adelantamiento	∃ ó ∄	Ficha de observación
			Cualitativo	Carriles de giro a la izquierda	∃ ó ∄	Ficha de observación
	X2: Dispositivos de control de Tránsito	Señales, marcas y dispositivos auxiliares colocados en la carretera para facilitar, regular, y asegurar el tránsito previniendo de accidentes a los usuarios de la vía.	Cualitativo	Señales verticales y horizontales	Bueno o malo	Inventario vial
Cualitativo			Iluminación	∃ ó ∄	Inventario vial	
Cuantitativo			Densidad de accesos	Unid/Km	Guia de observacion	
Cualitativo			Banda sonora central	∃ ó ∄	Guia de observacion	
Cuantitativo			Índice de riesgo	1 al 7	Guia de observacion	
Cualitativo	Velocidad automatizada.	∃ ó ∄	Guia de observacion			
X3: Intensidad de tránsito	Valor numérico estimado del tráfico vehicular en un tramo de la red vial en un año.	Cuantitativo	IMDA	Veh/día	Ficha de aforo vehicular	
VARIABLE DEPENDIENTE	X4: Accidentabilidad	Cantidad o frecuencia de accidentes en un lugar y tiempo determinado por diferentes aspectos.	Cuantitativo	Cantidad de accidentes de tránsito	Número	Guía de observación (registro de accidentes de tránsito)
			Cualitativo	Tipo de accidente de tránsito	Tipo	
VARIABLE INTERVINIENTE	XY: Propuestas de mejoras técnicas	Mejoras propuestas a las característica de la vía que no cumplen con las normas técnicas y parámetros de diseño que provocan inseguridad en los usuarios de la vía				Planteamiento de mejoras

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio en el libro Metodología de la Investigación indica sobre enfoque cuantitativo que este utiliza la recolección de información o datos para probar hipótesis planteadas, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

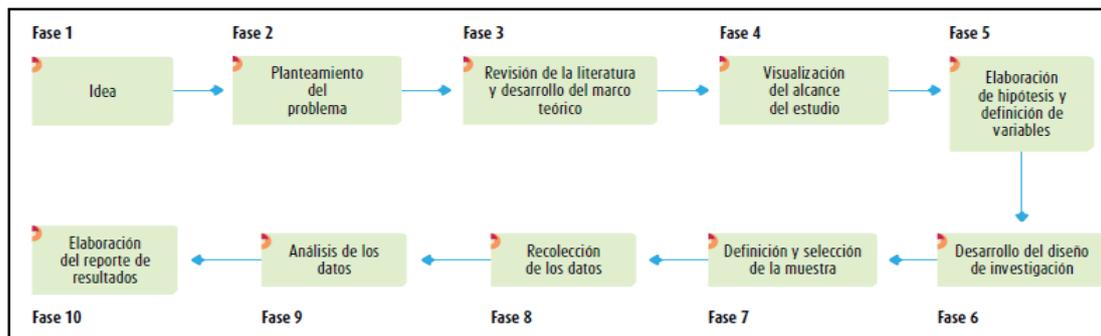


Figura 41: Proceso cuantitativo
Fuente: Hernández Sampieri (2014)

Esta investigación tiene un enfoque CUANTITATIVO, ya que se miden y analizan los factores que inciden en la ocurrencia de accidentes de tránsito de la carretera 3S en el tramo Ancahuasi–Limatambo, planteándose primero las hipótesis para luego demostrar si éstas son verdaderas o falsas.

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación

En base al libro ya mencionado anteriormente Metodología de la Investigación del Dr. Hernández Sampieri el nivel descriptivo busca especificar las propiedades, características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

En el nivel explicativo según (Terrones, 2016) el investigador da una explicación del hecho, fenómeno o problema de manera clara y precisa, para encontrar las causas que lo originaron, las consecuencias que produjeron.

Por lo tanto, la presente investigación es de nivel Descriptivo-Explicativo ya que medirá las variables establecidas para metodología de ISV del Manual de Seguridad Vial y el HSM;



además explica la relación que tienen las variables establecidas con la ocurrencia de accidentes de tránsito.

3.1.3. Método de investigación

El método establecido para la investigación será el HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO, en el cual, “las hipótesis se contrastan con la realidad para aceptarse o rechazarse en un contexto determinado” (Hernández Sampieri, 2014).

En la presente investigación se plantean las hipótesis generales y específicas para que, al obtener los resultados se aseveren o refuten tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones de la investigación.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño metodológico

Según Carrasco Diaz (2006), en la investigación no experimental las variables independientes carecen de manipulación intencional, analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia.

Según Hernández Sampieri (2013), el diseño longitudinal busca conocer los hechos y fenómenos de la realidad, ya sea en su esencia individual o en su relación a través del tiempo, pudiendo ser dos, tres o más años.

En el desarrollo de la presente tesis se divide en dos etapas; la primera etapa es NO EXPERIMENTAL ya que no se tiene un contacto directo con las variables independientes debido a que los hechos ya han ocurrido y/o no son manipulables; a su vez presenta un diseño LONGITUDINAL debido a que se recoge información en diferentes tiempos además se consigue información de diferentes periodos (años) para ver la evolución del problema de investigación.

En la segunda etapa presenta un diseño CUASI EXPERIMENTAL ya que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar los resultados que esta manipulación tiene sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control. (Hernández Sampieri, 2013)

3.2.2. Diseño de Ingeniería

La investigación comprende cuatro etapas principales de ingeniería:



I ETAPA

En esta etapa se realiza la recolección de datos necesarios en campo, empezando por la recopilación de información policial sobre la cantidad y tipo de accidentes de tránsito ocurridos en los últimos 05 años (2014-2018) según sea la jurisdicción correspondiente, luego se procedió con la recolección de datos de las características geométricas de la vía así como: longitud de la vía, ancho de carril, número de sentidos, ancho y tipo de bermas, curvas, peralte, pendiente, carril de adelantamiento, carril de giro a izquierda; seguidamente se realizó la verificación in situ de los dispositivos de control de tránsito como iluminación, señalización horizontal y vertical, densidad de accesos, velocidad automatizada y bandas sonoras obteniendo un inventario vial y guías de observación; así mismo se hizo recopilación del Índice Medio Diario Anual (IMDA) de los últimos 05 años registrado por la empresa concesionaria Survial (*Obsérvese Anexo A-5*), además se realizó como complemento un conteo vehicular de la vía por un periodo de 7 días de acuerdo al tipo de vehículo.

II ETAPA

Se procesaron los datos obtenidos en campo, de acuerdo a formatos establecidos para cantidad y tipo de accidentes de tránsito, las características geométricas de la infraestructura vial, dispositivos de control de tránsito, IMDA.

III ETAPA

Se efectuó un estudio de toda la información procesada en la II etapa, para poder realizar la evaluación de acuerdo a la Metodología de Inspección de Seguridad Vial del Manual de Seguridad Vial 2017 del MTC y un primer análisis con la Metodología HSM 2010, llegando a la demostración de las hipótesis planteadas.

IV ETAPA

Se plantean soluciones y/o intervenciones para mejorar la seguridad vial de la carretera PE-3S Ancahuasi- Limatambo pasando a realizar un segundo análisis con éstos datos.

Para culminar se obtienen los resultados y se formulan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Para un mejor entendimiento se realizó un flujograma sobre las etapas mencionadas. (*Obsérvese Figura 42*)

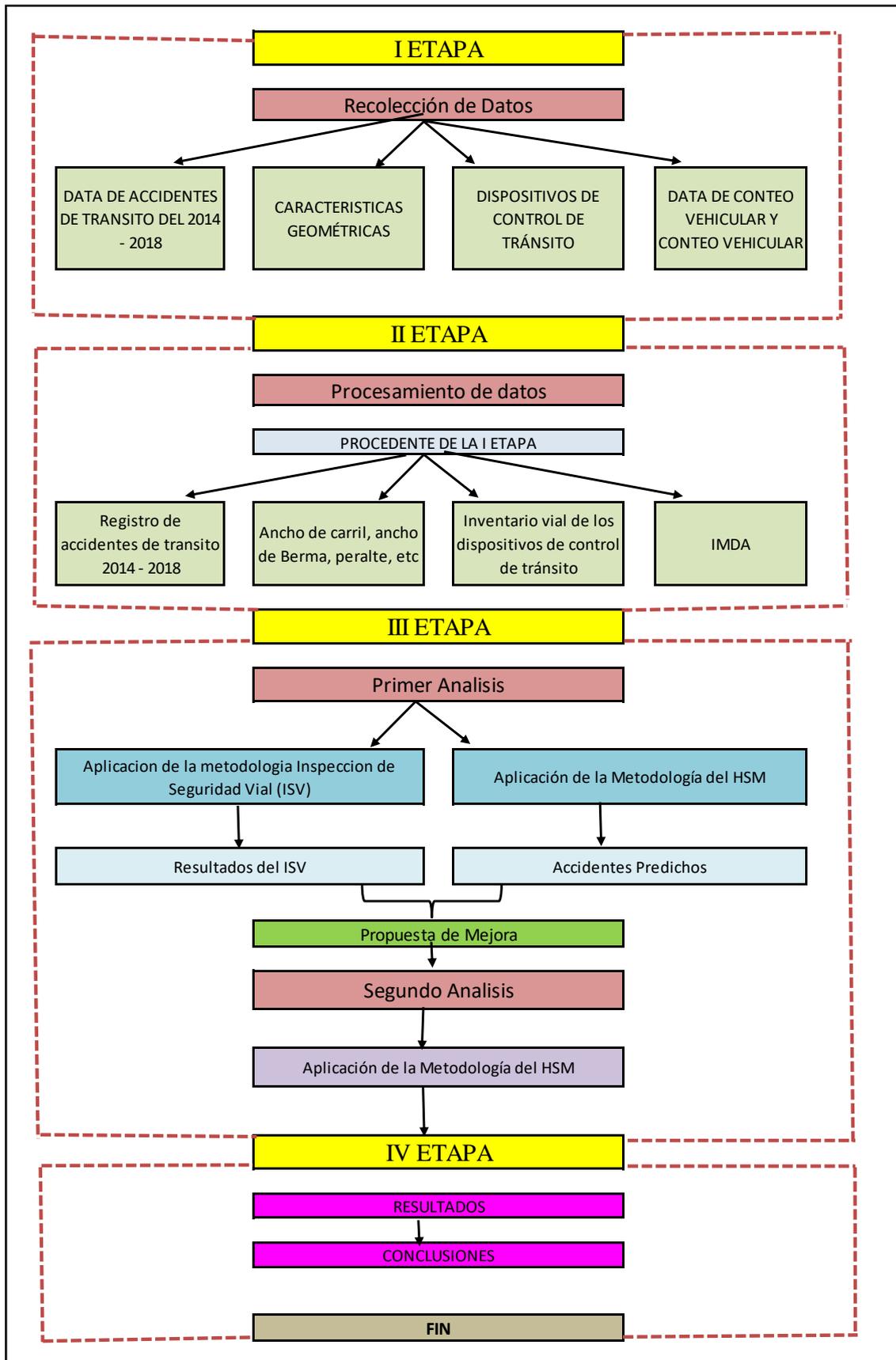


Figura 42: Organigrama de diseño de ingeniería



3.3.Población y Muestra

3.3.1. Población

Se considera como población: “la totalidad de individuos o elementos los cuales poseen características que serán analizadas en un lugar y en un momento determinado” (Valderrama Mendoza, 2004).

3.3.1.1.Descripción de la población

Teniendo en cuenta la definición anterior, la población para esta investigación es el conjunto de segmentos que conforman la carretera Ancahuasi-Limatambo de la Carretera Nacional PE-3S.

3.3.1.2.Cuantificación de la población

La población definida en la investigación está conformada por 115 segmentos de carretera que hacen un total de 34.58 Km, donde cada segmento tiene una longitud variable de acuerdo a sus condiciones.

3.3.2. Muestra

La muestra se define como un subconjunto representativo y con características similares a la población, la cual se somete a observación científica, con el propósito de obtener resultados válidos; la muestra es una parte de la población. (Sierra Bravo, 1994)

3.3.2.1.Descripción de la muestra

La muestra seleccionada para esta investigación son todos los segmentos de la vía que conforman el tramo comprendido entre los distritos de Ancahuasi y Limatambo de la carretera Nacional PE-3S.

3.3.2.2.Cuantificación de la muestra

Vienen a ser los 34.58 Km de la carretera PE-3S Ancahuasi (924+000) –Limatambo (889+420).
(*Obsérvese Tabla 37*)

Tabla 37: Segmentos de la carretera en estudio

Segmento	Progresiva		Longitud de segmento	Segmento	Progresiva		Longitud de segmento
	N°	Del Km	Al Km		Metros	N°	Del Km
S-1	889+420	889+697.36	277.36	S-60	905+054.27	905+278.37	224.1
S-2	889+697.36	889+894.19	196.83	S-61	905+278.37	905+475.84	197.47
S-3	889+894.19	890+162.90	268.71	S-62	905+475.84	905+705.26	229.42
S-4	890+162.90	890+535.09	372.19	S-63	905+705.26	905+865.65	160.39
S-5	890+535.09	890+919.82	384.73	S-64	905+865.65	906+009.67	144.02
S-6	890+919.82	891+441.85	522.03	S-65	906+009.67	906+184.82	175.15
S-7	891+441.85	891+811.14	369.29	S-66	906+184.82	906+436.62	251.8
S-8	891+811.14	892+076.57	265.43	S-67	906+436.62	906+680.15	243.53
S-9	892+076.57	892+332.93	256.36	S-68	906+680.15	907+026.41	346.26
S-10	892+332.93	892+540.08	207.15	S-69	907+026.41	907+470.15	443.74
S-11	892+540.08	892+859.14	319.06	S-70	907+470.15	904+707.82	237.67
S-12	892+859.14	893+021.34	162.2	S-71	904+707.82	908+021.58	313.76
S-13	893+021.34	893+286.94	265.6	S-72	908+021.58	908+307.67	286.09
S-14	893+286.94	893+670.51	383.57	S-73	908+307.67	908+554.22	246.55
S-15	893+670.51	893+985	314.49	S-74	908+554.22	908+795.36	241.14
S-16	893+985	894+378.44	393.44	S-75	908+795.36	909+064.93	269.57
S-17	894+378.44	894+686.15	307.71	S-76	909+064.93	909+418.36	353.43
S-18	894+686.15	895+016.25	330.1	S-77	909+418.36	909+837.38	419.02
S-19	895+016.25	895+360.39	344.14	S-78	909+837.38	910+048.41	211.03
S-20	895+360.39	895+611.05	250.66	S-79	910+048.41	910+325.77	277.36
S-21	895+611.05	895+842.60	231.55	S-80	910+325.77	910+653.44	327.67
S-22	895+842.60	896+005.38	162.78	S-81	910+653.44	911+028.42	374.98
S-23	896+005.38	896+234.07	228.69	S-82	911+028.42	911+331.47	303.05
S-24	896+234.07	896+566.56	332.49	S-83	911+331.47	911+726.00	394.53
S-25	896+566.56	896+876.88	310.32	S-84	911+726.00	912+294.06	568.06
S-26	896+876.88	897+053.96	177.08	S-85	912+294.06	913+172.02	877.96
S-27	897+053.96	897+456.13	402.17	S-86	913+172.02	913+553.73	381.71
S-28	897+456.13	897+695.38	239.25	S-87	913+553.73	913+840.38	286.65
S-29	897+695.38	898+038.27	342.89	S-88	913+840.38	914+503.08	662.7
S-30	898+038.27	898+399.24	360.97	S-89	914+503.08	914+774.80	271.72
S-31	898+399.24	898+721.37	322.13	S-90	914+774.80	914+970.98	196.18
S-32	898+721.37	898+932.17	210.8	S-91	914+970.98	915+269.29	298.31
S-33	898+932.17	899+187.92	255.75	S-92	915+269.29	915+616.57	347.28
S-34	899+187.92	899+387.75	199.83	S-93	915+616.57	915+787.37	170.8
S-35	899+387.75	899+596.68	208.93	S-94	915+787.37	915+951.22	163.85
S-36	899+596.68	899+816.39	219.71	S-95	915+951.22	916+244.20	292.98
S-37	899+816.39	900+012.44	196.05	S-96	916+244.20	916+519.66	275.46
S-38	900+012.44	900+351.71	339.27	S-97	916+519.66	916+988.27	468.61
S-39	900+351.71	900+553.12	201.41	S-98	916+988.27	917+268.16	279.89
S-40	900+553.12	900+894.94	341.82	S-99	917+268.16	917.530.27	262.11
S-41	900+894.94	901+116.67	221.73	S-100	917.530.27	917+773.91	243.64
S-42	901+116.67	901+281.15	164.48	S-101	917+773.91	918+084.42	310.51
S-43	901+281.15	901+479.97	198.82	S-102	918+084.42	918+325.09	240.67
S-44	901+479.97	901+666.19	186.22	S-103	918+325.09	918+620.17	295.08
S-45	901+666.19	901+903.52	237.33	S-104	918+620.17	918+817.93	197.76
S-46	901+903.52	902+173.73	270.21	S-105	918+817.93	919+173.50	355.57
S-47	902+173.73	902+388.01	214.28	S-106	919+173.50	919+496.01	322.51
S-48	902+388.01	902+609.58	221.57	S-107	919+496.01	919+972.90	476.89
S-49	902+609.58	902+789.39	179.81	S-108	919+972.90	920+471.40	498.5
S-50	902+789.39	903+077.33	287.94	S-109	920+471.40	920+790.18	318.78
S-51	903+077.33	903+294.68	217.35	S-110	920+790.18	921+160.24	370.06
S-52	903+294.68	903+522	227.32	S-111	921+160.24	921+482.21	321.97
S-53	903+522	903+704.15	182.15	S-112	921+482.21	921+791.87	309.66
S-54	903+704.15	903+907.93	203.78	S-113	921+791.87	922+648.22	856.35
S-55	903+907.93	904+101.73	193.8	S-114	922+648.22	923+173+61	525.39
S-56	904+101.73	904+391.56	289.83	S-115	923+173+61	924+000	826.39
S-57	904+391.56	904+651.40	259.84	LONGITUD TOTAL (m)			34580
S-58	904+651.40	904+880.82	229.42	LONGITUD TOTAL (km)			34.58
S-59	904+880.82	905+054.27	173.45				

3.3.2.3. Método de muestreo

Según Hernández Sampieri, (2013) el método de muestreo no probabilístico porque no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación de la población, tamaño de la muestra y criterio del investigador.

Según Hayes B. (1999), citado por Acuña Domínguez (2017), la muestra censal es aquella donde todas los elementos de investigación son consideradas como muestra.

Por lo tanto, la presente investigación empleó el método de muestreo no probabilístico debido a que la elección de la muestra se realizó de acuerdo a criterio de los investigadores y censal porque la muestra coincide con la población.

3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra

En base a información publicada por el INEI y la información proporcionada por la PNP, se observa una alta cantidad de accidentes de tránsito registrados durante el periodo 2014 – 2018, por lo cual se escogió la carretera nacional PE - 3S tramo Ancahuasi – Limatambo de 34.58 Km, la cual presenta una continuidad de curvas sinuosas.

Para considerar los criterios de evaluación de la muestra se hizo uso de la Metodologías del Manual de Inspección de Seguridad Vial 2017 y el Manual HSM 2010.

3.3.3. Criterios de inclusión

Para evaluar la muestra utilizó los siguientes criterios:

- La carretera nacional PE – 3S es una vía asfaltada en todo su recorrido.
- El aforo vehicular está comprendido dentro de la carretera nacional PE – 3S en la región del Cusco, las 24 horas durante los 7 días de la semana.
- El registro de accidentes de tránsito se remite a informes policiales de los últimos 5 años (2014 - 2018) en condiciones fatales y no fatales.
- No es necesario que todos los segmentos de carretera presenten accidentes de tránsito registrados durante los años de análisis.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos



a. Accidentabilidad.

La Tabla 38 muestra la cantidad de accidentes de tránsito ocurridos (mensuales y anuales) extraído de los informes policiales de la jurisdicción de Ancahuasi – Limatambo correspondiente a la carretera nacional PE-3S.

Tabla 38: Formato para el registro de accidentes de tránsito

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO									
	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
	<i>ESTUDIO:</i> REGISTRO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO									
<i>CARRETERA:</i> NACIONAL PE-3S ANCAHUASI - LIMATAMBO										
<i>RESPONSABLES:</i> Atauchí Ravelo Fressia Maricel Quispe Sanchez Diana Alexandra										
COMISARIA:						AÑOS: 2014 - 2017				
Nº	Fecha accidente	Día accidente	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto		
								Daños materiales	Heridos	Muertos



La Tabla N° 40 indica las características geométricas actuales de la infraestructura vial para cada segmento.

Tabla 40: Formato para las características geométricas de la vía

SEGMENTO		PROGRESIVA		LONGITUD (m)	Ancho de carril (m)		Ancho de Berma (m)		Tipo de berma predominante	Curvas Horizontales				Perfil Longitudinal		Carril de adelantamiento	Carril de giro a la izquierda
		Del Km	A1 Km		Izquierdo	Derecho	Izquierda	Derecha		Nº de Curva	Radio (m)	Longitud (m)	Peralte	L	Pendiente		



c. Aforo vehicular

La Tabla N° 41 muestra el aforo vehicular de la infraestructura vial para cada segmento.

Tabla 41: Aforo Vehicular Diario

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																			
		ESTUDIO:	AFORO VEHICULAR DIARIO					AFORADORES:		HOJA N°:											
								Atauchi Ravelo Fressia Maricel Quispe Sanchez Diana Alexandra													
		REGION:	CARRETERA:	SENTIDO	IDA	VUELTA	FECHA:												TOTAL	PORC	
Cusco	Ancahuasi - Limatani	X													Σ	%					
HORA	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC
	AUTOS	PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
																					
00:00	01:00																				
01:00	02:00																				
02:00	03:00																				
03:00	04:00																				
04:00	05:00																				
05:00	06:00																				
06:00	07:00																				
07:00	08:00																				
08:00	09:00																				
09:00	10:00																				
10:00	11:00																				
11:00	12:00																				
12:00	13:00																				
13:00	14:00																				
14:00	15:00																				
15:00	16:00																				
16:00	17:00																				
17:00	18:00																				
18:00	19:00																				
19:00	20:00																				
20:00	21:00																				
21:00	22:00																				
22:00	23:00																				
23:00	00:00																				
TOTAL																					
%																					

Fuente: MTC - MEF

d. Dispositivos de control de Tránsito: para los datos de los dispositivos de control se usa el formato de tabla 42 y para el inventario se usó el formato de Tabla 43.

Tabla 42: Formato para los dispositivos de control

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL															
		Datos de los Dispositivos de Control de Tránsito															
		ESTUDIO: Carretera Nacional PE-3S tramo Ancahuasi - Limatambo													FECHA: Cusco		
		RESPONSABLE: Bach. Fressia Maricel Atauchi Ravelo					PRECISION:								NRO DE HOJA:		
Bach. Diana Alexandra Quispe Sanchez																	
Segmento	Progresiva		Accesos	Bandas Sonoras		Velocidad automatizada		Iluminación		Señal horizontal		Señal Vertical					
	N°	Del Km		Al Km	Si	No	Sí	No	Si	No	Si	No	Regul ar	Preventi va	Inform ativa		

Tabla 43: Formato de Inventario Vial

INVENTARIO VIAL - ANÁLISIS DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S TRAMO ANCAHUASI - LIMATAMBO SEGÚN LA METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DEL MITC 2017 Y EL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL HSM 2010					
CARRIL DE SUBIDA			CARRIL DE BAJADA		
PROGRESIVA	IMAGEN REFERENCIAL	OBSERVACIONES	PROGRESIVA	IMAGEN REFERENCIAL	OBSERVACIONES
		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Rodadura: • Estado de Transitabilidad: • Ancho de la plataforma: • Elemento en la vía: 			<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Rodadura: • Estado de Transitabilidad: • Ancho de la plataforma: • Elemento en la vía:
		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Rodadura: • Estado de Transitabilidad: • Ancho de la plataforma: • Elemento en la vía: 			<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Rodadura: • Estado de Transitabilidad: • Ancho de la plataforma: • Elemento en la vía:
		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Rodadura: • Estado de Transitabilidad: • Ancho de la plataforma: • Elemento en la vía: 			<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de Rodadura: • Estado de Transitabilidad: • Ancho de la plataforma: • Elemento en la vía:

e. Inspección de Seguridad Vial (ISV)

Como parte de la Metodología de Inspección de Seguridad Vial se presenta en la Tabla 44 una Lista de Chequeo (Check List) que recoge interrogantes que responden las condiciones y características de la vía.

Tabla 44: Lista de Chequeo

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
LISTA DE CHEQUEO						
CARRETERA:	Ancahuasi - Limatambo			SI	NO	COMENTARIO
TEMA						
1. SEÑALES VERTICALES						
1	¿Son visibles y entendibles con sólo una mirada todas las señales verticales, incluyendo las señales variables?					
3	¿Entregan mensajes claros y sencillos a los usuarios? Ej. Íconos en vez de textos.					
9	¿Hay necesidad de colocar señalización vertical para ciclistas, motociclistas u otros?					
30	Las señales informativas, ¿Son inmediatamente visibles para todo usuario que entre en la carretera desde cualquier acceso (vías colinsantes)					
2. SEÑALES HORIZONTALES						
1	¿Proporcionan las marcas viales el mas álto grado de seguridad a todos los grupos de usuarios de la Vía?					
10	¿Son visibles de día las demarcaciones longitudinales? (Central, borde y de pista de la vía)					
14	¿Existen concordancia entre la señalización vertical y horizontal, en cuanto a las zonas de "No Adelantar"?					
21	¿Son claramente visibles los reductores de velocidad y a una distancia adecuada?					
5. ILUMINACIÓN						
1	¿Está la carretera adecuadamente iluminada?					
6. PAVIMENTO						
1	¿Está el pavimento relativamente libre de defectos, surcos, ondulaciones, y/o similares, que podrían generar situaciones de riesgo?					
2	¿Se percibe condiciones de deformación ahuellamiento o similar?					
7. BERMA						
1	¿Es el ancho de la berma suficiente para detener un vehículo con averías?					
3	¿Las bermas se encuentran pavimentadas?					
10. BARRERA						
5	¿Las barreras de contención están instaladas donde son necesarias?					
6	¿Es suficiente la longitud de las barreras?					
12	¿Existen terminales de barrera tipo cola de pato o cola de pez?					
11. VISIBILIDAD Y VELOCIDAD						
1	¿La distancia de visibilidad es adecuada para la velocidad de tránsito que está usando la ruta?					
2	¿Son visibles a una distancia adecuada las intersecciones?					
7	¿Existen combinaciones de curvatura horizontal y vertical que generen limitaciones de visibilidad?					
14	¿Es el alineamiento vertical y horizontal coherente con la velocidad de operación de la vía?					
15	¿Está indicado a lo largo de la vía, la velocidad máxima permitida?					
21	El diseño geométrico de la vía, ¿es adecuado de acuerdo a la función de la carretera y la velocidad de diseño?					
12. ALINEAMIENTO Y SECCIÓN TRANSVERSAL						
9	¿Es adecuado el peralte existente en las curvas?					
11	¿La pendiente transversal (calzada y berma) permite adecuado drenaje de la superficie?					
15	¿Existen suficientes oportunidades de adelantamiento?					
16	Las alineaciones curvas, ¿presentan los radios adecuados a la velocidad de diseño prevista?					
17	¿Se garantizan las transiciones de velocidad entre alineación recta y curva?					
18	¿Se mantiene una transición adecuada de velocidades máximas permitidas entre alineaciones consecutivas?					
19	¿Son adecuados el radio de giro según la velocidad de aproximación?					
13. ACCESOS						
15	¿La demarcación del pavimento y señales que regulan la intersección son satisfactorias?					
14. USUARIOS VULNERABLES						
6	¿Existe un espacio longitudinal a lo largo de la vía para el desplazamiento seguro de peatones y ciclistas?					
8	¿Están adecuadamente señalizados los cruces para los usuarios vulnerables?					
11	¿Pueden los conductores ver a los peatones en el refugio claramente?					
24	¿Las paradas de buses en áreas rurales son señalizadas con anticipación?					
15. ESTACIONAMIENTO INFORMAL						
	¿Existen lugares donde el estacionamiento informal en las bermas puede generar dificultades con el movimiento seguro del flujo vehicular?					
16. VARIOS						
15	¿Se forman bancos de neblina en algún tramo de la ruta?					
16	De existir telefono de emergencia, ¿Estan adecuadamente señalizados?					

Fuente: Manual de Seguridad Vial - MTC

f. Highway Safety Manual 2010

Para la aplicación de este método se hizo uso de las siguientes tablas y hojas de trabajo sustentadas en el manual HSM 2010:

Tabla 45: Formato de datos necesarios para la aplicación del HSM

SEGMENTOS				CURVA				SV	PENDIENTE	ANCHO DE CARRIL		ANCHO DE BERMA		TIPO DE BERMA	DENSIDAD DE ACCESOS (DD)	BANDA SONORA	RHR	Iluminación
N° Segmento	Inicio	Fin	Longitud segmento		R		LC			Izquierda/Derecha		Izquierda/Derecha						
			m	mi	m	ft	m			mi	m	ft	m	ft	Izq/Der			

Fuente: HSM

Tabla 46: Formato para los Factores de Modificación de Accidentes

N° de Segmento	Ancho de Carril FMA ₁	Ancho y Tipo de FMA ₂	Curvas horizontales FMA ₃	Perales FMA ₄	Pendiente longitudinal FMA ₅	Densidad de accesos FMA ₆	Banda sonora FMA ₇	Carril de adelantamiento FMA ₈	Carril de giro a la FMA ₉	Índice de riesgo FMA ₁₀	Iluminación FMA ₁₁	Velocidad Automatizada FMA ₁₂	Combinación de FMA _s
S-1													
S-2													
S-3													

Fuente: HSM

Tabla 47: Frecuencia promedio de accidentes predichos totales (fatales y no fatales)

Hoja de trabajo 1A: Accidentes en Segmentos de una Carretera							
1	2	3	4	5	6	7	8
Nivel de Severidad del Accidente	Nspf	Parámetro de sobredispersión	Distribución de severidad de accidente	Nspf por distribución de severidad	FMAs combinados	Factor de calibración	Frecuencia promedio de accidentes predichos
		K				Cc	
	Ec. 10-6	Ec. 10.7	Cuadro 10-6	(2)total*(4)			(5)*(6)*(7)
TOTAL			1.00				
Fatal y lesiones (FL)			0.321				
Solo Daños a la propiedad (SDP)			0.679				

Fuente: HSM

Tabla 48: Accidentes predichos por nivel de severidad y tipo de accidente

Hoja de trabajo 2A: Accidentes por nivel de severidad y tipo de colisión para Segmentos de una Carretera							
Número de Vehículos	1	2	3	4	5	6	7
	Tipo de Accidentes	Proporción de Tipo de Colisión (TOTAL)	Npredicho sc (TOTAL) (accidentes/año)	Proporción de Tipo de Colisión (FL)	Npredicho sc (FL) (accidentes/año)	Proporción de Tipo de Colisión (SDP)	Npredicho sc (accidentes por año)
		Cuadro 10-7	(8)total de hoja de trabajo 1A	Cuadro 10-7	(8)FL de hoja de trabajo 1A	Cuadro 10-7	(8)SDP de hoja de trabajo 1A
	Total	1.00	(2)*(3)Total	1.00	(4)*(5)FL	1.00	(6)*(7)SDP
Un solo vehículo	Colisión con animales	0.12		0.04		0.18	
	Colisión con bicicleta	0.00		0.00		0.00	
	Colisión con appeatones	0.00		0.01		0.00	
	Volcadura	0.03		0.04		0.02	
	Despiste	0.52		0.55		0.51	
	Otros	0.02		0.01		0.03	
	Accidentes totales de un solo vehículo	0.69		0.64		0.74	
Múltiples vehículos	Colisión en angulo	0.09		0.10		0.07	
	Colisión frontal	0.02		0.03		0.00	
	Colisión posterior	0.14		0.16		0.12	
	Colisión lateral	0.04		0.04		0.04	
	Otros	0.03		0.03		0.03	
	Accidentes totales de múltiples vehículos	0.31		0.36		0.27	

Fuente: HSM

Tabla 49: Tasa de accidentes en la carretera

Hoja de trabajo 3A: Resumen de resultados para segmentos de carretera				
1	2	3	4	5
Nivel de Severidad del Accidente	Distribución de severidad de accidente	Frecuencia promedio de accidentes predichos	Longitud d esegmento de carretera (mi)	Tasa de accidentes (accid/mi/año)
	(4) de hoja de trabajo 1A	(8) de hoja de trabajo 1A		(3)/(4)
Total				
Fatal y lesiones (FL)				
Solo daño a la propiedad (SDP)				

Fuente: HSM

Tabla 50: Accidentes esperados aplicando el método de bayes

Hoja de trabajo 4A - Accidentes predichos y observados por severidad y tipo de sitio usando el metodo EB												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Segmento	Frecuencia promedio de accidentes predichos (accidentes/año)			Accidentes observados	Parametro de sobredispersio	Npredicho w0	Npredicho w1	W0	N0	W1	N1	Nesperado/combi
	Npredicho (TOTAL)	Npredicho (FL)	Npredicho (SDP)	Nobservado	K	Ecuación A-8 (6)*(2)^2	Ecuación A-9 sqrt((6)*(2))	Ecuación A-10	Ecuación A-11	Ecuación A-12	Ecuación A-13	Ecuación A-14
S-1				-					-	-	-	-
S-2				-					-	-	-	-
S-3				-					-	-	-	-
S-4				-					-	-	-	-
S-5				-					-	-	-	-
S-6				-					-	-	-	-
Combinación (suma columnas)												

Fuente: HSM

Tabla 51: Frecuencia de accidentes predichos y accidentes esperados

Hoja de trabajo 5A: Resumen de resultados del metodo de Bayes		
1	2	3
Nivel de Severidad del Accidente	Npredicho	Nesperado
Total	(2) COMB de la hoja 4A	(8) COMB de la hoja 4A
Fatal y lesiones (FL)	(3) COMB de la hoja 4A	(3) TOTAL*(2)FL/(2)TOTAL
Solo daño a la propiedad (SDP)	(4) COMB de la hoja 4A	(3) TOTAL*(2)SDP/(2)TOTAL

Fuente: HSM

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

Para la recolección de datos en esta tesis se hizo uso de herramientas y equipos de ingeniería y para el procesamiento de estos se empleó software gráfico, que se detalla a continuación:

- Herramientas y equipos:
 - a) Equipo GPS Sub – métrico +/- 0.20 m



Figura 43: GSP Submétrico
Fuente: Imágenes de Google

- b) Wincha topográfica de 50 metros



Figura 44: Wincha
Fuente: Imágenes de Google

c) Eclímetro

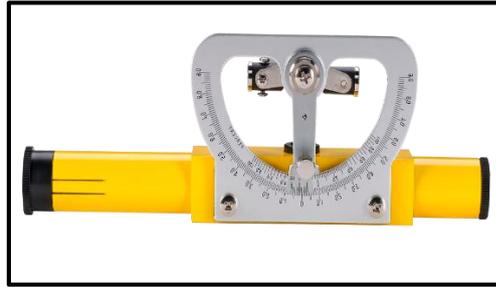


Figura 45: Eclímetro

Fuente: Imágenes de Google

▪ Software:

d) AutoCAD Civil 3D®

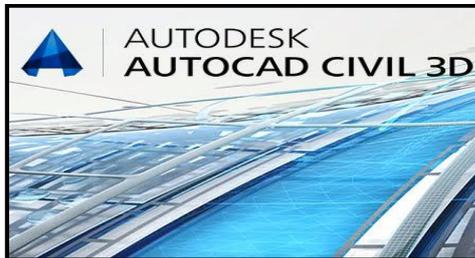


Figura 46: Software AUTOCAD CIVIL 3D

Fuente: Imágenes de Google

e) Microsoft Excel



Figura 47: Software microsoft Excel

Fuente: Imágenes de Google

f) Google Earth Pro



Figura 48: Google Earth

Fuente: Imágenes de Google

3.5.Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Accidentabilidad

3.5.1.1.Datos utilizados en la prueba

La presente investigación inició con la recopilación de información sobre los accidentes de tránsito ocurridos en el tramo estudiado, la data fue emitida por la Policía Nacional de Perú (PNP) de cada jurisdicción (*Obsérvese figura 49 y 50*), previa solicitud dirigida a cada dependencia policial (*Obsérvese anexo A-5*).

Nuestra carretera en estudio comprende 02 comisarías siendo estas las siguientes:

- Comisaria rural de Ancahuasi



Figura 49: Comisaria de Ancahuasi

- Comisaria rural de Limatambo



Figura 50: Comisaria de Limatambo

Para determinar la cantidad de accidentes ocurridos en la carretera estudiada se hizo la revisión de los registros de accidentes de tránsito durante los últimos cinco años (2014, 2015, 2016, 2017, 2018) de cada puesto policial. (*Obsérvese figura 51 y 52*)

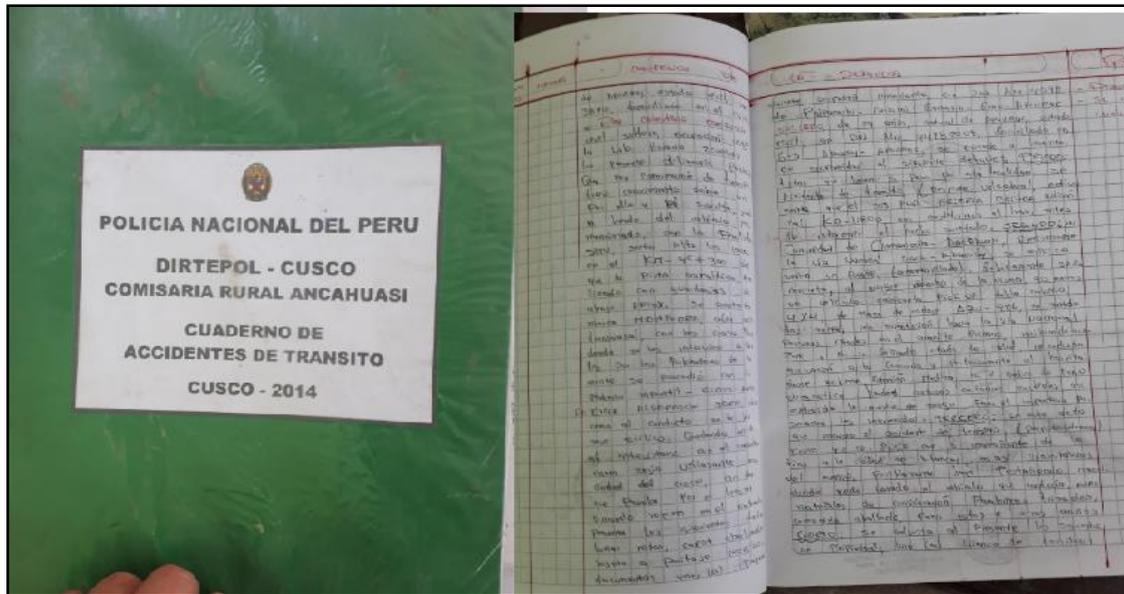


Figura 51: Ejemplar de cuaderno de accidentes de tránsito



Figura 52: Recolectando información de los accidentes de tránsito

Es importante mencionar que la información existente en los cuadernos de accidentes de tránsito de cada comisaria es remitida a la división estadística de la DIRTEPOL.



3.5.1.2.Procedimiento

La información recopilada de cada comisaria se procesa y filtra en el formato de la Tabla 38 para que se pueda identificar de manera clara los accidentes suscitados en la vía en estudio.

3.5.1.3.Toma de datos

Los datos procesados y recopilados de los accidentes del 2014 al 2018 de la comisaria de Limatambo se muestran en la Tabla 52, mientras que los accidentes del mismo periodo de años de la comisaria de Ancahuasi se registran en la Tabla 53.

En la Tabla 54 podemos observar un resumen de los datos obtenidos de ambas comisarias clasificadas entre accidentes fatales y no fatales registrados desde el año 2014 al 2018 de ambas comisarias para tener una mejor comprensión.



Tabla 52: Datos recopilados de accidentes de tránsito de Limatambo

COMISARIA: LIMATAMBO						AÑOS: 2014 - 2017				
N°	Fecha accidente	Día accidentado	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto		
								Daños material	Heridos	Muertos
1	07/01/2014	Miércoles	Enero	05:30:00 p.m.	Km 890 Chinchaybamba	choque por alcance	velocidad			
2	09/01/2014	Viernes	Enero	03:30:00 p.m.	Km 889+ 570 Urcamayo	choque	ebriedad			x
3	11/01/2014	Domingo	Enero	05:00:00 p.m.	Km 892 Saucedá	choque	I. conductor	x		
4	21/01/2014	Miércoles	Enero	07:00:00 a.m.	Km 896 Challabamba	despiste	animal en la vía	x		
5	20/01/2014	Martes	Enero	10:15:00 p.m.	Km 889 Saucedá	despiste y volcadura	neblina			
6	30/01/2014	Viernes	Enero	07:45:00 a.m.	Km 896+340	despiste				
7	06/02/2014	Viernes	Febrero	01:15:00 p.m.	Km 893+428 Sr de Huanca	choque	invasión de carril	x		
8	07/02/2014	Sábado	Febrero	01:30:00 p.m.	Km 898 Pampaconga	volcadura	vía	x	x	
9	19/02/2014	Jueves	Febrero	07:00:00 p.m.	Km 895 Cantera	atropello	I. conductor			x
10	06/03/2014	Viernes	Marzo	01:40:00 p.m.	Km 898 Pampaconga	choque	clima	x		
11	16/03/2014	Lunes	Marzo	06:30:00 a.m.	Km 896+330 Huayroncca	choque	invasión de carril			
12	27/03/2014	Viernes	Marzo	02:15:00 p.m.	Km 895 Tarahuasi	despiste	invasión de carril	x		
13	09/04/2014	Jueves	Abril	12:20:00 p.m.	Km 891 Yerbabuenavoc	choque	animal en la vía			
14	09/04/2014	Jueves	Abril	10:30:00 a.m.	Cusco - Abancav	choque	animal en la vía	x	x	
15	06/04/2014	Lunes	Abril	04:00:00 p.m.	Km 889 Baden	choque	velocidad	x	x	
16	08/05/2014	Viernes	Mayo	08:15:00 a.m.	Km 910 + 520 Pampaconga	choque lateral	vía	x	x	
17	14/05/2014	Jueves	Mayo	11:05:00 a.m.	Km 897	despiste y volcadura				
18	24/05/2014	Domingo	Mayo	11:00:00 p.m.	Km 890	despiste y volcadura	Invasión de carril	x		
19	30/05/2014	Sábado	Mayo	03:35:00 p.m.	Km 897	choque	I. conductor			
20	14/06/2014	Domingo	Junio	08:30:00 a.m.	Km 914 + 710 Chancadora	Despiste choque	vía			
21	14/06/2014	Domingo	Junio	09:25:00 a.m.	Km 913+500 qelloventanavoc	despiste y volcadura	vía	x	x	x
22	03/07/2014	Viernes	Julio	08:00:00 p.m.	Km 892	choque	I. conductor	x		
23	25/07/2014	Sábado	Julio	10:45:00 a.m.	Km 890+500	choque frontal	Invasión de carril	x	x	
24	07/08/2014	Viernes	Agosto	08:00:00 p.m.	Callahuaya Km 899	despiste y volcadura		x	x	x
25	11/08/2014	Martes	Agosto	12:30:00 p.m.	Km 907+700 Avaviri	choque	invasión carril	x	x	
26	17/08/2014	Lunes	Agosto	04:30:00 p.m.	via Abancav - Cusco	atropello				
27	25/08/2014	Martes	Agosto	11:15:00 a.m.	Km 889+630	choque multiple	invasión carril	x		
28	04/10/2014	Domingo	Octubre	09:00:00 p.m.	Km 903+550 Pampaconga	despiste	invasión carril			
29	05/10/2014	Lunes	Octubre	05:00:00 p.m.	Km 914 Avaviri	despiste y volcadura				
30	12/10/2014	Lunes	Octubre	10:10:00 a.m.	Km 903+665	atropello	I. peatón	x	x	
31	18/10/2014	Domingo	Octubre	05:00:00 a.m.	Km 889+600	choque		x	x	
32	31/10/2014	Sábado	Octubre	08:15:00 a.m.	Km 889	atropello	I. peatón	x		x
33	07/11/2014	Sábado	Noviembre	05:40:00 a.m.	Km 903+400 Pampaconga	choque lateral	invasión de carril	x	x	
34	12/11/2014	Jueves	Noviembre	10:30:00 p.m.	km 901 Pampaconga	choque	clima	x	x	
35	29/11/2014	Domingo	Noviembre	10:45:00 a.m.	Km 889	atropello	I. conductor	x		
36	29/11/2014	Domingo	Noviembre	11:15:00 a.m.	Km 895 Tarawasi	atropello	I. peatón	x	x	
37	10/12/2014	Jueves	Diciembre	04:00:00 p.m.	Km 921	choque	fallas mecánicas	x	x	
38	15/12/2014	Martes	Diciembre	05:40:00 p.m.	Km 901+10 Cardompata	choque	invasión carril	x		
39	17/12/2014	Jueves	Diciembre	03:30:00 p.m.	Km 890	atropello	I. conductor		x	
40	24/12/2014	Jueves	Diciembre	10:15:00 p.m.	Km 896	despiste	ebriedad	x	x	
41	27/12/2014	Domingo	Diciembre	08:00:00 a.m.	Km 901+400 Cardompata	despiste	invasión carril	x		
42	03/01/2015	Miércoles	Enero	-	carretera cusco-abancav	despiste volcadura	no especifica	x		



COMISARIA: LIMATAMBO						AÑOS: 2014 - 2017				
N°	Fecha accidente	Día accidentado	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto		
								Daños material	Heridos	Muertos
43	10/01/2015	Miércoles	Enero	12:30:00 p.m.	carretera cusco-abancay	despiste y choque	no especifica	x		
44	14/01/2015	Domingo	Enero	08:15:00 p.m.	km 889+800 rioja-andenes	atropello	velocidad			x
45	17/01/2015	Miércoles	Enero	02:00:00 a.m.	km 900+080 sisal	despiste y volcadura	no especifica			x
46	17/01/2015	Miércoles	Enero	02:00:00 a.m.	km 900+080 sisal	despiste y volcadura	no especifica	x	x	
47	15/02/2015	Jueves	febrero	05:30:00 p.m.	km 908+430 ayaviri	choque	invasión de carril	x		
48	16/02/2015	Viernes	febrero	-	carretera cusco-abancay	despiste	vía	x		
49	26/02/2015	Lunes	febrero	04:30:00 p.m.	km 914 chancadora	choque	invasión de carril	x		x
50	07/03/2015	Miércoles	Marzo	06:00:00 a.m.	km 890+300 media luna	choque	no especifica	x	x	
51	11/03/2015	Domingo	Marzo	-	carretera cusco-abancay	choque	invasión de carril	x		
52	12/03/2015	Lunes	Marzo	06:40:00 a.m.	carretera cusco-abancay	despiste y volcadura	no especifica	x	x	
53	18/03/2015	Domingo	Marzo	08:30:00 a.m.	carretera cusco-abancay	despiste y volcadura	no especifica	x	x	
54	24/03/2015	Sábado	Marzo	12:00:00 a.m.	carretera cusco-abancay	choque e	invasión de carril			
55	30/03/2015	Viernes	Marzo	07:00:00 a.m.	km 889+600 Rioja Andenes	Atropello	velocidad	x		x
56	06/04/2015	Viernes	Abril	-	km 895+020	choque	ebriedad			
57	17/04/2015	Martes	Abril	12:00:00 a.m.	km 895+745 tarawasi	despiste	no especifica			
58	20/04/2015	Viernes	Abril	05:00:00 p.m.	km 901+150 chinyahuacho	despiste	otros			
59	21/04/2015	Sábado	Abril	05:10:00 p.m.	km 911 +300	choque	velocidad	x	x	
60	22/04/2015	Domingo	Abril	06:30:00 p.m.	km 901 +500 pampaconga	atropello	no especifica			x
61	23/04/2015	Lunes	Abril	10:30:00 a.m.	km 903+463	choque	I. Conductor	x	x	
62	24/04/2015	Martes	Abril	09:10:00 a.m.	km 903+980	choque	invasión carril	x	x	
63	27/04/2015	Viernes	Abril	04:30:00 a.m.	km 890+600 chinchaybamba	despiste y volcadura	ebriedad	x	x	
64	27/04/2015	Viernes	Abril	03:00:00 p.m.	km 892+070 sector sauceda	choque	velocidad	x	x	
65	03/05/2015	Jueves	Mayo	02:00:00 p.m.	km 904+200 pampaconga	choque	I. Conductor	x		
66	10/05/2015	Jueves	Mayo	04:15:00 a.m.	km 901+540 chancadora	choque	no especifica			
67	25/05/2015	Viernes	Mayo	03:30:00 p.m.	km 901+100 pampaconga	choque	no especifica	x	x	
68	03/06/2015	Domingo	Junio	07:30:00 a.m.	carretera cusco-abancay	caída de pasajero	I. conductor		x	
69	09/06/2015	Sábado	Junio	08:40:00 a.m.	carretera cusco-abancay	despiste	no especifica	x	x	
70	11/06/2015	Lunes	Junio	06:20:00 p.m.	carretera cusco-abancay	choque	animal en la vía	x		
71	13/06/2015	Miércoles	Junio	10:00:00 a.m.	km 898+460 Vía Baden	Choque	no especifica	x	x	
72	17/06/2015	Domingo	Junio	07:45:00 p.m.	km 892+336	choque	no especifica	x		x
73	18/06/2015	Lunes	Junio	03:30:00 a.m.	carretera cusco-abancay	despiste	otros	x		
74	08/07/2015	Domingo	Julio	11:00:00 a.m.	km 889+530 huayroncca	atropello	no especifica			x
75	30/07/2015	Lunes	Julio	06:30:00 p.m.	km 889+900 Rioja Andenes	Atropello	velocidad			x
76	31/07/2015	Martes	Julio	09:45:00 p.m.	km 908+100 Pampaconga	Choque	invasión carril	x	x	
77	04/08/2015	Sábado	Agosto	08:00:00 a.m.	km 894+500 Chontabaja	despiste	no especifica	x		
78	15/08/2015	Miércoles	Agosto	06:20:00 a.m.	km 894+900 countri club	Ebriedad	ebriedad			
79	18/08/2015	Sábado	Agosto	12:25:00 a.m.	km 914+620 Huillque	Choque	no especifica	x		
80	30/08/2015	Jueves	Agosto	12:15:00 a.m.	km 895+255 tarawasi	Choque	señalización	x		
81	16/09/2015	Domingo	Setiembre	01:00:00 p.m.	km 902 +400 Cardompa	choque	no especifica	x	x	
82	19/09/2015	Miércoles	Setiembre	07:10:00 a.m.	km 892+800 florida	Despiste	otros	x	x	
83	22/09/2015	Sábado	Setiembre	04:25:00 p.m.	km 913+950	despiste	no especifica	x		



COMISARIA: LIMATAMBO						AÑOS: 2014 - 2017				
N°	Fecha accidente	Día accidente	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto		
								Daños material	Heridos	Muertos
84	23/09/2015	Domingo	Setiembre	07:30:00 p.m.	km 889+740	Ebriedad	ebriedad			
85	24/09/2015	Lunes	Setiembre	04:30:00 a.m.	km 895+535 Tarapata	despiste	no especifica			x
86	26/09/2015	Miércoles	Setiembre	01:40:00 p.m.	km 891+150tarawasi	despiste	no especifica	x	x	
87	28/09/2015	Viernes	Setiembre	03:40:00 p.m.	km 901+500 Cardompata	despiste	clima		x	
88	11/10/2015	Jueves	Octubre	08:40:00 a.m.	km914+845 chancadora	choque	no especifica	x		x
89	13/10/2015	Sábado	Octubre	08:15:00 a.m.	km 911 +400 Chinllahuacho	despiste con atropello	otros			
90	27/10/2015	Sábado	Octubre	01:30:00 a.m.	km 889 +780	choque	no especifica	x	x	
91	11/11/2015	Domingo	Noviembre	05:00:00 p.m.	km 889+430 Pte uraca	choque	velocidad			
92	29/11/2017	Jueves	Noviembre	-	carretera cusco-abancay	despiste	no especifica			
93	14/12/2015	Viernes	Diciembre	10:30:00 p.m.	km 903+458 cardompata	choque	otros	x		
94	08/01/2016	Viernes	Enero	12:30:00 a.m.	Km 894+170	despiste	I. conductor	x		
95	24/01/2016	Domingo	Enero	07:50:00 a.m.	Km 912 Ayaviri	despiste	vía	x	x	
96	03/02/2016	Miércoles	Febrero	01:20:00 p.m.	Km 889+640 Chinchaybamba	despiste	vía	x		
97	12/02/2016	Sábado	Febrero	08:00:00 p.m.	Km 921	atropello			x	
98	15/02/2016	Martes	Febrero	05:20:00 a.m.	Km 891 Yerbabuenayoc	choque	velocidad	x	x	
99	01/03/2016	Martes	Marzo	04:00:00 p.m.	Km 897+700	choque	clima	x		
100	04/03/2016	Viernes	Marzo	08:30:00 p.m.	Km 892+392	despiste	I. conductor	x	x	
101	06/03/2016	Domingo	Marzo	08:15:00 a.m.	Km 889	choque	I. peatón	x		
102	15/03/2016	Martes	Marzo	10:00:00 a.m.	Km 889+300	choque		x		
103	31/03/2016	Jueves	Marzo	10:30:00 a.m.	carretera cusco-abc	despiste	ebriedad		x	
104	31/03/2016	Jueves	Marzo	08:00:00 p.m.	Km 904+300	choque	ebriedad	x	x	
105	02/04/2016	Lunes	Abril	05:30:00 p.m.	Km 898 Cardomapata	despiste		x	x	
106	17/04/2016	Domingo	Abril	07:10:00 a.m.	Km 914+300	despiste y volcadura		x		
107	25/04/2016	Lunes	Abril	02:30:00 p.m.	Km 892+700	volcadura (3/4 tonel)	fallas mecánicas	x	x	
108	27/04/2016	Miércoles	Abril	09:00:00 a.m.	Km 908+320 Ayaviri	despiste	animal en la vía	x	x	
109	06/05/2016	Viernes	Mayo	08:30:00 p.m.	Km 896+130 Huayronca	volcadura	otros	x		
110	09/05/2016	Lunes	Mayo	05:00:00 a.m.	Km 912 Chinllahuacho	despiste	neblina	x	x	
111	10/05/2016	Martes	Mayo	03:40:00 p.m.	Km 912 Chinllahuacho	choque		x	x	
112	14/05/2016	Sábado	Mayo	02:00:00 a.m.	Km 891 Tarawasi	choque	velocidad			
113	14/05/2016	Sábado	Mayo	04:30:00 p.m.	Km 892 Pampaconga	choque	velocidad	x		
114	15/05/2016	Domingo	Mayo	03:40:00 a.m.	Km 897+060 Mayoc	despiste	I. conductor	x		
115	21/05/2016	Sábado	Mayo	11:30:00 p.m.	Km 889+770 Sr. de huanca	despiste y volcadura		x		x
116	25/05/2016	Miércoles	Mayo	05:00:00 p.m.	Km 892+180 Pampaconga	despiste y volcadura				x
117	28/05/2016	Sábado	Mayo	02:30:00 p.m.	Km 897+700	choque	Invasión de carril	x		
118	02/06/2016	Jueves	Junio	11:00:00 a.m.	Km 889 Moyoc	choque	Invasión de carril			
119	10/06/2016	Viernes	Junio	11:40:00 a.m.	Km 895 Raqrachay	choque	fallas mecánicas	x		
120	13/06/2016	Lunes	Junio	09:00:00 a.m.	Km 889+940 Pte media luna	despiste		x		
121	07/07/2016	Jueves	Julio	01:35:00 p.m.	Km 898+50	choque		x		
122	10/07/2016	Domingo	Julio	02:00:00 p.m.	Km 892+200	choque	I. conductor			
123	14/07/2016	Jueves	Julio	12:00:00 a.m.	Km 890 Carrizales	choque				
124	26/07/2016	Martes	Julio	03:30:00 p.m.	Km 891+480	choque		x	x	



COMISARIA: LIMATAMBO						AÑOS: 2014 - 2017				
N°	Fecha accidente	Día accidentado	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto		
								Daños material	Heridos	Muertos
125	30/07/2016	Sábado	Julio	08:00:00 p.m.	Km 891	choque	otros			
126	01/08/2016	Lunes	Agosto	10:30:00 a.m.	Km 890 Chamaybamba	choque	I. conductor	x		
127	11/08/2016	Viernes	Agosto	09:30:00 a.m.	Km 898	despiste y volcadura	vía	x		
128	26/08/2016	Sábado	Agosto	05:20:00 p.m.	Km 899 Chonta	despiste y volcadura	vía	x	x	
129	01/09/2016	Jueves	Setiembre	06:00:00 p.m.	Km 912+850	despiste y volcadura	vía			
130	02/09/2016	Viernes	Setiembre	09:42:00 a.m.	Km 903 Cardonpata	choque y fuga	vía	x		
131	03/09/2016	Sábado	Setiembre	10:00:00 a.m.	vía principal	choque	invasión carril	x		
132	22/09/2016	Jueves	Setiembre	03:20:00 p.m.	Chinchaybamba	atropello	invasión carril			
133	10/10/2016	Lunes	Octubre	05:30:00 a.m.	Km 908 Pampacongá	choque	lluvia y neblina	x		
134	10/11/2016	Jueves	Noviembre	03:15:00 p.m.	Km 890 Huancarire	choque	I. conductor	x		
135	13/11/2016	Domingo	Noviembre	03:40:00 p.m.	Km 890 Chinchaybamba	despiste y volcadura		x	x	
136	17/11/2016	Jueves	Noviembre	08:30:00 a.m.	Km 898 Sucre	atropello	I. conductor		x	
137	25/11/2016	Viernes	Noviembre	05:30:00 p.m.	Km 903+150 Cardonpata	despiste y volcadura	invasión de carril			
138	08/12/2016	Jueves	Diciembre	10:50:00 a.m.	Km 897 Chinchaybamba	despiste y volcadura	lluvia			
139	31/12/2016	Sábado	Diciembre	06:20:00 p.m.	vía principal	despiste		x		
140	04/01/2017	Sábado	Enero	10:10:00 a.m.	Vía Abancay-Cusco	despiste	No específica			
141	13/01/2017	Lunes	Enero	04:00:00 a.m.	vía principal	despiste y volcadura	No específica			x
142	15/01/2017	Miércoles	Enero	01:50:00 p.m.	vía principal	caída de pasajero	No específica			
143	26/01/2017	Domingo	Enero	07:15:00 p.m.	Vía Abancay-Cusco	despiste	No específica			
144	16/02/2017	Domingo	Febrero	02:10:00 p.m.	Vía Abancay-Cusco	choque	No específica			
145	05/03/2017	Miércoles	Marzo	06:30:00 p.m.	vía principal	otros	No específica			
146	28/03/2017	Viernes	Marzo	01:00:00 a.m.	vía principal	choque	No específica			
147	31/03/2017	Lunes	Marzo	09:20:00 p.m.	vía principal	atropello	No específica			
148	03/04/2017	Jueves	Abril	06:20:00 a.m.	Km 891+600 Yerbabuenavoc	choque frontal	invasión de carril			
149	16/04/2017	Miércoles	Abril	05:30:00 p.m.	Km 901+310	choque	invasión de carril		x	
150	24/04/2017	Jueves	Abril	12:00:00 p.m.	vía principal	caída de pasajero	I. conductor		x	
151	10/05/2017	Sábado	Mayo	02:00:00 p.m.	Km 913+250	choque frontal	ebriedad	x	x	
152	16/05/2017	Viernes	Mayo	10:30:00 a.m.	Km 899+740 Cardonpata	choque	Vía	x		
153	18/05/2017	Domingo	Mayo	01:00:00 p.m.	0	choque	Vía			x
154	23/05/2017	Viernes	Mayo	12:00:00 p.m.	Km 908 +350	despiste	clima			
155	28/05/2017	Miércoles	Junio	09:30:00 a.m.	cusco abancay	choque	No específica			
156	08/06/2017	Domingo	Junio	02:30:00 a.m.	Km 891+200 Tarahuasi	choque	fallas mecánicas	x		
157	12/06/2017	Jueves	Junio	12:30:00 a.m.	Km 889+490 Challabamba	despiste y volcadura	vía			
158	13/06/2017	Viernes	Junio	05:10:00 p.m.	Km 912+850	despiste y volcadura	No específica	x		
159	07/07/2017	Lunes	Julio	01:30:00 p.m.	Km 898+095	choque	fallas mecánicas	x		
160	09/07/2017	Miércoles	Julio	01:40:00 a.m.	Km 890+770	despiste	clima			
161	11/07/2017	Viernes	Julio	07:40:00 a.m.	Km 912+250	choque	vía			
162	12/07/2017	Sábado	Julio	09:30:00 a.m.	Km 889+500	despiste y volcadura	I. Conductor			
163	19/07/2017	Sábado	Julio	09:20:00 a.m.	vía panamericana	choque	I. Conductor			
164	20/07/2017	Domingo	Julio	12:00:00 p.m.	Km 895+840 Tarawasi	atropello	I. Conductor			
165	21/07/2017	Lunes	Julio	08:00:00 p.m.	Km 889+600 Moyoc	choque	fallas mecánicas	x	x	
166	21/07/2017	Lunes	Julio	01:30:00 p.m.	Km 895+550 Tarahuasi	despiste y volcadura	Invasión de carril			



COMISARIA: LIMATAMBO						AÑOS: 2014 - 2017				
N°	Fecha accidente	Día accidentado	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto		
								Daños material	Heridos	Muertos
167	31/07/2017	Jueves	Julio	08:15:00 a.m.	Km 910+900	triple choque	fallas mecánicas	x		
168	12/08/2017	Martes	Agosto	01:15:00 p.m.	Km 901+310 Pampaconga	choque por alcance	velocidad			
169	14/08/2017	Jueves	Agosto	07:20:00 a.m.	Km 893+090	choque	I.Conductor			
170	24/08/2017	Domingo	Agosto	01:00:00 p.m.	Km 891+900	choque	ebriedad	x		
171	26/08/2017	Martes	Agosto	11:45:00 p.m.	Km 895+105	despiste y volcadura	Invasión de carril	x	x	
172	06/09/2017	Sábado	Setiembre	06:55:00 p.m.	Km 912+600	atropello	I.Conductor			
173	06/09/2017	Sábado	Setiembre	04:00:00 p.m.	Km 890+560 Saucedá	choque	No específica			
174	12/09/2017	Sábado	Setiembre	09:00:00 p.m.	Km 901+480 Pampaconga	choque y despiste	Invasión de carril			
175	04/10/2017	Sábado	Octubre	02:50:00 a.m.	Km 914+700	choque	velocidad			
176	06/10/2017	Lunes	Octubre	02:30:00 p.m.	Km 910+250	depiste (curva)	vía			
177	28/10/2017	Martes	Octubre	05:40:00 p.m.	vía principal	atropello	velocidad			
178	11/10/2017	Sábado	Octubre	09:00:00 a.m.	Km 891+940	choque y fuga	No específica			
179	11/10/2017	Sábado	Octubre	11:20:00 a.m.	Km 914+710	despiste y volcadura	fallas mecánicas	x		
180	18/10/2017	Sábado	Octubre	01:45:00 p.m.	Km 896+100 Challabamba	triple choque	vía	x		
181	27/10/2017	Martes	Octubre	12:20:00 p.m.	Km 894+960 Huayronca	choque	I.Conductor	x		
182	31/10/2017	Viernes	Octubre	04:00:00 p.m.	Km 893+610 Sisal	despiste	animal en la vía	x		
183	01/11/2017	Sábado	Noviembre	05:00:00 a.m.	Km 893+990	choque	Invasión de carril	x	x	
184	10/11/2017	Lunes	Noviembre	02:30:00 p.m.	Km 899+200	choque	otros			
185	12/11/2017	miércoles	Noviembre	11:30:00 a.m.	Km 910+150 Chinllahuacho	despiste y volcadura	animal en la vía		x	
186	14/11/2017	Viernes	Noviembre	11:45:00 p.m.	Km 897+200	choque	vía	x	x	
187	15/11/2017	Sábado	Noviembre	12:00:00 p.m.	Km 903+300	despiste	No específica			
188	23/11/2017	Sábado	Noviembre	08:00:00 p.m.	Km 891+585 Sonavef	choque	ebriedad			
189	26/11/2017	Martes	Noviembre	08:20:00 p.m.	Km 895+030 Huarconca	choque	I.Conductor	x	x	
190	29/11/2017	Viernes	Noviembre	11:00:00 a.m.	km 890+180	choque	I. conductor			
191	08/12/2017	Lunes	Diciembre	08:10:00 a.m.	Km 892+410 Carrizales	despiste	No específica			
192	10/12/2017	miércoles	Diciembre	16::30	Km 898+480	choque	velocidad			
193	11/12/2017	Jueves	Diciembre	07:50:00 p.m.	Km 893+800 Challabamba	choque	Invasión de carril			
194	14/12/2017	Domingo	Diciembre	09:00:00 p.m.	Km 901+175 Pampaconga	atropello	No específica			
195	16/12/2017	Martes	Diciembre	03:20:00 a.m.	Km 890+880	choque	No específica			
196	19/12/2017	Viernes	Diciembre	01:00:00 a.m.	Vía Cusco-Abancay	choque y fuga	No específica			
197	19/12/2017	Viernes	Diciembre	02:20:00 a.m.	Km 901+700	despiste	No específica			
198	22/12/2017	Lunes	Diciembre	02:00:00 p.m.	Km 912+300 Quello contamayoc	despiste	No específica			
199	26/12/2017	Viernes	Diciembre	01:30:00 p.m.	Km 901+450 Pampaconga	choque	vía			
200	01/01/2018	Domingo	Enero	11:15:00 a.m.	km 912	choque	clima			
201	02/01/2018	Lunes	Enero	07:30:00 a.m.	km 893 Sr. Huanca	despiste				
202	06/01/2018	Viernes	Enero	04:30:00 a.m.	km 890 Puente Kunyac	choque		x		x
203	12/01/2018	Jueves	Enero	07:30:00 p.m.	km 899 Chonta	choque	vía			
204	15/01/2018	Domingo	Enero	03:00:00 a.m.	km 903 Pampaconga	choque	I. conductor			
205	17/01/2018	Martes	Enero	05:55:00 a.m.	km 891	choque	ebriedad			
206	17/01/2018	Martes	Enero	09:50:00 p.m.	KM 893	despiste	lluvia+neblina			
207	31/01/2018	Martes	Enero	08:40:00 p.m.	km 895+300	choque	I. conductor			
208	01/02/2018	Miércoles	febrero	07:30:00 p.m.	Vía Cusco Abancay	choque	I. conductor			
209	13/02/2018	Lunes	febrero	09:30:00 p.m.	carretera carrozable	choque				



COMISARIA: LIMATAMBO						AÑOS: 2014 - 2017				
N°	Fecha accidente	Día accidentado	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto		
								Daños material	Heridos	Muertos
210	14/02/2018	Martes	febrero	12:15:00 p.m.	km 898	despiste hacia cuneta	invasión de carril			
211	16/02/2018	Jueves	febrero	03:20:00 p.m.	km 908+480	choque frontal	fallas mecánicas	x	x	
212	18/02/2018	Sábado	febrero	05:05:00 p.m.	km 893+850	despiste	Invasión de carril			
213	25/02/2018	Sábado	febrero	05:30:00 a.m.	km 895 huayroncca	choque				
214	03/03/2018	Viernes	Marzo	10:30:00 a.m.	km 901+750	despiste	vía			
215	10/03/2018	Viernes	Marzo	06:15:00 p.m.	km 901+580	choque	vía			
216	11/03/2018	Sábado	Marzo	04:45:00 p.m.	km 912 Ayaviri	choque	velocidad	x		
217	01/04/2018	Sábado	Abril	11:15:00 a.m.	km 909 Pampaconga	choque	clima			
218	02/04/2018	Domingo	Abril	08:30:00 a.m.	km 892+420 Cunyac	deslizamiento de piedras	I. peatón	x		
219	13/04/2018	Jueves	Abril	05:00:00 p.m.	km 889 rioja andenes	atropello	otros	x		
220	18/04/2018	Martes	Abril	02:30:00 p.m.	km 895+200 huayroncca	despiste	animal en la vía	x		
221	20/04/2018	Jueves	Abril	12:30:00 p.m.	km 890+690 pampaconga	choque	clima			
222	27/04/2018	Jueves	Abril	03:20:00 p.m.	km 910+515 C.C. ayaviri	despiste		x	x	
223	28/04/2018	Viernes	Abril	11:00:00 a.m.	km 901 cardonpata	despiste	invasión carril	x	x	
224	07/05/2018	Domingo	Mayo	06:30:00 p.m.	km 912+500 chancadora	choque y despiste	vía	x	x	
225	14/05/2018	Domingo	Mayo	01:10:00 p.m.	km 912 ayaviri	despiste	invasión carril	x		
226	15/05/2018	Lunes	Mayo	03:15:00 a.m.	km 891+740	choque	velocidad	x	x	
227	17/05/2018	Miércoles	Mayo	06:50:00 a.m.	km 909+620 Ayaviri	despiste	invasión carril	x		
228	21/05/2018	Domingo	Mayo	05:10:00 a.m.	km 914+300 chancadora	choque	velocidad	x	x	
229	21/05/2018	Domingo	Mayo	04:30:00 p.m.	km 906+190 pampaconga	choque	ebriedad	x		
230	04/06/2018	Domingo	Junio	09:10:00 p.m.	km 893+090 sisal	volcadura	ebriedad	x		
231	13/06/2018	Martes	Junio	01:42:00 p.m.	km 912+600 Huillque	despiste	Invasión de carril	x		
232	19/06/2018	Lunes	Junio	03:10:00 p.m.	km 896+740 Huayroncca	despiste	I. peatón	x	x	
233	03/07/2018	Lunes	Julio	06:15:00 p.m.	km 889+505 andenes rioja	atropello	fallas mecánicas		x	
234	03/07/2018	Lunes	Julio	05:40:00 p.m.	km 893+700 chayllabamba	despiste y volcadura	clima	x	x	
235	06/07/2018	Jueves	Julio	07:30:00 a.m.	km 890+540 sauceda	Despiste	clima			
236	11/07/2018	Martes	Julio	08:30:00 p.m.	km 894+395 challabamba	otros	ebriedad	x	x	
237	26/07/2018	Miércoles	Julio	12:00:00 a.m.	km 904+750 pampaconga	choque	velocidad	x		
238	27/07/2018	Jueves	Julio	04:10:00 p.m.	km 899+390 Chonta	choque	velocidad	x		
239	29/07/2018	Sábado	Julio	06:25:00 p.m.	km 911+050	choque	I. conductor	x	x	
240	03/08/2018	Jueves	Agosto	01:30:00 a.m.	km 889+800 rioja	volcadura	ebriedad	x	x	
241	15/08/2018	Martes	Agosto	05:10:00 a.m.	km 891+250 tarawasi	choque por alcance	ebriedad	x		
242	14/09/2018	Jueves	Setiembre	06:30:00 a.m.	km 909+220 Ayaviri	choque frontal	vía	x	x	
243	17/09/2018	Domingo	Setiembre	07:50:00 p.m.	km 903+600 cardonpata	choque frontal y despiste	Invasión de carril	x	x	
244	23/09/2018	Sábado	Setiembre	01:20:00 p.m.	km 896+420 Challabamba	despiste	desprendimiento rocas	x		
245	10/10/2018	Martes	Octubre	11:35:00 a.m.	km 894+170 C.C. Uraca	despiste		x		x
246	13/10/2018	Viernes	Octubre	12:00:00 a.m.	km 914 chancadora	despiste y volcadura	vía		x	
247	15/10/2018	Domingo	Octubre	09:50:00 a.m.	km 889	atropello	invasión carril	x	x	
248	19/10/2018	Jueves	Octubre	04:40:00 a.m.	km 894 +760	choque	neblina	x		
249	20/10/2018	Viernes	Octubre	08:35:00 a.m.	km 904+150 Cardonpata	despiste y choque	ebriedad	x	x	
250	29/10/2018	Domingo	Octubre	10:00:00 p.m.	km 897+480 Cardonpata	choque	ebriedad	x	x	
251	03/11/2018	Viernes	Noviembre	01:10:00 p.m.	km 908+500 Pampaconga	choque frontal		x	x	
252	12/12/2018	Martes	Diciembre	06:00:00 a.m.	km 900+481 Pampaconga	choque	vía	x	x	
253	18/12/2018	Lunes	Diciembre	02:10:00 p.m.	km 912+298 Chinllahuacho	despiste	vía	x	x	

Fuente: PNP



Tabla 53: Datos recopilados de accidentes de tránsito de Ancahuasi

COMISARIA: ANCAHUASI								AÑOS: 2014 - 2017			
Nº	Fecha accidente	Día accidente	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto			
								Daños	Heridos	Muert	Lesiones
1	05/01/2014	Lunes	Enero	02:30:00 p.m.	CC Katanikay (921)	choque	no especifica	x			
2	18/01/2014	Domingo	Enero	06:00:00 p.m.	km 920 Chamancalla	choque	no especifica	x	x		
3	13/01/2014	Martes	Enero	09:15:00 p.m.	km 924	atropello	no especifica		x		
4	31/01/2014	Sábado	Enero	05:45:00 a.m.	km 923	choque	I. conductor	x			
5	06/03/2014	Viernes	Marzo	03:30:00 p.m.	km 916 ccasaccancha	despiste	otros	x			
6	12/03/2014	Jueves	Marzo	06:00:00 p.m.	km 911 compone	choque	clima		x		
7	15/03/2014	Domingo	Marzo	04:50:00 p.m.	vía nacional	atropello	otros		x		
8	28/04/2014	Martes	Abril	10:30:00 p.m.	km 916 Huillqe	choque	ebriedad		x		
9	14/06/2014	Domingo	Junio	08:20:00 a.m.	huillque 916	despiste y volcadura	otros		x		
10	13/07/2014	Lunes	Julio	09:45:00 a.m.	km 924 chaquilccasa	atropello	animal		x		
11	27/07/2014	Lunes	Julio	05:30:00 p.m.	km 921	choque	otros				
12	29/07/2014	Martes	Julio	04:45:00 a.m.	km 910 san rafael	choque	animal	x			
13	02/09/2014	Miércoles	Setiembre	04:30:00 p.m.	km 920 chanancallo	choque	animal	x			
14	20/10/2014	Martes	Octubre	09:00:00 a.m.	km 920+250 chamancalla	despiste	animal	x			
15	08/11/2014	Domingo	Noviembre	12:50:00 p.m.	km 920	choque	vía	x	x		
16	03/12/2014	Jueves	Diciembre	09:15:00 p.m.	no especifica	despiste	vía	x			
17	02/01/2015	Martes	Enero	12:40:00 p.m.	0	despiste y volcadura	no especifica	x	x		
18	06/01/2015	Sábado	Enero	07:40:00 a.m.	km 921+800	choque	animal en la vía	x			
19	11/01/2015	Jueves	Enero	07:00:00 a.m.	km 922+890	despiste y volcadura	arbol	x	x		
20	22/01/2015	Lunes	Enero	01:00:00 a.m.	km 923+800	despiste y volcadura	no especifica	x			
21	10/02/2015	Sábado	Febrero	10:40:00 p.m.	km 924	0	no especifica	x	x		
22	11/02/2015	Domingo	Febrero	09:30:00 a.m.	km 922+400	choque	no especifica	x			
23	11/02/2015	Domingo	Febrero	08:25:00 a.m.	km 923+960	despiste	no especifica	x	x		
24	14/02/2015	Miércoles	Febrero	10:30:00 a.m.	km 923+100	choque	no especifica	x			
25	04/03/2015	Domingo	Marzo	07:45:00 a.m.	sector tintillo	despiste y volcadura	curva	x		x	
26	01/04/2015	Domingo	Abril	06:50:00 p.m.	chamancalla	Atropello	ebriedad		x		
27	21/04/2015	Sábado	Abril	04:30:00 p.m.	km 917+400 ccasacancha	Atropello	x			x	
28	05/05/2015	Sábado	Mayo	07:30:00 p.m.	km 924	choque	curva cerrada	x	x		
29	20/05/2015	Domingo	Mayo	08:45:00 p.m.	km 924	choque	x		x		
30	12/06/2015	Martes	Junio	07:00:00 a.m.	km 924	choque	vía	x		x	x
31	30/07/2015	Lunes	Julio	06:30:00 p.m.	km 923+860	choque	velocidad	x			
32	10/08/2015	Viernes	Agosto	04:00:00 p.m.	km 923+330	Atropello	otros		x		
33	14/08/2015	Martes	Agosto	05:00:00 p.m.	km 923+650	caída de pasajero	otros				
34	20/08/2015	Lunes	Agosto	05:45:00 a.m.	0	Atropello	otros		x		
35	08/09/2015	Sábado	Setiembre	12:00:00 a.m.	km 923+100	Atropello	otros		x		
36	16/11/2015	Viernes	Noviembre	07:50:00 p.m.	km 923+250 chaquilccasa	choque	ebriedad	x	x		
37	29/11/2015	Jueves	Noviembre	04:45:00 p.m.	km 923+850	choque	velocidad	x			
38	05/12/2015	Miércoles	Diciembre	06:15:00 p.m.	km 917+410 peaje	despiste	animal en la vía		x		
39	12/01/2016	Martes	Enero	09:40:00 p.m.	km 924 chaquilccasa	choque	invasión de carri	x			
40	08/02/2016	Lunes	Febrero	01:00:00 p.m.	km 923+940 la florida	despiste y volcadura	no especifica	x	x		
41	11/02/2016	Jueves	Febrero	03:30:00 p.m.	km 924 san martin	Atropello	no especifica	x			



COMISARIA: ANCAHUASI								AÑOS: 2014 - 2017			
N°	Fecha accidente	Día accidentado	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto			
								Daños	Heridos	Muertos	Lesiones
42	21/02/2016	Domingo	Febrero	06:30:00 p.m.	km 923+235 ccasacancha	choque	volcadura		x		
43	07/03/2016	Lunes	Marzo	01:25:00 p.m.	km 915 chakirccasa	despiste y volcadura	curva	x		x	
44	29/03/2016	Martes	Marzo	-	km 922+800	Atropello	no especifica		x		
45	15/04/2016	Lunes	Abril	12:15:00 p.m.	km 922 humaturco	volcadura	no especifica	x			
46	23/04/2016	Martes	Abril	08:30:00 a.m.	km 924	choque	por alcance		x		
47	07/05/2016	Sábado	Mayo	03:30:00 p.m.	km 923+800 katarñay	despiste	chocar con poste		x		
48	29/05/2016	Domingo	Mayo	06:25:00 p.m.	km 924	choque	iluminación	x			
49	30/05/2016	Lunes	Mayo	06:30:00 a.m.	km 923 pantipata	despiste	vía	x			
50	10/06/2016	Viernes	Junio	12:30:00 p.m.	km 923 roqachay	choque	fallas mecánicas	x			
51	22/06/2016	Miércoles	Junio	11:20:00 a.m.	0	Atropello	otros	x	x		
52	23/06/2016	Jueves	Junio	06:40:00 p.m.	km 924 chaquilccasa	despiste	no especifica	x			
53	25/06/2016	Sábado	Junio	11:00:00 a.m.	km 920 chamancalla	choque	I.Conductor	x			
54	30/06/2016	Jueves	Junio	05:40:00 p.m.	katarñay 922	Atropello	otros	x	x		
55	20/07/2016	Sábado	Julio	07:50:00 p.m.	km 916 huillque	choque	ebriedad	x			
56	20/07/2016	Sábado	Julio	04:45:00 p.m.	km 919 sucahuara	choque	velocidad	x	x		
57	15/08/2016	Martes	Agosto	05:00:00 a.m.	km 917.2 peaje	choque	fallas mecánicas	x	x		
58	17/08/2016	Jueves	Agosto	07:45:00 a.m.	919 chamancalla	despiste	curva	x			
59	18/08/2016	Viernes	Agosto	08:10:00 a.m.	km 922 katarñay	choque	ganado vacuno	x			
60	30/08/2016	Miércoles	Agosto	06:30:00 p.m.	km 924	Atropello	ebriedad	x	x		
61	28/09/2016	Miércoles	Setiembre	05:40:00 p.m.	vía principal	Atropello	I.Conductor				x
62	29/09/2016	Jueves	Setiembre	02:30:00 p.m.	km 922	Atropello	ebriedad	x			
63	02/10/2016	Domingo	Octubre	01:00:00 a.m.	km 919.8 chanancalla	choque	ganado vacuno	x			
64	05/10/2016	Miércoles	Octubre	05:10:00 a.m.	km 924.2	despiste	fallas mecánicas	x	x		
65	10/10/2016	Lunes	Octubre	12:00:00 p.m.	km 921 chillcamayo	Atropello	freno resbala	x		x	
66	07/11/2016	Lunes	Noviembre	03:30:00 p.m.	km 920	choque	fallas mecánicas	x	x		
67	17/11/2016	Jueves	Noviembre	04:00:00 p.m.	km 924.97 chaquilccasa	choque	invasión de carril	x	x		
68	24/11/2016	Jueves	Noviembre	07:15:00 p.m.	vía principal	Atropello	otros		x		
69	26/11/2016	Sábado	Noviembre	01:30:00 p.m.	km 924 la florida	choque	Invasión carril	x	x	x	
70	01/01/2017	Miércoles	Enero	04:10:00 a.m.	vía principal	choque	ebriedad	x	x	0	
71	15/01/2017	Miércoles	Enero	01:45:00 a.m.	vía principal	otros	ebriedad	x			
72	21/01/2017	Martes	Enero	02:50:00 p.m.	vía principal	despiste y volcadura	vía	x	x		
73	08/03/2017	Sábado	Marzo	10:30:00 a.m.	vía principal	despiste	clima	x			
74	30/04/2017	Miércoles	Abril	03:15:00 p.m.	km 922+300	Atropello				x	
75	28/05/2017	Miércoles	Mayo	06:30:00 p.m.	km 923+010 San Martin	choque	otros	x	x		
76	02/07/2017	Miércoles	Julio	03:15:00 p.m.	km 922+600 Katarñay	Atropello	no especifica	x	x		
77	29/07/2017	Martes	Julio	03:50:00 a.m.	0	despiste	no especifica	x			
78	12/08/2017	Martes	Agosto	08:15:00 a.m.	km 923+600	choque	velocidad		x		
79	10/08/2017	Domingo	Agosto	07:00:00 a.m.	km 923+790 Omoturo	despiste	velocidad				
80	03/09/2017	Miércoles	Setiembre	04:50:00 p.m.	km 924 San Rafael	Atropello	otros		x		
81	05/09/2017	Viernes	Setiembre	04:30:00 p.m.	0	choque	no especifica	x	x		



COMISARIA: ANCAHUASI								AÑOS: 2014 - 2017			
N°	Fecha accidente	Día accidente	Mes accidente	Hora accidente	Ubicación accidente (Km+sector)	Tipo accidente	Causa accidente	Producto			
								Daños	Heridos	Muert	Lesiones
82	15/09/2017	Lunes	Setiembre	09:00:00 p.m.	0	Atropello	ebriedad				
83	25/09/2017	Jueves	Setiembre	07:00:00 p.m.	km 922 Katanikay	Atropello	invasión carril			x	
84	15/11/2017	Martes	Noviembre	03:00:00 p.m.	km 922+120	choque	no especifica				
85	12/12/2017	Viernes	Diciembre	01:35:00 p.m.	km 897+010	choque	animal	x			
86	13/12/2017	Sábado	Diciembre	02:30:00 a.m.	km 924 Chamancalla	despiste y volcadura	ebriedad	x			
87	20/12/2017	Sábado	Diciembre	03:20:00 a.m.	km 912+630	despiste	ebriedad		x		
88	29/12/2017	Lunes	Diciembre	07:20:00 p.m.	km 921+470 Umuturo	despiste	I. conductor	x	x		
89	28/12/2017	Domingo	Diciembre	03:10:00 a.m.	km 923+500 Katañicay	despiste y volcadura	no especifica				
90	27/12/2017	Sábado	Diciembre	03:45:00 a.m.	km918+400	choque	animal				
91	17/02/2018	Jueves	Febrero	03:40:00 p.m.	km 924	choque	otros	x	x		
92	23/02/2018	Miércoles	Febrero	07:30:00 a.m.	km 924 san martin	Atropello	ganado vacuno		x		
93	27/02/2018	Domingo	Febrero	10:30:00 a.m.	km 924+050	despiste	otros	x	x		
94	10/03/2018	Viernes	Marzo	12:00:00 p.m.	via principal	choque	traccion conduc	x			
95	10/03/2018	Viernes	Marzo	09:20:00 p.m.	via principal	Atropello	otros				x
96	30/03/2018	Jueves	Marzo	05:00:00 a.m.	km 923+040 chamancalla	despiste	ganado vacuno				
97	01/04/2018	Sábado	Abril	11:00:00 a.m.	km 922 Chaquilcasa	choque	no especifica	x	x		
98	12/04/2018	Miércoles	Abril	06:55:00 p.m.	km 920+660	choque	no especifica	x	x		
99	28/04/2018	Viernes	Abril	03:00:00 a.m.	km 924 chaquilcasa	choque	lad 90 km/h, via	x		x	
100	07/05/2018	Domingo	Mayo	03:00:00 p.m.	km 923+010	Atropello	otros				x
101	23/05/2018	Martes	Mayo	11:40:00 a.m.	km 923 soccomarca	Atropello	traccion conduc	c	x		
102	16/06/2018	Viernes	Junio	05:40:00 p.m.	km 924+100 chaquilcasa	despiste	curva, sueño	x			
103	23/07/2018	Domingo	Julio	06:30:00 p.m.	via principal	choque	otros	x			
104	26/07/2018	Miércoles	Julio	05:00:00 p.m.	km 924	choque	traccion conduc	x			
105	30/07/2018	Domingo	Julio	11:20:00 a.m.	via principal	Atropello	traccion conductor		x		
106	18/08/2018	Viernes	Agosto	10:05:00 a.m.	km 923+800	choque	lad 90 km/h, via	x	x		x
107	20/08/2018	Domingo	Agosto	06:50:00 p.m.	km 917+545	Atropello	otros		x		
108	21/08/2018	Lunes	Agosto	07:00:00 a.m.	km 924 chaquilcasa	choque	no especifica	x			
109	30/08/2018	Miércoles	Agosto	07:30:00 a.m.	km 923+050	choque	ganado vacuno	x			
110	03/09/2018	Domingo	Setiembre	10:00:00 p.m.	km 924	choque	ebriedad	x	x		
111	08/09/2018	Viernes	Setiembre	09:50:00 p.m.	km 921+010 kataniray	choque	otros	x			x
112	18/09/2018	Lunes	Setiembre	05:40:00 p.m.	km 924 chaquilcasa	despiste	otros	x			
113	18/09/2018	Lunes	Setiembre	09:10:00 a.m.	km 923+630	choque	otros		x		
114	22/09/2018	Viernes	Setiembre	08:30:00 a.m.	km 924	choque	I. conductor	x	x		
115	07/10/2018	Sábado	Octubre	03:00:00 p.m.	km 921+955	choque	velocidad	x			
116	27/10/2018	Viernes	Octubre	04:30:00 p.m.	km 921+470	choque	otros	x			
117	30/10/2018	Lunes	Octubre	12:00:00 p.m.	km 916+700 peaje	volcadura	otros		x		
118	03/11/2018	Viernes	Noviembre	09:15:00 p.m.	km 924 chaquilcasa	despiste	perfectos mecan	x	x		
119	01/12/2018	Viernes	Diciembre	05:30:00 a.m.	km 924 san martin	despiste y volcadura	via	x			
120	30/12/2018	Sábado	Diciembre	08:00:00 p.m.	km 924 chamancalla	Atropello	no especifica	x	x		

Fuente: PNP



Tabla 54: Resumen de los accidentes recopilados (2014-2018)

VARIABLES			Clase de accidente					Causa de accidente										Incidencia Horaria				
			Atropello	Choque	Despiste	Despiste y volcadura	Otros	TOTAL	Velocidad	Ebriedad	Imprudencia conductor	Vía	Clima	Invasión de carril	Otros	N.E	TOTAL	08 - 14 Hrs.	14 - 20 Hrs.	20 - 02 Hrs.	02 - 08 Hrs.	Total
LIMATAMBO	FATALES	2014	2	1	0	2	0	5	0	1	1	1	0	0	1	1	5	1	1	0	3	5
		2015	5	3	1	0	0	9	3	0	0	0	0	1	0	5	9	4	2	1	2	9
		2016	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2
		2017	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	1	1	0	2
		2018	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0	2
	NO FATALES	2014	5	19	6	5	1	36	2	1	5	3	3	11	6	5	36	18	11	5	2	36
		2015	0	21	14	5	3	43	3	4	2	2	1	4	6	21	43	11	16	6	10	43
		2016	3	21	10	8	2	44	3	2	7	6	4	5	6	11	44	15	19	4	6	44
		2017	4	33	11	7	3	58	4	3	9	6	3	7	8	18	58	26	15	8	9	58
		2018	3	27	17	1	4	52	4	8	4	7	7	8	7	7	52	11	19	9	13	52
Total		22	127	59	32	13	253	19	19	28	27	18	36	34	72	253	90	84	34	45	253	
%		8.70%	50.20%	23.32%	12.65%	5.14%	100.00%	7.51%	7.51%	11.07%	10.67%	7.11%	14.23%	13.44%	28.46%	100.00%	35.57%	33.20%	13.44%	17.79%	100.00%	
Ancahuasi	FATALES	2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2015	1	1	0	1	0	3	0	0	0	2	0	0	1	0	3	2	1	0	0	3
		2016	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	1	0	2
		2017	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	1	0	2
		2018	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
	NO FATALES	2014	3	9	3	1	0	16	0	1	1	2	1	0	8	3	16	4	7	3	2	16
		2015	4	6	4	4	1	19	2	2	0	1	1	0	6	7	19	2	9	3	5	19
		2016	8	13	5	3	0	29	2	3	2	4	0	2	9	7	29	9	15	1	4	29
		2017	3	7	5	3	1	19	2	5	0	1	1	0	4	6	19	3	8	1	7	19
		2018	7	15	5	1	1	29	2	1	5	2	0	0	15	4	29	9	9	5	6	29
Total		29	53	22	13	3	120	9	12	8	12	3	4	44	28	120	30	51	15	24	120	
%		24.17%	44.17%	18.33%	10.83%	2.50%	100.00%	3.56%	4.74%	3.16%	4.74%	1.19%	1.58%	17.39%	11.07%	100.00%	25.00%	42.50%	12.50%	20.00%	100.00%	
TOTAL DE ACCIDENTES (FATALES Y NO FATALES)	2014	10	29	9	8	1	57	2	3	7	6	4	11	15	9	57	23	19	8	7	57	
	2015	10	31	19	10	4	74	8	6	2	5	2	5	13	33	74	19	28	10	17	74	
	2016	12	35	15	13	2	77	5	5	9	10	4	8	16	20	77	27	34	6	10	77	
	2017	9	41	16	11	4	81	6	8	9	8	4	8	12	26	81	29	25	11	16	81	
	2018	10	44	22	3	5	84	7	9	9	10	7	8	22	12	84	22	29	14	19	84	
	Total		51	180	81	45	16	373	28	31	36	39	21	40	78	100	373	120	135	49	69	373

Fuente: PNP

3.5.2. Características geométricas

3.5.2.1. Equipos utilizados

- GPS Sub métrico.
- Eclímetro.
- Wincha 50 m
- Laptop con software de procesamiento tal como AutoCAD Civil 3D®.
- Formato para datos geométricos de la infraestructura vial.

3.5.2.2. Procedimiento

El levantamiento topográfico se realizó en varios días debido a que la vía en estudio tiene 34.58 km de longitud realizando esta actividad con el GPS sub métrico para obtener la configuración de la carretera generando los datos de este, norte, elevación de cada punto y también mostrar los componentes geométricos como eje de la vía, longitudes de tangente y curva, bordes externos. Junto a esta actividad se realizó también la medida de ancho de carril y ancho de berma de la vía y el peralte de las curvas (*Obsérvese tabla 55*). Se presenta el registro de fotos en el Anexo A-6.

Tabla 55: Medición del carril, berma y peralte



Luego los puntos obtenidos en el GPS sub métrico fueron exportados y procesados se realizó a través del software “AutoCAD Civil 3D v.18” para determinar las características de la vía

3.5.2.3. Toma de datos:

La información obtenida se tiene registrado en la Tabla 56 mediante el formato para recolección de puntos (*Obsérvese tabla 39*), en el levantamiento se tomó las medidas de prevención para garantizar la seguridad (uso de chalecos) para evitar de posibles accidentes viales. En el Anexo A-2 se presenta los puntos restantes, en cuanto a las características geométricas se realizó mediante el formato establecido en la Tabla 40, mostrando toda la información obtenida en campo en la Tabla 57.

Tabla 56: Recolección de puntos del levantamiento topográfico

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL										
		Estudio:		Levantamiento de puntos topográficos						
		Carretera:			Acahuasi - Limatambo		Precisión:	Cusco		
		Instrumento:			GPS Submetrico		Nro. De Hoja:	1		
		Reponsables:								Bach. Fressia Maricel Atauchí Ravelo Bach. Diana Alexandra Quispe Sanchez
PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	
1	792206.87	8510776.39	3508.71	EJE	51	789175.48	8512224.00	3633.68	DER.	
2	792142.60	8510798.01	3513.64	IZQ.	52	789151.17	8512213.77	3633.99	EJE	
3	792103.73	8510814.62	3513.55	DER.	53	789120.89	8512204.96	3634.29	IZQ.	
4	791672.94	8510982.25	3542.30	EJE	54	789092.10	8512201.91	3634.90	DER.	
5	790633.67	8511397.51	3565.63	IZQ.	55	789067.22	8512205.40	3635.51	EJE	
6	790440.77	8511496.77	3567.67	DER.	56	789026.20	8512220.65	3636.11	IZQ.	
7	790399.62	8511517.43	3569.70	EJE	57	788987.05	8512249.08	3636.42	DER.	
8	790370.77	8511533.23	3573.77	IZQ.	58	788960.00	8512271.62	3636.72	EJE	
9	790337.62	8511555.04	3575.78	DER.	59	788943.96	8512282.98	3636.88	IZQ.	
10	790315.18	8511574.85	3577.79	EJE	60	788923.75	8512293.65	3637.05	DER.	
11	790277.19	8511621.57	3579.80	IZQ.	61	788911.55	8512300.12	3637.21	EJE	
12	790246.67	8511665.33	3581.80	DER.	62	788890.12	8512304.71	3637.37	IZQ.	
13	790196.47	8511736.59	3587.71	EJE	63	788868.13	8512306.96	3637.53	DER.	
14	790163.37	8511783.94	3589.56	IZQ.	64	788845.51	8512305.86	3637.70	EJE	
15	790143.98	8511808.70	3590.69	DER.	65	788817.24	8512299.72	3637.86	IZQ.	
16	790125.23	8511827.99	3591.83	EJE	66	788783.61	8512284.34	3638.02	DER.	
17	790108.84	8511843.11	3592.97	IZQ.	67	788751.18	8512262.13	3636.00	EJE	
18	790089.05	8511856.12	3593.54	DER.	68	788703.98	8512229.62	3636.95	IZQ.	
19	790074.30	8511863.72	3594.11	EJE	69	788672.03	8512212.88	3637.01	DER.	
20	790051.67	8511873.98	3595.25	IZQ.	70	788633.24	8512197.15	3637.67	EJE	
21	790030.98	8511881.58	3596.38	DER.	71	788603.87	8512188.38	3638.03	IZQ.	
22	790003.82	8511891.60	3597.52	EJE	72	788566.50	8512182.67	3638.60	DER.	
23	789980.69	8511901.31	3598.09	IZQ.	73	788510.69	8512182.72	3639.08	EJE	
24	789930.48	8511921.61	3598.66	DER.	74	788469.26	8512191.06	3639.89	IZQ.	
25	789898.81	8511932.58	3601.43	EJE	75	788433.53	8512203.05	3640.02	DER.	
26	789866.33	8511947.09	3604.20	IZQ.	76	788402.52	8512215.19	3642.03	EJE	
27	789834.45	8511964.87	3604.64	DER.	77	788366.39	8512232.25	3644.73	IZQ.	
28	789810.86	8511984.09	3605.08	EJE	78	788340.97	8512240.05	3645.07	DER.	
29	789795.14	8512000.39	3607.82	IZQ.	79	788296.73	8512258.94	3649.40	EJE	
30	789770.80	8512032.18	3609.19	DER.	80	788256.96	8512272.55	3652.51	IZQ.	
31	789748.25	8512062.20	3610.56	EJE	81	788161.96	8512310.88	3657.43	DER.	
32	789728.92	8512088.74	3613.30	IZQ.	82	788096.99	8512330.61	3660.45	EJE	
33	789703.49	8512122.72	3616.04	DER.	83	788081.87	8512339.57	3661.47	IZQ.	
34	789654.15	8512187.63	3618.78	EJE	84	788065.97	8512341.48	3662.98	DER.	
35	789614.79	8512238.80	3621.52	IZQ.	85	788050.31	8512342.44	3663.50	EJE	
36	789585.87	8512275.47	3624.26	DER.	86	788033.69	8512341.23	3664.76	IZQ.	
37	789541.23	8512304.15	3627.00	EJE	87	788013.42	8512336.79	3665.02	DER.	
38	789526.70	8512312.22	3627.31	IZQ.	88	787986.83	8512329.36	3667.53	EJE	
39	789500.77	8512320.65	3627.62	DER.	89	787952.68	8512317.22	3668.05	IZQ.	
40	789477.25	8512324.90	3628.21	EJE	90	787905.71	8512301.78	3671.57	DER.	
41	789452.33	8512326.21	3628.82	IZQ.	91	787877.22	8512294.68	3672.09	EJE	
42	789422.40	8512323.55	3629.43	DER.	92	787848.27	8512288.21	3674.60	IZQ.	
43	789399.18	8512317.80	3630.04	EJE	93	787819.16	8512284.33	3675.12	DER.	
44	789366.92	8512306.79	3630.64	IZQ.	94	787786.12	8512282.76	3678.38	EJE	
45	789342.25	8512296.38	3631.25	DER.	95	787751.92	8512282.94	3680.64	IZQ.	
46	789314.83	8512284.07	3631.56	EJE	96	787717.02	8512284.11	3683.15	DER.	
47	789273.79	8512265.74	3631.86	IZQ.	97	787604.52	8512285.56	3689.67	EJE	
48	789241.97	8512253.54	3632.47	DER.	98	787518.83	8512287.59	3693.95	IZQ.	
49	789220.07	8512242.24	3632.77	EJE	99	787463.55	8512285.27	3696.88	DER.	
50	789198.91	8512232.13	3633.08	IZQ.	100	787428.88	8512280.25	3698.71	EJE	



Tabla 57: Características geométricas de la Vía

Segmento N°	Progresiva		Longitud (m)	Ancho de carril (m)		Ancho de Berma		Tipo de berma	Curvas Horizontales				Perfil Longitudinal	
	Del Km	Al Km		Izq. (m)	Der. (m)	Izq. (m)	Der. (m)		Curva	Radio (m)	Longitud (m)	Peralte	LCV/LTV (m)	Pendiente
S-1	889+420	889+594	174	3	3	1.95	1.95	Pavimento	C-1	106.29	27.31	7.93%	159	1.78%
	889+594	889+697.36	103.36	3	3	1.95	1.95	Pavimento	C-2	112.83	43.65	8.45%	73.36	2.91%
S-2	889+697.36	889+894.19	196.83	3	3	1.95	1.95	Pavimento	C-3	125.07	42.4	3.13%	166.83	4.18%
S-3	889+894.19	890+086.54	192.35	3	3	1.95	1.95	Pavimento	C-4	100.07	42.01	7.36%	162.37	5.40%
	890+086.54	890+162.90	76.36	3	3	1.95	1.95	Pavimento	C-5	151.7	65.56	3.80%	46.34	-0.23%
S-4	890+162.90	890+535.09	372.19	3	3	0.7	0.7	Pavimento	C-6	80.28	45.36	4.98%	342.2	4.17%
S-5	890+535.09	890+919.82	384.73	3	3	0.7	0.7	Pavimento	C-7	115.34	98.88	8.64%	354.72	4.43%
S-6	890+919.82	891+077.11	157.29	3	3	0.7	0.7	Pavimento	C-8	45.7	50.51	4.11%	127.3	4.69%
	891+077.11	891+295.61	218.5	3	3	0.7	0.7	Grava	C-9	57.05	55.38	2.00%	188.47	3.41%
	891+295.61	891+441.85	146.24	3	3	0.7	0.7	Grava	C-10	104.45	47.58	7.77%	116.29	8.17%
S-7	891+441.85	891+811.14	369.29	3	3	0.7	0.7	Grava	C-11	53.66	122.49	0.98%	339.26	3.30%
S-8	891+811.14	892+076.57	265.43	3	3	0.7	0.7	Grava	C-12	76.56	182.58	4.40%	235.42	5.50%
S-9	892+076.57	892+216.06	139.49	3	3	0.7	0.7	Grava	C-13	49.43	131.37	2.51%	109.5	7.28%
	892+216.06	892+332.93	116.87	3	3	0.7	0.7	Grava	C-14	35.89	102.7	9.88%	86.89	8.09%
S-10	892+332.93	892+540.08	207.15	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-15	116.23	48.14	2.90%	177.14	5.87%
S-11	892+540.08	892+859.14	319.06	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-16	49.13	109.37	2.63%	289.05	4.64%
S-12	892+859.14	893+021.34	162.2	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-17	56.3	120.26	0.13%	132.21	7.13%
S-13	893+021.34	893+286.94	265.6	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-18	45.81	130.13	4.06%	234.58	4.54%
S-14	893+286.94	893+670.51	383.57	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-19	49.84	125.1	2.35%	353.59	6.46%
S-15	893+670.51	893+985	314.49	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-20	72.71	58.72	3.73%	284.47	5.46%
S-16	893+985	894+378.44	393.44	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-21	136	127.74	9.91%	363.47	7.29%
S-17	894+378.44	894+686.15	307.71	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-22	41.24	87.31	6.39%	277.66	3.15%
S-18	894+686.15	894+803.34	117.19	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-23	54.57	88.5	0.68%	87.25	10.08%
	894+803.34	895+016.25	212.91	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-24	125.15	58.33	3.12%	182.89	5.57%
S-19	895+016.25	895+360.39	344.14	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-25	29.15	44.13	10.00%	314.12	4.27%
S-20	895+360.39	895+478.63	118.24	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-26	49.88	109.76	2.34%	88.27	7.47%
	895+478.63	895+611.05	132.42	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-27	81.39	124.88	5.15%	102.4	5.58%
S-21	895+611.05	895+842.60	231.55	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-28	85.53	88.77	5.72%	201.56	6.29%
S-22	895+842.60	896+005.38	162.78	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-29	149.8	26.46	3.75%	132.77	5.28%
S-23	896+005.38	896+234.07	228.69	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-30	78.88	45.25	4.77%	198.7	6.63%
S-24	896+234.07	896+351.30	117.23	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-31	29.15	3.18	10.00%	87.23	4.99%
	896+351.30	896+490.07	138.77	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-32	60.86	44.04	1.15%	108.76	5.42%
	896+490.07	896+566.56	76.49	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-33	79.41	53.72	4.85%	46.53	8.56%
S-25	896+566.56	896+876.88	310.32	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-34	29.33	85.11	10.00%	280.29	4.64%
S-26	896+876.88	897+053.96	177.08	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-35	27.51	70.53	10.00%	147.08	5.37%
S-27	897+053.96	897+197.38	143.42	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-36	55.3	67.08	0.44%	113.42	4.76%
	897+197.38	897+342.90	145.52	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-37	29.15	26.45	10.00%	115.52	5.82%
	897+342.90	897+456.13	113.23	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-38	99.95	89.76	7.35%	83.24	5.67%
S-28	897+456.13	897+695.38	239.25	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-39	41.15	45.16	6.44%	209.22	3.48%
S-29	897+695.38	897+832.40	137.02	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-40	49.29	73.95	2.57%	107.04	7.04%
	897+832.40	898+038.27	205.87	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-41	39.39	37.61	7.49%	175.86	5.15%
S-30	898+038.27	898+270.85	232.58	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-42	39.14	43.26	7.64%	202.57	5.22%
	898+270.85	898+399.24	128.39	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-43	196.23	32.53	4.90%	98.45	5.56%
S-31	898+399.24	898+721.37	322.13	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-44	65.91	54.18	2.37%	292.07	5.01%
S-32	898+721.37	898+932.17	210.8	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-45	58.05	155.25	0.38%	180.81	5.55%
S-33	898+932.17	899+187.92	255.75	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-46	58.82	162.54	0.60%	225.75	5.34%



Segm ento N°	Progresiva		Longit ud (m)	Ancho de carril (m)		Ancho de Berma		Tipo de berma	Curvas Horizontales				Perfil Longitudinal	
	Del Km	Al Km		Izq. (m)	Der (m)	Izq. (m)	Der. (m)		Curva	Radio (m)	Longitud (m)	Peralte	LCV/ LTV (m)	Pendie nte
S-34	899+187.92	899+387.75	199.83	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-47	52.3	82.21	1.44%	139.82	4.73%
S-35	899+387.75	889+596.68	208.93	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-48	198.69	116.7	4.96%	208.94	5.59%
S-36	889+596.68	899+816.39	219.71	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-49	28.32	85.2	10.00%	189.7	5.48%
S-37	899+816.39	900+012.44	196.05	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-50	32.13	10.48	10.00%	166.09	5.40%
S-38	900+012.44	900+168.60	156.16	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-51	79.46	87.49	4.86%	126.15	4.81%
	900+168.60	900+351.71	183.11	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-52	99.91	59.58	7.35%	153.11	5.33%
S-39	900+351.71	900+553.12	201.41	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-53	29.65	99.09	10.00%	171.41	5.24%
S-40	900+553.12	900+752.28	199.16	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-54	88.65	45.8	6.12%	169.16	5.54%
	900+752.28	900+894.94	142.66	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-55	84.46	66.13	5.58%	112.66	4.99%
S-41	900+894.94	901+116.67	221.73	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-56	124.77	80.16	3.12%	191.73	4.93%
S-42	901+116.67	901+281.15	164.48	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-57	34.29	80.45	10.00%	134.48	4.79%
S-43	901+281.15	901+479.97	198.82	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-58	58.35	45.75	0.47%	168.83	5.76%
S-44	901+479.97	901+666.19	186.22	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-59	32.13	28.58	10.00%	156.23	5.62%
S-45	901+666.19	901+903.52	237.33	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-60	34.72	108.76	10.78%	201.33	4.08%
S-46	901+903.52	902+173.73	270.21	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-61	32.13	22.99	10.00%	240.2	2.84%
S-47	902+173.73	902+388.01	214.28	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-62	32.13	45.08	10.00%	184.28	3.33%
S-48	902+388.01	902+609.58	221.57	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-63	32.13	27.44	10.00%	191.57	2.78%
S-49	902+609.58	902+789.39	179.81	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-64	74.08	113.04	3.98%	149.82	4.86%
S-50	902+789.39	903+077.33	287.94	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-65	32.17	97.22	10.00%	257.93	2.33%
S-51	903+077.33	903+294.68	217.35	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-66	32.13	4.37	10.00%	187.37	4.48%
S-52	903+294.68	903+522	227.32	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-67	32.13	53.92	10.00%	197.4	2.23%
S-53	903+522	903+704.15	182.15	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-68	72.76	96.43	3.74%	152.04	1.35%
S-54	903+704.15	903+907.93	203.78	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-69	113.52	143.14	2.84%	173.8	4.73%
S-55	903+907.93	904+101.73	193.8	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-70	71.54	66.46	3.52%	163.8	3.66%
S-56	904+101.73	904+273.89	172.16	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-71	32.13	1.86	10.00%	142.15	3.02%
	904+273.89	904+391.56	117.67	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-72	159.75	113.36	3.99%	87.68	4.90%
S-57	904+391.56	904+651.40	259.84	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-73	27.06	42.68	10.00%	229.84	2.99%
S-58	904+651.40	904+880.82	229.42	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-74	33.66	51.65	10.00%	199.42	2.03%
S-59	904+880.82	905+054.27	173.45	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-75	200.14	78.04	5.00%	143.45	2.95%
S-60	905+054.27	905+278.37	224.1	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-76	63.93	55.07	1.91%	194.11	5.31%
S-61	905+278.37	905+475.84	197.47	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-77	32.13	4.6	10.00%	167.47	4.05%
S-62	905+475.84	905+578.85	103.01	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-78	48.58	50.02	2.86%	73.01	3.66%
	905+578.85	905+705.26	126.41	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-79	74.54	92.89	4.06%	96.4	0.88%
S-63	905+705.26	905+865.65	160.39	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-80	90.92	56.8	6.39%	130.4	3.85%
S-64	905+865.65	906+009.67	144.02	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-81	32.13	9.64	10.00%	114.01	2.19%
S-65	906+009.67	906+184.82	175.15	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-82	28.88	97.46	10.00%	145.15	2.87%
S-66	906+184.82	906+298.38	113.56	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-83	61.95	64.49	1.43%	83.56	3.98%
	906+298.38	906+436.62	138.24	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-84	69.24	136.89	3.07%	108.25	4.96%
S-67	906+436.62	906+680.15	243.53	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-85	64.53	185.98	2.05%	213.51	2.51%
S-68	906+680.15	906+820.37	140.22	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-86	59.72	61.16	0.85%	110.22	2.98%
	906+820.37	907+026.41	206.04	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-87	87.87	90.7	6.02%	176.05	4.60%
S-69	907+026.41	907+142.93	116.52	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-88	46.62	70.95	3.69%	86.51	2.57%
	907+142.93	907+323.04	180.11	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-89	67.85	115.65	2.78%	150.11	3.77%
	907+323.04	907+470.15	147.11	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-90	87.44	52.08	5.97%	117.12	4.57%
S-70	907+470.15	907+707.82	237.67	3.2	3.2	1.9	0.8	Grava	C-91	32.13	26.94	10.00%	207.67	3.83%
S-71	907+707.82	908+021.58	313.76	3	3	1.9	0.8	Grava	C-92	46.69	41.99	3.66%	283.76	3.86%



Segm ento N°	Progresiva		Longit ud (m)	Ancho de carril (m)		Ancho de Berma		Tipo de berma	Curvas Horizontales				Perfil Longitudinal	
	Del Km	Al Km		Izq. (m)	Der (m)	Izq. (m)	Der. (m)		Curva	Radio (m)	Longitud (m)	Peralte	LCV/ LTV (m)	Pendie nte
S-72	908+021.58	908+175.47	153.89	3	3	1.9	0.8	Grava	C-93	98.19	174.83	7.18%	123.88	2.64%
	908+175.47	908+307.67	132.2	3	3	1.9	0.8	Grava	C-94	32.13	9.19	10.00%	102.21	5.27%
S-73	908+307.67	908+554.22	246.55	3	3	1.9	0.8	Grava	C-95	32.13	55.14	10.00%	216.54	3.95%
S-74	908+554.22	908+655.62	101.4	3	3	1.9	0.8	Grava	C-96	67.6	61.31	2.73%	71.41	5.57%
	908+655.62	908+795.36	139.74	3	3	1.9	0.8	Grava	C-97	53.15	122.29	1.15%	109.73	2.29%
S-75	908+795.36	908+964.58	169.22	3	3	1.9	0.8	Grava	C-98	41.56	122.09	6.21%	139.23	4.24%
	908+964.58	909+064.93	100.35	3	3	1.9	0.8	Grava	C-99	54.03	93.65	2.50%	70.35	3.41%
S-76	909+064.93	909+269.24	204.31	3	3	1.9	0.8	Grava	C-100	86.29	202.62	5.82%	174.29	3.13%
	909+269.24	909+418.36	149.12	3	3	1.9	0.8	Grava	C-101	58.94	81.11	0.63%	119.15	6.23%
S-77	909+418.36	909+837.38	419.02	3	3	1.9	0.8	Grava	C-102	71.22	88.82	3.46%	389.01	2.82%
S-78	909+837.38	910+048.41	211.03	3	3	1.9	0.8	Grava	C-103	64.08	37.28	1.95%	181.03	2.25%
S-79	910+048.41	910+325.77	277.36	3	3	1.9	0.8	Grava	C-104	106.51	71.03	7.94%	247.36	1.91%
S-80	910+325.77	910+521.69	195.92	3	3	1.9	0.8	Grava	C-105	102.91	86.89	7.63%	165.9	2.17%
	910+521.69	910+653.44	131.75	3	3	1.9	0.8	Grava	C-106	247.09	106.8	6.18%	101.79	7.26%
S-81	910+653.44	911+028.42	374.98	3	3	1.9	0.8	Grava	C-107	142.8	71.3	10.25%	344.96	1.91%
S-82	911+028.42	911+331.47	303.05	3	3	1.9	0.8	Grava	C-108	164.78	81.82	4.12%	273.05	2.44%
S-83	911+331.47	911+726.00	394.53	3	3	1.9	0.8	Grava	C-109	63.13	85.12	1.72%	364.54	2.95%
S-84	911+726.00	912+294.06	568.06	3	3	1.9	0.8	Grava	C-110	52.32	70.71	1.44%	538.06	2.69%
S-85	912+294.06	913+172.02	877.96	3	3	1.9	0.8	Grava	C-111	39.24	41.71	7.58%	847.96	2.63%
S-86	913+172.02	913+553.73	381.71	3	3	1.9	0.8	Grava	C-112	52.17	29.54	1.49%	349.7	4.18%
S-87	913+553.73	913+840.38	286.65	3	3	1.9	0.8	Grava	C-113	32.91	16.42	10.00%	258.66	6.28%
S-88	913+840.38	914+503.08	662.7	3	3	1.9	0.8	Grava	C-114	83	136.37	5.38%	632.7	5.15%
S-89	914+503.08	914+774.80	271.72	3	3	1.9	0.8	Grava	C-115	32.91	48.02	10.00%	241.71	3.49%
S-90	914+774.80	914+970.98	196.18	3	3	1.9	0.8	Grava	C-116	321.38	50.96	3.60%	166.12	5.95%
S-91	914+970.98	915+269.29	298.31	3	3	1.9	0.8	Grava	C-117	52.49	32.49	1.38%	268.37	3.14%
S-92	915+269.29	915+616.57	347.28	3	3	1.9	0.8	Grava	C-118	37.4	67.71	8.79%	317.28	4.63%
S-93	915+616.57	915+787.37	170.8	3	3	1.9	0.8	Grava	C-119	35.16	68.53	10.43%	140.79	3.30%
S-94	915+787.37	915+951.22	163.85	3	3	1.9	0.8	Grava	C-120	32.91	19.22	10.00%	133.86	4.61%
S-95	915+951.22	916+244.20	292.98	3	3	1.9	0.8	Grava	C-121	182.04	127.17	11.70%	262.97	2.23%
S-96	916+244.20	916+519.66	275.46	3	3	1.9	0.8	Grava	C-122	38.19	55.94	8.26%	245.45	3.10%
S-97	916+519.66	916+988.27	468.61	3	3	1.9	0.8	Grava	C-123	56.26	36.22	0.14%	438.62	4.78%
S-98	916+988.27	917+128.98	140.71	7.2	3	1.9	0.5	Grava	C-124	34.93	79.04	10.61%	110.68	3.23%
	917+128.98	917+268.16	139.18	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-125	48.95	7.02	2.71%	109.2	5.86%
S-99	917+268.16	917.530.27	262.11	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-126	48.95	20.92	2.71%	232.09	5.00%
S-100	917.530.27	917+773.91	243.64	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-127	48.95	60.15	2.71%	213.65	6.49%
S-101	917+773.91	918+084.42	310.51	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-128	139.92	61.17	10.11%	280.5	5.20%
S-102	918+084.42	918+325.09	240.67	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-129	106.54	52.4	7.95%	210.68	6.28%
S-103	918+325.09	918+620.17	295.08	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-130	212.17	118.27	5.30%	265.07	4.89%
S-104	918+620.17	918+817.93	197.76	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-131	78.25	57.13	4.67%	167.78	6.39%
S-105	918+817.93	919+173.50	355.57	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-132	67.24	91.74	2.65%	325.55	1.40%
S-106	919+173.50	919+496.01	322.51	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-133	63.37	145.69	3.00%	292.51	0.01%
S-107	919+496.01	919+972.90	476.89	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-134	91.01	48.06	6.40%	446.88	1.68%
S-108	919+972.90	920+115.99	143.09	4.3	3	1.9	0.92	Grava	C-135	91.01	15.29	6.40%	113.09	4.11%
	920+115.99	920+471.40	355.41	4.3	3	1.9	1.07	Grava	C-136	91.01	27.33	6.40%	325.42	4.89%
S-109	920+471.40	920+790.18	318.78	4.3	3	1.9	1.07	Grava	C-137	91.01	59.91	6.40%	288.77	3.89%

Segmento N°	Progresiva		Longitud (m)	Ancho de carril (m)		Ancho de Berma		Tipo de berma	Curvas Horizontales				Perfil Longitudinal	
	Del Km	Al Km		Izq. (m)	Der. (m)	Izq. (m)	Der. (m)		Curva	Radio (m)	Longitud (m)	Peralte	LCV/LTV (m)	Pendiente
S-110	920+790.18	920+914.52	124.34	4.3	3	1.9	1.07	Grava	C-138	258.68	230.78	6.47%	94.34	3.72%
	920+914.52	921+160.24	245.72	4.3	3	1.9	1.07	Grava	C-139	131.02	154.6	3.28%	215.72	5.14%
S-111	921+160.24	921+264.99	104.75	4.3	3	1.9	1.07	Grava	C-140	144.01	151.07	3.60%	74.77	7.07%
	921+264.99	921+482.21	217.22	3.8	3	1.9	0.92	Pavimento	C-141	200	262.33	5.00%	187.2	0.94%
S-112	921+482.21	921+791.87	309.66	3.8	3	1.9	0.92	Pavimento	C-142	200	106.18	5.00%	279.66	0.02%
S-113	921+791.87	922+648.22	856.35	3.8	3	1.9	0.92	Pavimento	C-143	200	110.74	5.00%	826.34	3.06%
S-114	922+648.22	923+063.83	415.61	3.8	3	1.9	0.92	Pavimento	C-144	200	93.2	5.00%	385.64	6.21%
	923+063.83	923+173+61	109.78	3.8	3	1.9	0.92	Pavimento	C-145	200	15.36	5.00%	79.77	4.42%
S-115	923+173+61	924+000	826.39	3.8	3	1.9	0.92	Pavimento	C-146	200	3.09	5.00%	810.06	0.01%

3.5.3. Intensidad de tránsito

3.5.3.1. Equipos y base de datos utilizados

Uno de los datos importantes para analizar la seguridad vial en una carretera es conocer la cantidad, tipo de vehículos.

Con fines de estudio de tránsito se toma en cuenta los conteos realizados por la empresa concesionaria de nuestra vía Concar (Survial), la información fue emitida por la mencionada empresa (*Obsérvese Figura 53*) previa solicitud que se puede observar en el Anexo A-5; así mismo se realizó el aforo vehicular usando el formato de la Tabla 41.



Figura 53: Representante de la Empresa Concar (Survial S.A).

3.5.3.2.Procedimiento

En cuanto al volumen de tránsito vehicular de los años anteriores se considera la información emitida por Concar (Survial).

Considerando que nuestra vía no tiene un alto número de accesos en su recorrido y que los accesos existentes son de baja densidad vehicular, tomamos solo un punto de estación para realizar el conteo vehicular, nos ubicamos en la comisaría de Ancahuasi que corresponde al Km 923+030. (*Obsérvese tabla 58*)

Previamente a la determinación del IMDA, se identificó el factor de corrección estacional el cual depende de la estación más cercana a la carretera en estudio, en este caso corresponde la estación de Ccasacancha - ex estación Huillque. (*Obsérvese Figura 54*).



Figura 54: Estación de Ccasacancha - ex Huillque

El aforo vehicular se realizó durante un periodo de 07 días (del 01 de julio al 07 de julio del 2019), estos datos se registraron en el formato Tabla 41 que contiene la clasificación vehicular de acuerdo al MTC y el MEF.

Tabla 58: Realización del conteo vehicular



3.5.3.3. Toma de datos

- Mediante la información emitida por PROVIAS mediante la empresa Concar (Survial S.A.) se extrajo IMDA de los años 2014, 2016, 2017, 2018 de la carretera, indicando el volumen vehicular anual y la distribución porcentual que se presenta en la vía según el tipo de vehículo desde el año 2014 al 2018. (*Obsérvese Tabla 59*)

Tabla 59: IMDA de los últimos 05 años

IMDA 2014 - 2018										
AÑO	2014		2015		2016		2017		2018	
TIPO DE VEHICULO	IMDA	%								
Autos	517	37.5%	613	39.8%	665	39.2%	687	38.3%	793	39.1%
Pick up	205	14.9%	236	15.3%	280	16.5%	299	16.7%	325	16.0%
Combi rural	161	11.7%	189	12.3%	219	12.9%	219	12.2%	304	15.0%
Micro	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Bus 2 E	45	3.3%	50	3.3%	42	2.5%	53	3.0%	56	2.8%
Bus >=3 E	23	1.7%	25	1.6%	45	2.6%	34	1.9%	34	1.7%
Camion 2 E	157	11.4%	138	9.0%	142	8.3%	155	8.7%	184	9.1%
Camion 3 E	123	8.9%	120	7.8%	125	7.4%	135	7.5%	135	6.7%
Camion 4 E	11	0.8%	13	0.8%	15	0.9%	19	1.1%	15	0.7%
Semi trayler 2S1/2S2	0	0.0%	1	0.0%	0	0.0%	1	0.0%	1	0.0%
Semi Trayler 2S3	1	0.0%	1	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Semi Trayler 3S1/3S2	24	1.7%	24	1.5%	25	1.5%	28	1.5%	22	1.1%
Semi Trayler >= 3S3	111	8.1%	129	8.4%	139	8.2%	161	9.0%	159	7.8%
Traylers	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
TOTAL	1378	100.0%	1538	100.0%	1699	100.0%	1791	100.0%	2026	100.0%

Fuente: Survia – Provias – MTC

- b) Se realizó el aforo vehicular diario del estudio correspondiente a Limatambo y Ancahuasi realizando el estudio de campo desde el día lunes 01 de julio hasta el 07 de julio del 2019 (Obsérvese tabla 60). Las fichas de aforos diarios restantes se presentan en el Anexo A-4.



Tabla 60: Aforo vehicular del día 01 de julio del carril de ida

HORA		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																	TOTAL	PORC
		ESTUDIO: AFORO VEHICULAR DIARIO		AFORADORES: Atauchi Ravelo Fressia Maricel Quispe Sanchez Diana Alexandra		HOJA N°: 1 DE 14														
		REGION: Cusco	SENTIDO	IDA	VUELTA	FECHA: Lunes 01 de Julio 2019														
		CARRETERA: Ancahuasi - Limatani	X																	
		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				Σ	%	
AUTOS	PICK UP	RURAL Combi	2 E		>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00:00	01:00	4	1	0	0	0	3	6	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	22	2.18%
01:00	02:00	6	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	3	3	0	0	0	0	22	2.18%
02:00	03:00	3	1	0	0	0	1	6	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	16	1.58%
03:00	04:00	10	3	1	0	0	2	5	2	0	1	0	0	4	0	0	0	0	28	2.77%
04:00	05:00	11	5	1	0	2	1	4	3	0	0	0	3	6	0	0	0	0	36	3.56%
05:00	06:00	16	13	1	0	2	4	1	6	0	2	0	4	7	0	0	0	0	56	5.54%
06:00	07:00	17	12	3	0	2	2	2	3	0	0	0	1	6	0	0	0	0	48	4.75%
07:00	08:00	21	14	5	0	1	2	0	1	0	0	0	2	8	0	0	0	0	54	5.34%
08:00	09:00	16	13	9	0	2	2	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	47	4.65%
09:00	10:00	12	7	5	0	1	2	4	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	41	4.06%
10:00	11:00	16	11	6	0	1	3	1	2	0	0	0	1	10	0	0	0	0	51	5.04%
11:00	12:00	10	8	9	0	4	2	5	6	0	1	0	2	4	0	0	0	0	51	5.04%
12:00	13:00	14	12	13	0	5	4	8	1	0	0	0	1	4	0	0	0	0	62	6.13%
13:00	14:00	17	13	9	0	5	2	5	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	57	5.64%
14:00	15:00	15	11	8	0	2	3	4	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	49	4.85%
15:00	16:00	19	7	10	0	2	5	6	1	0	0	0	1	9	0	0	0	0	60	5.93%
16:00	17:00	20	12	9	0	3	4	7	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	62	6.13%
17:00	18:00	23	13	5	0	2	3	4	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	58	5.74%
18:00	19:00	20	14	6	0	2	2	4	2	0	1	0	0	6	0	0	0	0	57	5.64%
19:00	20:00	18	7	3	0	2	1	3	1	0	1	0	0	6	0	0	0	0	42	4.15%
20:00	21:00	16	3	1	0	1	0	3	2	0	1	0	0	5	0	0	0	0	32	3.17%
21:00	22:00	13	2	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	23	2.27%
22:00	23:00	10	3	0	0	2	1	4	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	25	2.47%
23:00	00:00	4	1	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	12	1.19%
TOTAL		331	189	104	0	42	51	90	65	0	7	0	23	109	0	0	0	0	1011	100.00%
%		32.74%	18.69%	10.29%	0.00%	4.15%	5.04%	8.90%	6.43%	0.00%	0.69%	0.00%	2.27%	10.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100.00%



c) Se muestra también el resumen semanal de ambos carriles mostrando el número total de vehículos. (Obsérvese tabla 61).

Tabla 61: Resumen semanal de aforo vehicular

HORA		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																		TOTAL	PORC	
		ESTUDIO:	AFORO VEHICULAR SEMANAL					AFORADORES:	Atauchi Ravelo Fressia Maricel Quispe Sanchez Diana Alexandra		HOJA N°:	1 DE 1										
		REGION:	Cusco		SENTIDO	IDA	VUELTA	FECHA:	Lunes 01 al Domingo 07 de Julio 2019													
		CARRETERA:	Ancahuasi - Limatambo		X	X																
AUTOS	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				Σ	%				
	PICK UP	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3						
LUNES	SUBIDA	331	189	104	0	42	51	90	65	0	7	0	23	109	0	0	0	0	1011	7.01%		
	BAJADA	457	161	64	0	56	24	89	69	10	0	0	15	92	0	0	0	0	1037	7.19%		
	AMBOS	788	350	168	0	98	75	179	134	10	7	0	38	201	0	0	0	0	2048	14.20%		
MARTES	SUBIDA	283	203	106	0	45	29	108	61	27	0	0	0	72	0	0	0	0	934	6.48%		
	BAJADA	395	127	80	0	50	21	115	68	14	0	0	23	93	0	0	0	0	986	6.84%		
	AMBOS	678	330	186	0	95	50	223	129	41	0	0	23	165	0	0	0	0	1920	13.31%		
MIÉRCOLES	SUBIDA	318	144	102	0	67	33	111	72	12	0	0	2	68	0	0	0	0	929	6.44%		
	BAJADA	318	125	70	0	40	23	130	74	14	0	2	14	108	0	0	0	0	918	6.36%		
	AMBOS	636	269	172	0	107	56	241	146	26	0	2	16	176	0	0	0	0	1847	12.81%		
JUEVES	SUBIDA	429	57	51	0	90	27	77	76	26	0	0	14	77	0	0	0	0	924	6.41%		
	BAJADA	344	120	71	0	28	20	115	69	90	0	0	12	99	0	0	0	0	968	6.71%		
	AMBOS	773	177	122	0	118	47	192	145	116	0	0	26	176	0	0	0	0	1892	13.12%		
VIERNES	SUBIDA	473	182	115	0	34	24	128	94	12	0	1	18	0	0	0	0	0	1081	7.49%		
	BAJADA	453	163	85	0	33	28	132	66	15	0	4	17	88	0	0	0	0	1084	7.52%		
	AMBOS	926	345	200	0	67	52	260	160	27	0	5	35	88	0	0	0	0	2165	15.01%		
SÁBADO	SUBIDA	514	164	112	0	39	30	133	64	24	0	0	24	102	0	0	0	0	1206	8.36%		
	BAJADA	586	195	104	0	35	18	131	62	19	0	0	15	80	0	0	0	0	1245	8.63%		
	AMBOS	1100	359	216	0	74	48	264	126	43	0	0	39	182	0	0	0	0	2451	16.99%		
DOMINGO	SUBIDA	457	168	107	0	44	8	102	65	8	1	0	12	89	0	0	0	0	1061	7.36%		
	BAJADA	482	185	107	0	30	9	78	57	6	0	0	12	74	0	0	0	0	1040	7.21%		
	AMBOS	939	353	214	0	74	17	180	122	14	1	0	24	163	0	0	0	0	2101	14.57%		
TOTAL		5840	2183	1278	0	633	345	1539	962	277	8	7	201	1151	0	0	0	0	14424	100.00%		
%		40.49%	15.13%	8.86%	0.00%	4.39%	2.39%	10.67%	6.67%	1.92%	0.06%	0.05%	1.39%	7.98%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%	100.00%		

3.5.4. Dispositivos de control y entorno de vía

3.5.4.1. Equipos utilizados

Para la realización del inventario vial de la carretera y su entorno se utilizaron los siguientes equipos:

- Wincha
- Libreta de campo
- Formato para datos de los sistemas de control de tránsito.
- Cámara filmadora
- Laptop
- Materiales de escritorio (lapiceros, lápiz, etc.)

3.5.4.2. Procedimiento

Para verificar y definir los sistemas de control de tránsito de la carretera en estudio, primero se realizó la verificación in situ de forma visual (*Obsérvese figura 55*), se realizó el llenado de datos usando el formato de la Tabla 42 como señalización, iluminación, bandas sonoras, entre otros, de la misma manera se realizó un inventario vial usando el formato de Tabla 43 en el que se registró los elementos presentes en la vía.



Figura 55: Verificación in situ

3.5.4.3.Toma de datos

Se realiza el llenado de información de datos en los formatos mencionados, en la tabla 62 podemos observar los datos recolectados en campo.

Tabla 62: Datos de los dispositivos de control y entorno de la vía

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA												
ESTUDIO:		Datos de los dispositivos de control y entorno de vía										
CARRETERA:		Carretera Nacional PE-3 Stramto Ancahuasi - Limatambo										
RESPONSABLES:		Bach. Fressia Mariel Atauri Ravelo Bach. Diana Alexandra Quispe Sanchez										
Segmento	Progresiva		Accesos	Bandas Sonoras		Velocidad automatizada		Iluminación		Señal horizontal		Carril de giro a la izquierda
	Nº	Del Km		Al Km	Si	No	Si	No	Si	No	Si	
S-1	889+420	889+697.36	1		X		X	X		X		No existe
S-2	889+697.36	889+894.19	0		X		X	X		X		No existe
S-3	889+894.19	890+162.90	0		X		X	X		X		No existe
S-4	890+162.90	890+535.09	1		X		X	X		X		No existe
S-5	890+535.09	890+919.82	1		X		X	X		X		No existe
S-6	890+919.82	891+441.85	2		X		X	X		X		No existe
S-7	891+441.85	891+811.14	0		X		X	X		X		No existe
S-8	891+811.14	892+076.57	1		X		X		X	X		No existe
S-9	892+076.57	892+332.93	0		X		X		X	X		No existe
S-10	892+332.93	892+540.08	0		X		X		X	X		No existe
S-11	892+540.08	892+859.14	0		X		X		X	X		No existe
S-12	892+859.14	893+021.34	0		X		X		X	X		No existe
S-13	893+021.34	893+286.94	0		X		X		X	X		No existe
S-14	893+286.94	893+670.51	0		X		X		X	X		No existe
S-15	893+670.51	893+985.00	1		X		X		X	X		No existe
S-16	893+985.00	894+378.44	1		X		X		X	X		No existe
S-17	894+378.44	894+686.15	2		X		X		X	X		No existe
S-18	894+686.15	895+016.25	0		X		X	X		X		No existe
S-19	895+016.25	895+360.39	2		X		X	X		X		No existe
S-20	895+360.39	895+611.05	1		X		X	X		X		No existe
S-21	895+611.05	895+842.60	1		X		X		X	X		No existe
S-22	895+842.60	896+005.38	1		X		X		X	X		No existe
S-23	896+005.38	896+234.07	1		X		X		X	X		No existe
S-24	896+234.07	896+566.56	0		X		X		X	X		No existe
S-25	896+566.56	896+876.88	0		X		X		X	X		No existe
S-26	896+876.88	897+053.96	0		X		X		X	X		No existe
S-27	897+053.96	897+456.13	0		X		X		X	X		No existe
S-28	897+456.13	897+695.38	0		X		X		X	X		No existe
S-29	897+695.38	898+038.27	0		X		X		X	X		No existe
S-30	898+038.27	898+399.24	0		X		X		X	X		No existe
S-31	898+399.24	898+721.37	0		X		X		X	X		No existe
S-32	898+721.37	898+932.17	0		X		X		X	X		No existe
S-33	898+932.17	899+187.92	0		X		X		X	X		No existe
S-34	899+187.92	899+387.75	0		X		X		X	X		No existe
S-35	899+387.75	899+596.68	0		X		X		X	X		No existe
S-36	899+596.68	899+816.39	0		X		X		X	X		No existe
S-37	899+816.39	900+012.44	0		X		X		X	X		No existe
S-38	900+012.44	900+351.71	0		X		X		X	X		No existe
S-39	900+351.71	900+553.12	0		X		X		X	X		No existe
S-40	900+553.12	900+894.94	0		X		X		X	X		No existe
S-41	900+894.94	901+116.67	1		X		X		X	X		No existe
S-42	901+116.67	901+281.15	0		X		X		X	X		No existe
S-43	901+281.15	901+479.97	0		X		X		X	X		No existe
S-44	901+479.97	901+666.19	0		X		X		X	X		No existe
S-45	901+666.19	901+903.52	0		X		X		X	X		No existe
S-46	901+903.52	902+173.73	0		X		X		X	X		No existe
S-47	902+173.73	902+388.01	1		X		X		X	X		No existe
S-48	902+388.01	902+609.58	0		X		X		X	X		No existe
S-49	902+609.58	902+789.39	0		X		X		X	X		No existe
S-50	902+789.39	903+077.33	0		X		X		X	X		No existe



Segme nto	Progresiva		Accesos	Bandas Sonoras		Velocidad automatizada		Ilumina ción		Señal horizontal		Carril de giro a la izquierda
	N°	Del Km		Al Km	Si	No	Sí	No	Si	No	Si	
S-71	907+707.82	908+021.58	0		X		X		X	X		No existe
S-72	908+021.58	908+307.67	0		X		X		X	X		No existe
S-73	908+307.67	908+554.22	0		X		X		X	X		No existe
S-74	908+554.22	908+795.36	0		X		X		X	X		No existe
S-75	908+795.36	909+064.93	0		X		X		X	X		No existe
S-76	909+064.93	909+418.36	1		X		X		X	X		No existe
S-77	909+418.36	909+837.38	0		X		X		X	X		No existe
S-78	909+837.38	910+048.41	1		X		X		X	X		No existe
S-79	910+048.41	910+325.77	2		X		X		X	X		No existe
S-80	910+325.77	910+653.44	0		X		X		X	X		No existe
S-81	910+653.44	911+028.42	0		X		X		X	X		No existe
S-82	911+028.42	911+331.47	0		X		X		X	X		No existe
S-83	911+331.47	911+726.00	0		X		X		X	X		No existe
S-84	911+726.00	912+294.06	1		X		X		X	X		No existe
S-85	912+294.06	913+172.02	1		X		X		X	X		No existe
S-86	913+172.02	913+553.73	3		X		X		X	X		No existe
S-87	913+553.73	913+840.38	0		X		X		X	X		No existe
S-88	913+840.38	914+503.08	1		X		X		X	X		No existe
S-89	914+503.08	914+774.80	0		X		X		X	X		No existe
S-90	914+774.80	914+970.98	0		X		X		X	X		No existe
S-91	914+970.98	915+269.29	0		X		X		X	X		No existe
S-92	915+269.29	915+616.57	2		X		X		X	X		No existe
S-93	915+616.57	915+787.37	0		X		X		X	X		No existe
S-94	915+787.37	915+951.22	0		X		X		X	X		No existe
S-95	915+951.22	916+244.20	0		X		X		X	X		No existe
S-96	916+244.20	916+519.66	1		X		X		X	X		No existe
S-97	916+519.66	916+988.27	0		X		X		X	X		No existe
S-98	916+988.27	917+268.16	4		X		X	X		X		No existe
S-99	917+268.16	917+530.27	1		X		X	X		X		No existe
S-100	917+530.27	917+773.91	0		X		X		X	X		No existe
S-101	917+773.91	918+084.42	0		X		X		X	X		No existe
S-102	918+084.42	918+325.09	2		X		X		X	X		No existe
S-103	918+325.09	918+620.17	0		X		X		X	X		No existe
S-104	918+620.17	918+817.93	0		X		X		X	X		No existe
S-105	918+817.93	919+173.50	0		X		X		X	X		No existe
S-106	919+173.50	919+496.01	0		X		X		X	X		No existe
S-107	919+496.01	919+972.90	4		X		X		X	X		No existe
S-108	919+972.90	920+471.40	1		X			X		X		No existe
S-109	920+471.40	920+790.18	1		X			X		X		No existe
S-110	920+790.18	921+160.24	1		X			X		X		No existe
S-111	921+160.24	921+482.21	4		X			X		X		No existe
S-112	921+482.21	921+791.87	4		X			X		X		No existe
S-113	921+791.87	922+648.22	3		X			X		X		No existe
S-114	922+648.22	923+173.61	5		X			X		X		No existe
S-115	923+173.61	924+000	3		X			X		X		No existe

Haciendo uso del formato presentado en la Tabla 42 se registra toda la señalización existente, el tipo y la condición en la que se encuentra; además la superficie de rodadura y estado de transitabilidad; mostrando la fotografía actual del elemento vial. (Obsérvese Tabla 55)

Tabla 63: Inventario vial de la carretera Ancahuasi - Limatambo

CARRIL DE BAJADA			CARRIL DE SUBIDA		
PROGRESIVA	IMAGEN	OBSERVACIONES	PROGRESIVA	IMAGEN	OBSERVACIONES
KM 924+000		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Hito - poste kilométrico 924+000 en buen estado 	KM 923+720		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical preventiva por características operativas de la vía "ZONA DE PRESENCIA DE PEATONES" en buen estado
KM 923+417		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical preventiva por características operativas de la vía "ANIMALES EN LA VÍA" en buen estado. 	KM 923+523		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical Preventivas por características de la superficie de rodadura vía "UBICACIÓN DE REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO"; en mal estado
KM 923+317		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal horizontal tachones en buen estado. 	KM 923+194		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Alcantarilla en buen estado en condicion estructural
KM 923+257		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical Preventivas por características de la superficie de rodadura vía "UBICACIÓN DE REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO"; en mal estado. 	KM 923+101		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Alcantarilla en buen estado en condicion estructural
KM 922+950		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Alcantarilla en buen estado en condicion estructural 	KM 923+000		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Hito - poste kilométrico 923+000 en buen estado
KM 922+948		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical Informativa en mal estado. 	KM 922+940		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical por características geométricas horizontales de la vía "UBICACIÓN DE REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO"; en mal estado
KM 922+769		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Alcantarilla en buen estado en condicion estructural 	KM 922+939.5		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Alcantarilla en buen estado en condicion estructural
KM 922+706		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical preventiva por características operativas de la vía "ZONA URBANA" en buen estado. 	KM 922+822		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Tachas en mal estado
KM 922+634		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Señal Vertical preventiva por características operativas de la vía "ZONA DE PRESENCIA DE PEATONES" en buen estado 	KM 922+769		<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Superficie de Rodadura: Asfalto Estado de Transitabilidad: Bueno Ancho de la plataforma: 11 metros Elemento en la vía: Alcantarilla en buen estado en condicion estructural

El resto del inventario vial se presenta en el Anexo A-3.

3.6. Procedimientos de Análisis de datos

3.6.1. Accidentabilidad

3.6.1.1. Procesamiento y diagramas de la accidentabilidad

Para efectos de la realización de esta tesis de investigación se comenzó con el procesamiento de datos proporcionados por la PNP acerca de los accidentes de tránsito ocurridos en la vía nacional P3-3S Ancahuasi – Limatambo en los últimos 05 años; en ese entender se realiza el análisis de accidentes viales de cada una de las jurisdicciones que intervienen en esta investigación.

3.6.1.1.1. Accidentes viales jurisdicción Limatambo

a) Tipos de accidentes viales

Tabla 64: Tipos de accidentes de tránsito-Limatambo

LIMATAMBO							
Tipo de accidente		Atropello	Choque	Despiste	Despiste y volcadura	Otros	TOTAL
FATALES	2014	2	1	0	2	0	5
	2015	5	3	1	0	0	9
	2016	0	0	0	2	0	2
	2017	0	1	0	1	0	2
	2018	0	1	0	1	0	2
NO FATALES	2014	5	19	6	5	1	36
	2015	0	21	14	5	3	43
	2016	3	21	10	8	2	44
	2017	4	33	11	7	3	58
	2018	3	27	17	1	4	52
Tipo de accidente	Cantidad total	22	127	59	32	13	253
	%	8.7%	50.2%	23.3%	12.6%	5.1%	100.00%

Fuente: PNP

De la información recopilada de la PNP de la jurisdicción de Limatambo se obtiene la Tabla 64, en la que se muestra la cantidad de accidentes ocurridos en los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 de acuerdo a los tipos de accidentes en la carretera, mostrando el porcentaje de cada uno de ellos; deduciendo que los choques son los que se presentan con mayor frecuencia (considerándolos choques fatales y no fatales) con un total de 127 choques que representan más de la mitad de todos los accidentes registrados en dicha jurisdicción.

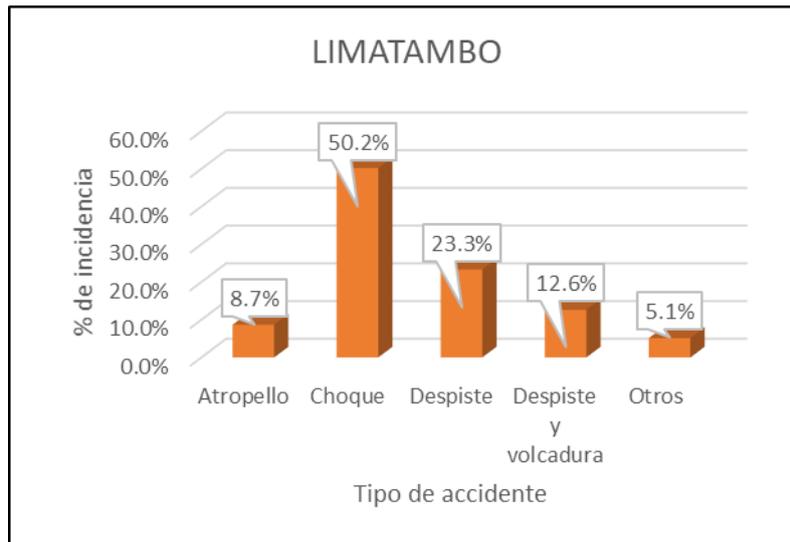


Figura 56: Tipos de accidentes de tránsito-Limatambo
Fuente: PNP

En la figura 56 se aprecia de mejor manera los porcentajes de accidentes ocurridos según el tipo, que en el distrito de Limatambo se presentan entre los años 2014 a 2018.

Tabla 65: Tipo de accidentes de tránsito entre los años 2014 a 2018-Limatambo

Tipo de accidente		Atropello		Choque		Despiste		D-Volc		Otros	
TOTAL FATALES + NO FATALES = 241	Año	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
	2014	7	2.77%	20	7.91%	6	2.37%	7	2.77%	1	0.40%
	2015	5	1.98%	24	9.49%	15	5.93%	5	1.98%	3	1.19%
	2016	3	1.19%	21	8.30%	10	3.95%	10	3.95%	2	0.79%
	2017	4	1.58%	34	13.44%	11	4.35%	8	3.16%	3	1.19%
2018	3	1.19%	28	11.07%	17	6.72%	2	0.79%	4	1.58%	
TOTAL		22	8.7%	127	50.2%	59	23.3%	32	12.6%	13	0.05

Fuente: PNP

En la tabla 65 se muestra un el detalle de la tabla 64, en la que se registra los tipos de los accidentes ocurridos entre fatales y no fatales en el distrito de Limatambo de cada año (2014-2018), cabe mencionar que la columna “otros” hace referencia a los tipos: volcadura, caída de pasajero, deslizamiento de piedras, entre otros.

A continuación, en la figura 57, se muestra un gráfico comparativo de los accidentes según su clase entre los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018.

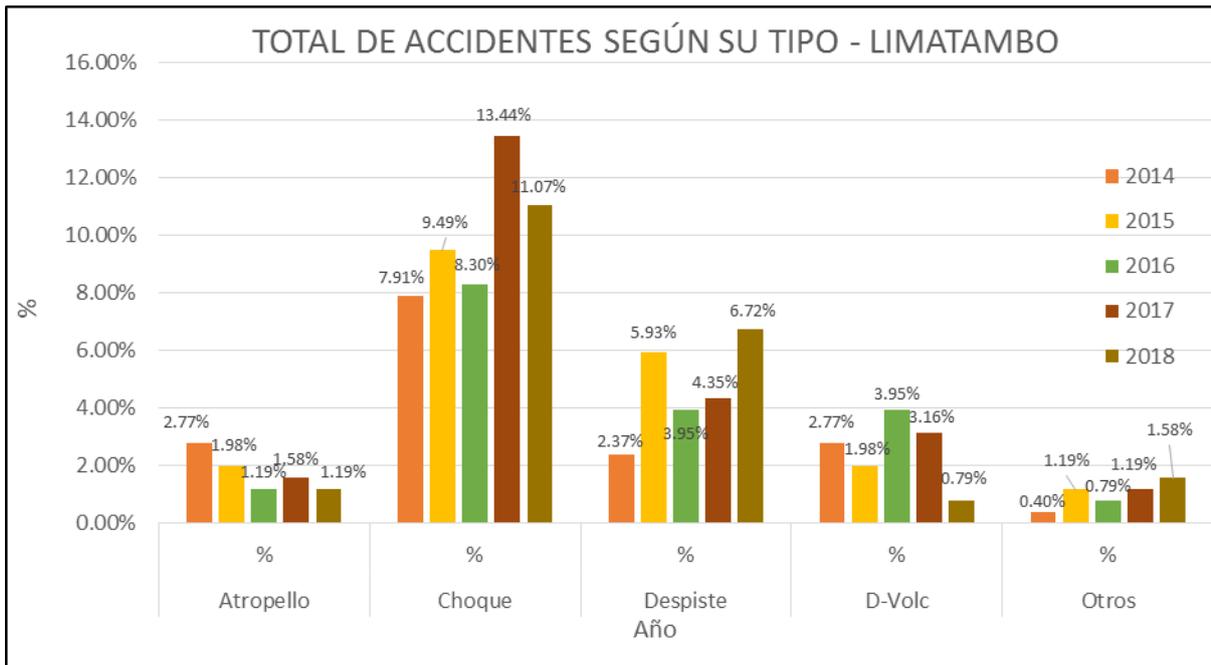


Figura 57: Accidentes de tránsito en Limatambo según su tipo entre los años 2014-2018
Fuente: PNP

b) Causas de los accidentes viales

Sobre las causas principales por las que se suscitan los accidentes, en la Tabla 66 y en la Figura 58 se observa con 28.46% la columna “N.E” (no especifica) lo que significa que en las actas policiales a las que se tuvo acceso no se indicaba su causa; sin embargo, en segundo lugar, está la invasión de carril con 14.23%, otros que se refiere a animales en la vía, desperfectos mecánicos e imprudencia del peatón con 13.44% y finalmente imprudencia del conductor con 11.07%.

Tabla 66: Causas de los accidentes de tránsito-Limatambo

LIMATAMBO										
Causa de accidente	Velocidad	Ebriedad	Imprudencia conductor	Vía	Clima	Invasión de carril	Otros	N.E	TOTAL (por año)	
FATALES	2014	0	1	1	1	0	0	1	5	
	2015	3	0	0	0	0	1	0	9	
	2016	0	0	0	0	0	0	0	2	
	2017	0	0	0	1	0	0	0	2	
	2018	0	0	0	1	0	0	0	2	
NO FATALES	2014	2	1	5	3	3	11	6	36	
	2015	3	4	2	2	1	4	6	43	
	2016	3	2	7	6	4	5	6	44	
	2017	4	3	9	6	3	7	8	58	
	2018	4	8	4	7	7	8	7	52	
TOTAL (Causa de accidente)	Cantidad	19	19	28	27	18	36	34	72	253
	%	7.51%	7.51%	11.07%	10.67%	7.11%	14.23%	13.44%	28.46%	100.00%

Fuente: PNP

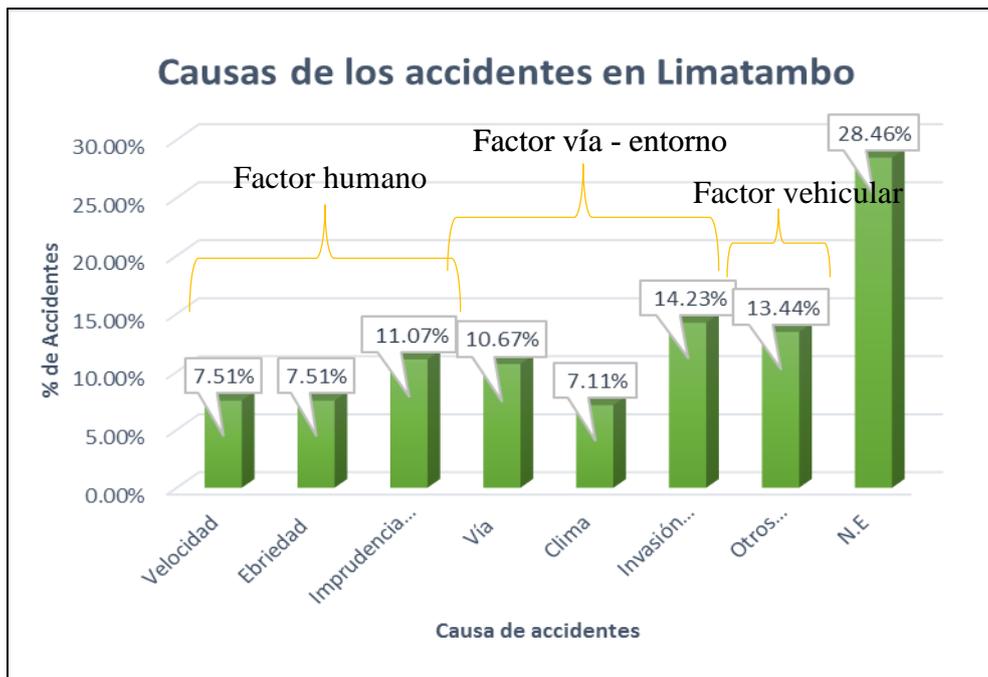


Figura 58: Causas de los accidentes de tránsito-Limatambo
Fuente: PNP

De acuerdo a la figura 58 entre las causas por las que ocurrieron accidentes entre los años de estudio, se tiene un total de 26.09% debido al factor humano (exceso de velocidad 7.51%, ebriedad con 7.51%, la imprudencia del conductor con 11.07%), el factor vía y entorno 32.01% considerando dentro de este a la vía con 10.67% el clima con 7.11% e invasión de carril con 14.23%) otros que hace referencia al factor vehicular con 13.44% y un 28.46% que no especifica.

c) Accidentes fatales y no fatales

c.1. Accidentes fatales 2014

Tabla 67: Accidentes fatales año 2014-Limatambo

Accidentes fatales 2014		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	1	20.00%
Febrero	1	20.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	0	0.00%
Mayo	0	0.00%
Junio	1	20.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	1	20.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	1	20.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	5	100.00%

Fuente: PNP

En la Tabla 67 se observa que en el año 2014 ocurrieron 5 accidentes en condiciones fatales (muerte) ocurridos en los meses de enero, febrero, junio, agosto y octubre; mientras que en los meses restantes no se registraron accidentes fatales.

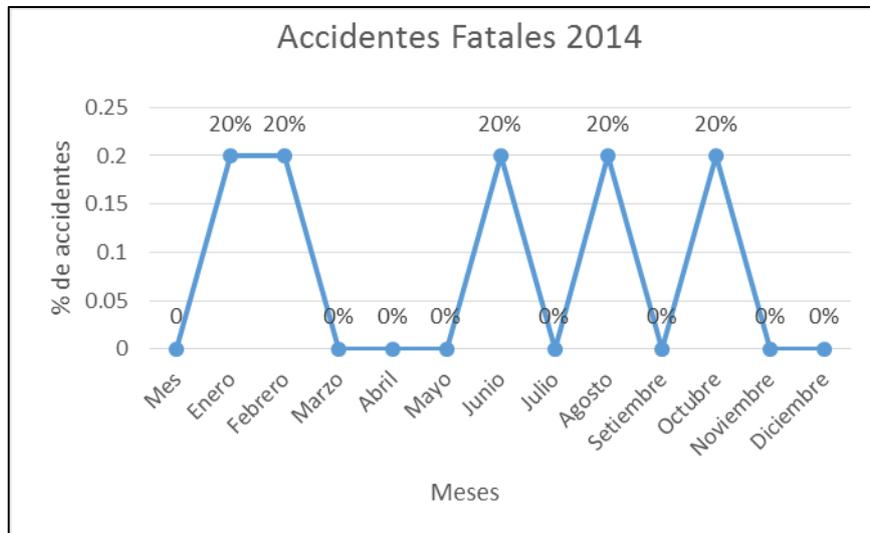


Figura 59: Accidentes fatales ocurridos en el año 2014-Limatambo
Fuente: PNP

En la figura 59, se observa que ocurrió un accidente por mes en los meses de enero, febrero, junio, agosto y octubre que representan cada uno un 20% del total.

c.2. Accidentes no fatales 2014

Tabla 68: Accidentes no fatales año 2014-Limatambo

Accidentes no fatales 2014		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	5	13.89%
Febrero	2	5.56%
Marzo	3	8.33%
Abril	3	8.33%
Mayo	4	11.11%
Junio	1	2.78%
Julio	2	5.56%
Agosto	3	8.33%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	4	11.11%
Noviembre	4	11.11%
Diciembre	5	13.89%
Total	36	100.00%

Fuente: PNP

De la tabla N° 68 se observa que en el año 2014 ocurrieron 36 accidentes en condiciones no fatales.

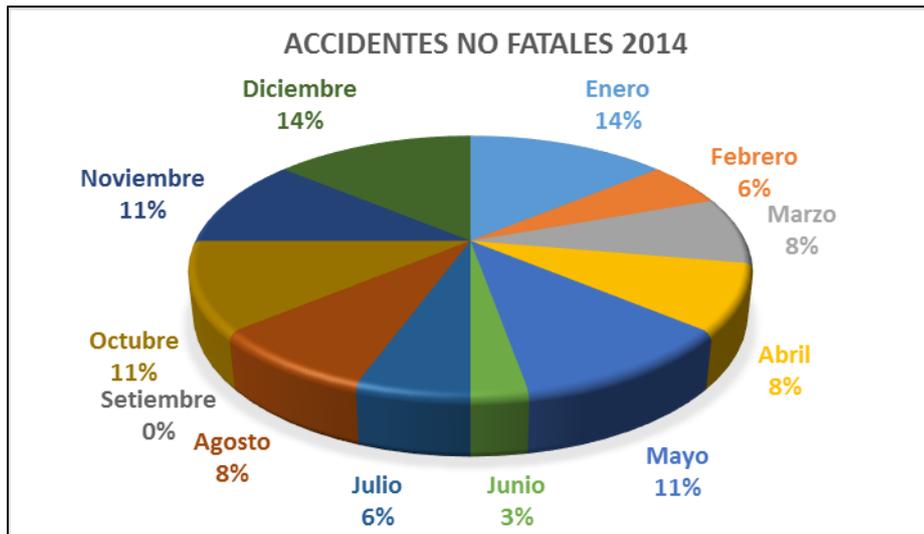


Figura 60: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2014-Limatambo
Fuente: PNP

En la figura 60 se muestra que se tuvo mayor cantidad de accidentes en los meses de enero y diciembre con una incidencia de 14% cada uno; en segundo lugar, los meses de mayo, octubre y noviembre con 11%; en tercer lugar, marzo y abril con 8%; febrero y julio con 6% y finalmente junio con 3%.

c.3. Accidentes fatales 2015

Tabla 69: Accidentes fatales año 2015-Limatambo

Accidentes fatales 2015		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	1	11.11%
Febrero	1	11.11%
Marzo	1	11.11%
Abril	1	11.11%
Mayo	0	0.00%
Junio	1	11.11%
Julio	2	22.22%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	1	11.11%
Octubre	1	11.11%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	9	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 69 se observa que en el año 2015 ocurrieron 9 accidentes en condiciones fatales (muerte) ocurridos en los meses de enero, febrero, marzo, abril, junio, setiembre y octubre cada uno con 11.11% de incidencia; el mes de julio con 22.22% y en los meses restantes no se registraron accidentes fatales.

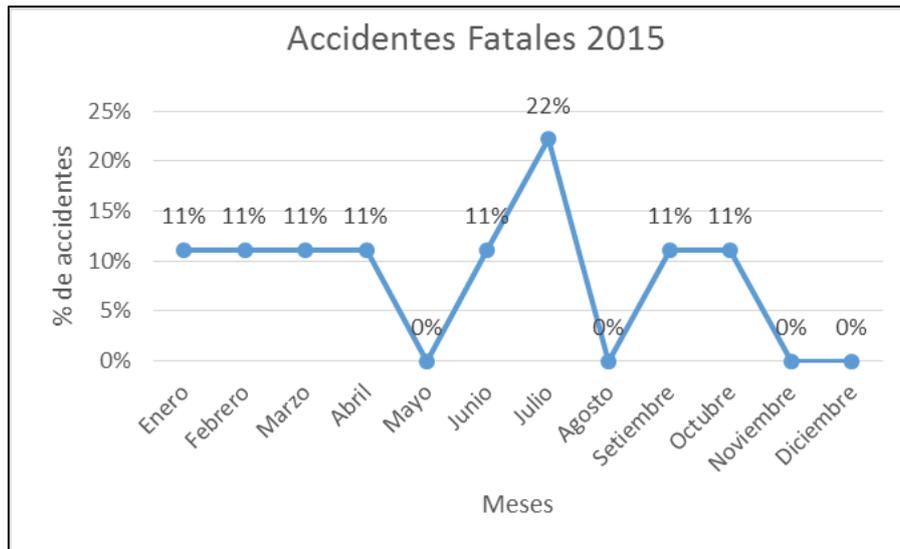


Figura 61: Accidentes fatales ocurridos en el año 2015-Limatambo
Fuente: PNP

De acuerdo a la figura 61, se observa que durante el año 2015 se registraron un accidente por mes durante los meses de (enero, febrero, marzo, abril, setiembre y octubre) y dos accidentes ocurridos en el mes de julio, todos en condiciones fatales.

c.4. Accidentes no fatales 2015

Tabla 70: Accidentes no fatales año 2015-Limatambo

Accidentes no fatales 2015		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	3	6.98%
Febrero	2	4.65%
Marzo	5	11.63%
Abril	8	18.60%
Mayo	3	6.98%
Junio	5	11.63%
Julio	1	2.33%
Agosto	4	9.30%
Setiembre	6	13.95%
Octubre	2	4.65%
Noviembre	2	4.65%
Diciembre	2	4.65%
Total	43	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 70 se observa que en el año 2015 ocurrieron 43 accidentes en condiciones no fatales.

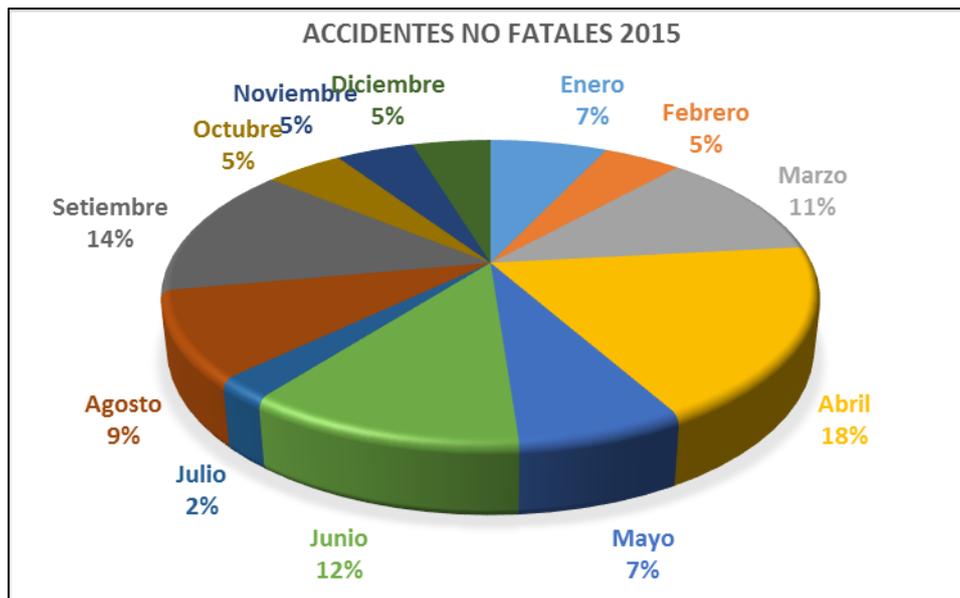


Figura 62: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2015-Limatambo
Fuente: PNP

En la figura 62 se muestra que se tuvo mayor cantidad de accidentes en el mes de abril con una incidencia de 18%, en segundo lugar setiembre con 14%, en tercer lugar junio con 12%, y marzo con 11%.

c.5. Accidentes fatales 2016

Tabla 71: Accidentes fatales año 2016-Limatambo

Accidentes fatales 2016		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	0	0.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	0	0.00%
Mayo	2	100.00%
Junio	0	0.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	2	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla N° 71 se observa que en el año 2016 ocurrieron 2 accidentes en condiciones fatales (muerte) ambos ocurridos en el mes de mayo teniendo una incidencia del 100%.

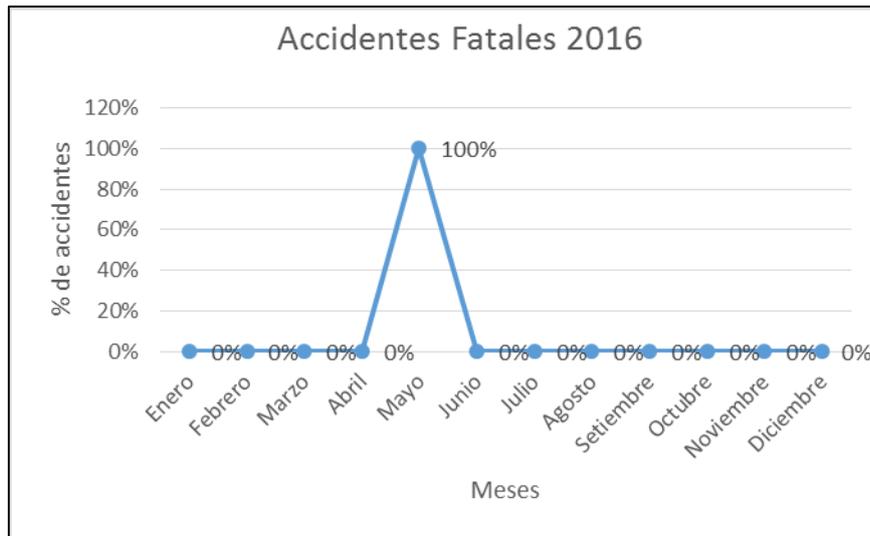


Figura 63: Accidentes fatales ocurridos en el año 2016-Limatambo
Fuente: PNP

De acuerdo a la figura 63, se observa que durante el año 2016 se registraron únicamente dos accidentes en condiciones fatales en el mes de mayo los cuales representan el 100% del total.

c.6. Accidentes no fatales 2016

Tabla 72: Accidentes no fatales año 2016-Limatambo

Accidentes no fatales 2016		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	2	4.55%
Febrero	3	6.82%
Marzo	6	13.64%
Abril	4	9.09%
Mayo	7	15.91%
Junio	3	6.82%
Julio	5	11.36%
Agosto	3	6.82%
Setiembre	4	9.09%
Octubre	1	2.27%
Noviembre	4	9.09%
Diciembre	2	4.55%
Total	44	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla N° 72 se observa que en el año 2016 ocurrieron 44 accidentes en condiciones no fatales.

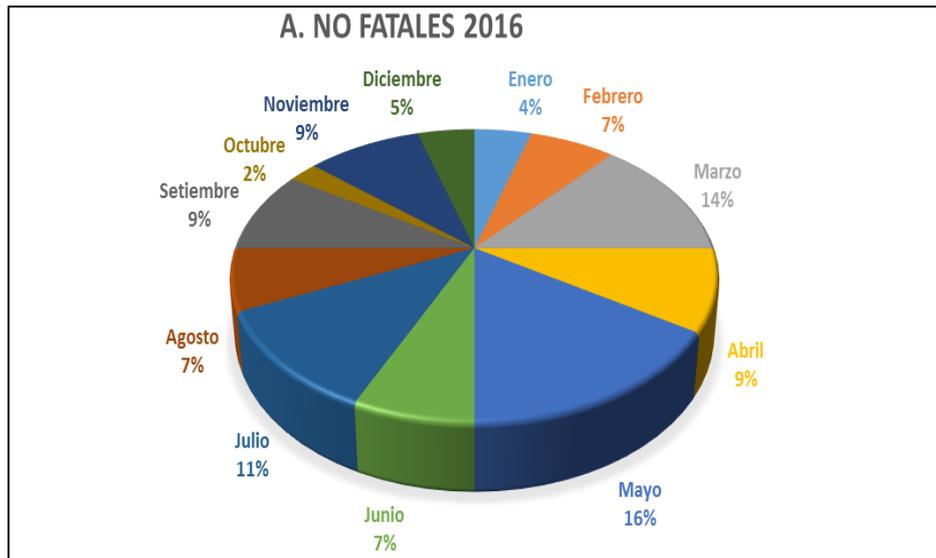


Figura 64: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2016-Limatambo
Fuente: PNP

En la figura 64 se muestra que se tuvo mayor cantidad de accidentes en el mes de mayo con una incidencia de 16%; en segundo lugar, marzo con 14%; en tercer lugar, julio con 11%; y setiembre y octubre ambas con 9%.

c.7. Accidentes fatales 2017

Tabla 73: Accidentes fatales año 2017-Limatambo

Accidentes fatales 2017		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	1	50.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	0	0.00%
Mayo	1	50.00%
Junio	0	0.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	2	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 73 se observa que en el año 2017 ocurrieron solo 2 accidentes en condiciones fatales (muerte) ocurridos en el mes de enero y mayo.

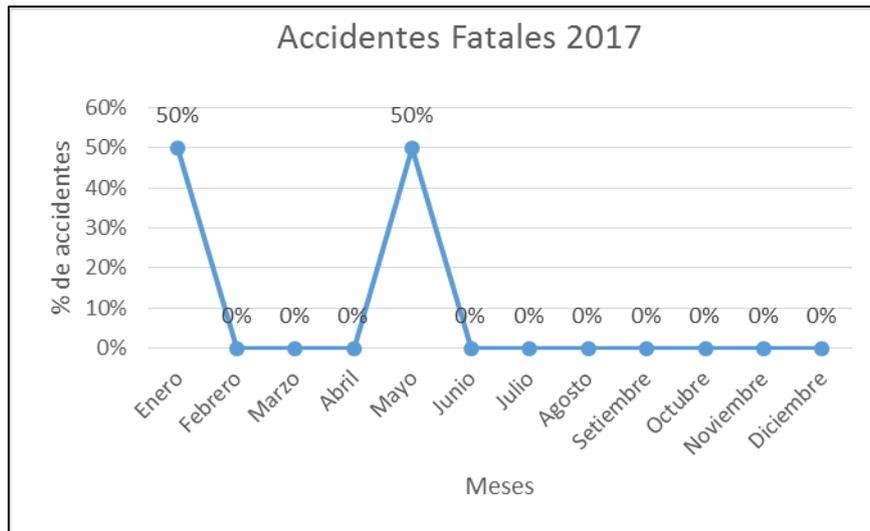


Figura 65: Accidentes fatales ocurridos en el año 2017-Limatambo
Fuente: PNP

De acuerdo a la figura 65, se observa que durante el año 2017 se registraron únicamente dos accidentes en condiciones fatales ambos con 50% de incidencia.

c.8. Accidentes no fatales 2017

Tabla 74: Accidentes no fatales año 2017-Limatambo

Accidentes no fatales 2017		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	4	6.90%
Febrero	1	1.72%
Marzo	3	5.17%
Abril	2	3.45%
Mayo	5	8.62%
Junio	3	5.17%
Julio	9	15.52%
Agosto	4	6.90%
Setiembre	3	5.17%
Octubre	7	12.07%
Noviembre	8	13.79%
Diciembre	9	15.52%
Total	58	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 74 se observa que en el año 2017 ocurrieron 58 accidentes en condiciones no fatales.

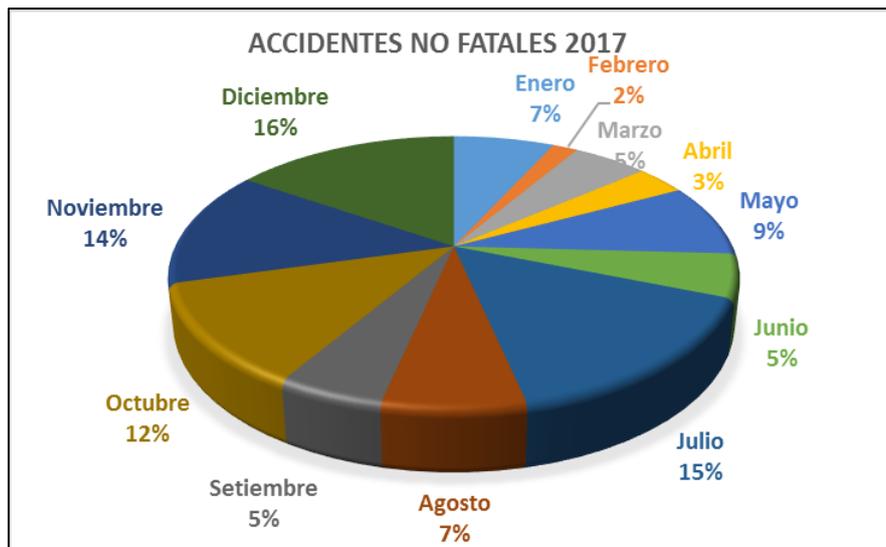


Figura 66: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2017-Limatambo
Fuente: PNP

En la figura 66 se muestra que se tuvo mayor cantidad de accidentes en el mes de diciembre con una incidencia de 16%; en segundo lugar, julio con 15%; en tercer lugar, noviembre con 14%; octubre con 12% y los meses de marzo y junio con 5% cada uno.

c.9. Accidentes fatales 2018

Tabla 75: Accidentes fatales año 2018-Limatambo

Accidentes fatales 2018		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	1	50.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	0	0.00%
Mayo	0	0.00%
Junio	0	0.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	1	50.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	2	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 75 se observa que en el año 2018 ocurrieron 2 accidentes en condiciones fatales (muerte) ocurridos en el mes de enero y octubre.

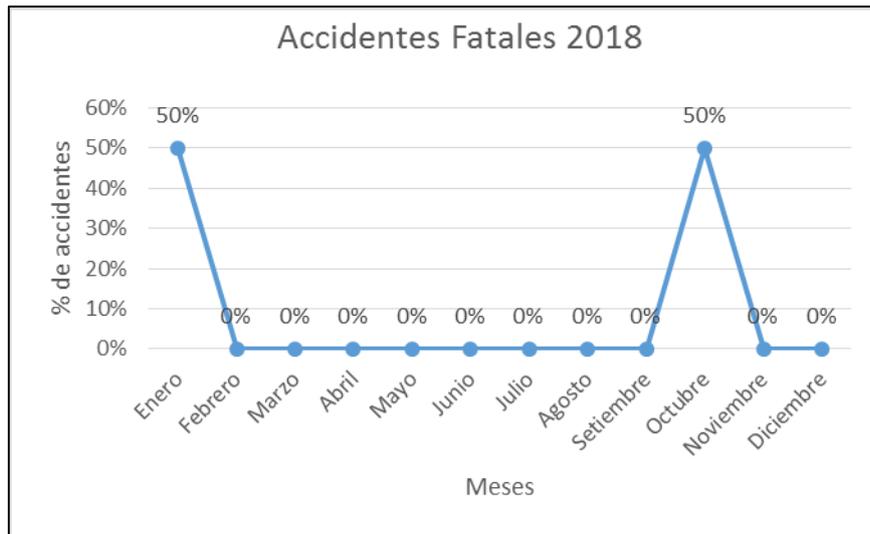


Figura 67: Accidentes fatales ocurridos en el año 2018-Limatambo
Fuente: PNP

De acuerdo a la figura 67, se observa que durante el año 2018 se registraron dos accidentes en condiciones fatales ambos con 50% de incidencia.

c.10. Accidentes no fatales 2018

Tabla 76: Accidentes no fatales año 2018-Limatambo

Accidentes no fatales 2018		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	7	13.46%
Febrero	6	11.54%
Marzo	3	5.77%
Abril	7	13.46%
Mayo	6	11.54%
Junio	3	5.77%
Julio	7	13.46%
Agosto	2	3.85%
Setiembre	3	5.77%
Octubre	5	9.62%
Noviembre	1	1.92%
Diciembre	2	3.85%
Total	52	100.00%

Fuente: PNP

De la tabla 76 se observa que en el año 2018 ocurrieron 52 accidentes en condiciones no fatales.



Figura 68: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2018-Limatambo
Fuente: PNP

En la figura 68 se muestra que se tuvo mayor cantidad de accidentes en los meses de enero, julio y abril con una incidencia de 13%; en segundo lugar, mayo con 12%; en tercer lugar, febrero con 11%; octubre con 10% y los meses de agosto y diciembre con 4% cada uno.

d) Resumen de los accidentes ocurridos en Limatambo por meses (2014-2018)

Tabla 77: Total de accidentes ocurridos en Limatambo

Limatambo														TOTAL
Año	Cond.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
2014	Fatales	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	5
	No fatales	5	2	3	3	4	1	2	3	0	4	4	5	36
2015	Fatales	1	1	1	1	0	1	2	0	1	1	0	0	9
	No fatales	3	2	5	8	3	5	1	4	6	2	2	2	43
2016	Fatales	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	No fatales	2	3	6	4	7	3	5	3	4	1	4	2	44
2017	Fatales	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
	No fatales	4	1	3	2	5	3	9	4	3	7	8	9	58
2018	Fatales	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
	No fatales	7	6	3	7	6	3	7	2	3	5	1	2	52
													TOTAL	253

Fuente: PNP

En la tabla 77 podemos observar el resumen general de accidentes de la jurisdicción de Limatambo de los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 obteniendo un total de 253 entre fatales y no fatales.

3.6.1.1.2. Accidentes viales jurisdicción Ancahuasi

a. Tipos de accidentes viales

Tabla 78: Tipos de accidentes de tránsito-Ancahuasi

ANCAHUASI							
Tipo de accidente		Atropello	Choque	Despiste	Despiste y volcadura	Otros	TOTAL
FATALES	2014	0	0	0	0	0	0
	2015	1	1	0	1	0	3
	2016	1	1	0	0	0	2
	2017	2	0	0	0	0	2
	2018	0	1	0	0	0	1
NO FATALES	2014	3	9	3	1	0	16
	2015	4	6	4	4	1	19
	2016	8	13	5	3	0	29
	2017	3	7	5	3	1	19
	2018	7	15	5	1	1	29
Tipo de accidente	Cantidad total	29	53	22	13	3	120
	%	24.17%	44.17%	18.33%	10.83%	2.50%	100.00%

Fuente: PNP

De la tabla 78, se observa que el principal tipo de accidente es el choque, seguido de los atropellos y despistes que son los más frecuentes.

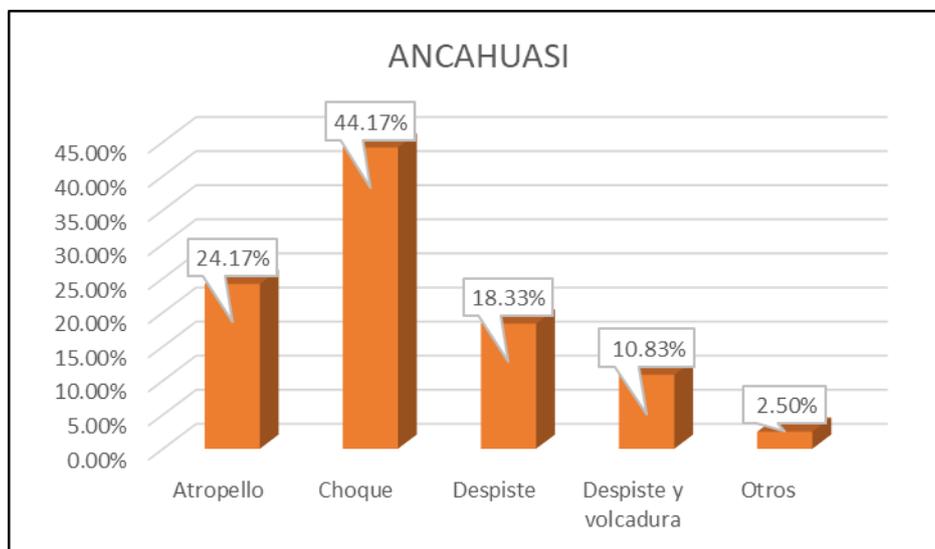


Figura 69: Tipos de accidentes de tránsito-Ancahuasi

Fuente: PNP

En la figura 69 se puede observar que en el distrito de Ancahuasi el principal tipo de accidente de tránsito entre fatales y no fatales son los choques con un 44.17%, seguido de los atropellos con 24.17%.

Tabla 79: Tipos de los accidentes de tránsito entre los años 2014 a 2018-Ancahuasi

Tipo de accidente		Atropello		Choque		Despiste		D-Volc		Otros	
TOTAL FATALES + NO FATALES = 107	Año	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
	2014	3	1.2%	9	3.6%	3	1.2%	1	0.4%	0	0.0%
	2015	5	2.0%	7	2.8%	4	1.6%	5	2.0%	1	0.4%
	2016	9	3.6%	14	5.5%	5	2.0%	3	1.2%	0	0.0%
	2017	5	2.0%	7	2.8%	5	2.0%	3	1.2%	1	0.4%
	2018	7	2.8%	16	6.3%	5	2.0%	1	0.4%	1	0.4%
TOTAL		29	11.5%	53	20.9%	22	8.7%	13	5.1%	3	1.2%

Fuente: PNP

En la tabla 79 se muestra el detalle de la tabla 78 en la que se registra los tipos de los accidentes ocurridos entre fatales y no fatales en el distrito de Ancahuasi de cada año (2014-2018), cabe mencionar que la columna “otros” hace referencia a los tipos: volcadura, caída de pasajero, deslizamiento de piedras, entre otros.

A continuación, en la figura 70, se muestra un gráfico comparativo de los accidentes según su clase entre los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018.

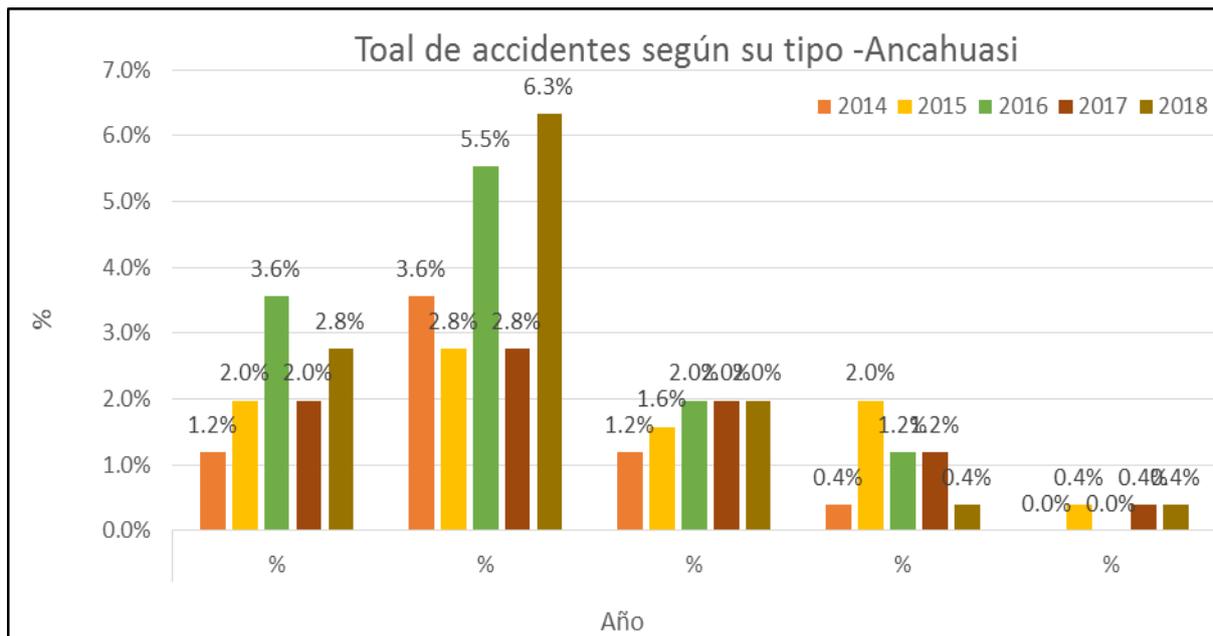


Figura 70: Accidentes de tránsito en Ancahuasi según el tipo entre los años 2014-2018

Fuente: PNP

b. Causas de accidentes viales

Tabla 80: Causas de los accidentes de tránsito-Ancahuasi

ANCAHUASI										
Causa de accidente		Velocidad	Ebriedad	Imprudencia	Vía	Clima	Invasión de carril	Otros	N.E	TOTAL (por año)
FATALES	2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2015	0	0	0	2	0	0	1	0	3
	2016	0	0	0	0	0	1	1	0	2
	2017	0	0	0	0	0	1	0	1	2
	2018	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NO FATALES	2014	0	1	1	2	1	0	8	3	16
	2015	2	2	0	1	1	0	6	7	19
	2016	2	3	2	4	0	2	9	7	29
	2017	2	5	0	1	1	0	4	6	19
	2018	2	1	5	2	0	0	15	4	29
TOTAL (Causa de accidente)	Cantidad	9	12	8	12	3	4	44	28	120
	%	7.50%	10.00%	6.67%	10.00%	2.50%	3.33%	36.67%	23.33%	100%

Fuente: PNP

Sobre causas principales por las que se suscitan los accidentes entre fatales y no fatales en el distrito de Ancahuasi se obtiene la tabla 80 donde se muestra que “otros” que se refiere a (animales en la vía, desperfectos mecánicos e imprudencia del peatón) con 36.67%, seguido de N.E (no especifica) ya que en las actas policiales a las que se tuvo acceso no estaba indicado el motivo del accidente con un 23.3%, en tercer lugar, observamos causas como la ebriedad y la vía ambas con 10%.

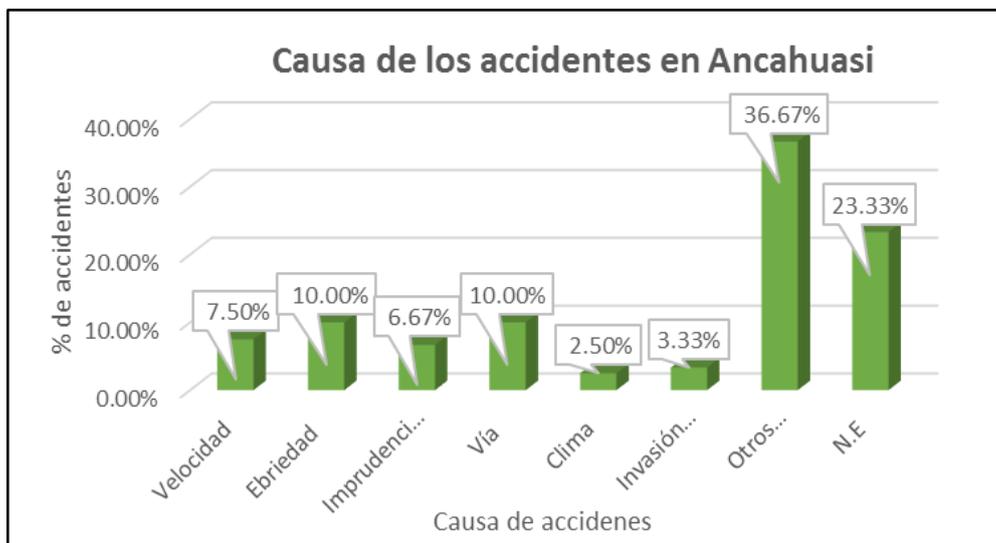


Figura 71: Causas de los accidentes de tránsito-Ancahuasi

Fuente: PNP

De acuerdo a la figura 71 entre las causas por las que ocurrieron accidentes entre los años de estudio, se tiene un total de 24.17% debido al factor humano (exceso de velocidad 7.5 %, ebriedad con 10%, la imprudencia del conductor con 6.67%), el factor vía y entorno 27.5% considerando dentro de este a la vía con 10% el clima con 2.5% e invasión de carril con 3.33% otros que hace referencia al factor vehicular con 36.67% y un 23.03% que no especifica.

c. Accidentes fatales y no fatales

c.1. Accidentes fatales 2014

Tabla 81: Accidentes fatales año 2014-Ancahuasi

Accidentes fatales 2014		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	0	0.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	0	0.00%
Mayo	0	0.00%
Junio	0	0.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	0	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 81 y figura 72 se observa que en el año 2014 no ocurrieron accidentes en condiciones fatales (muerto).

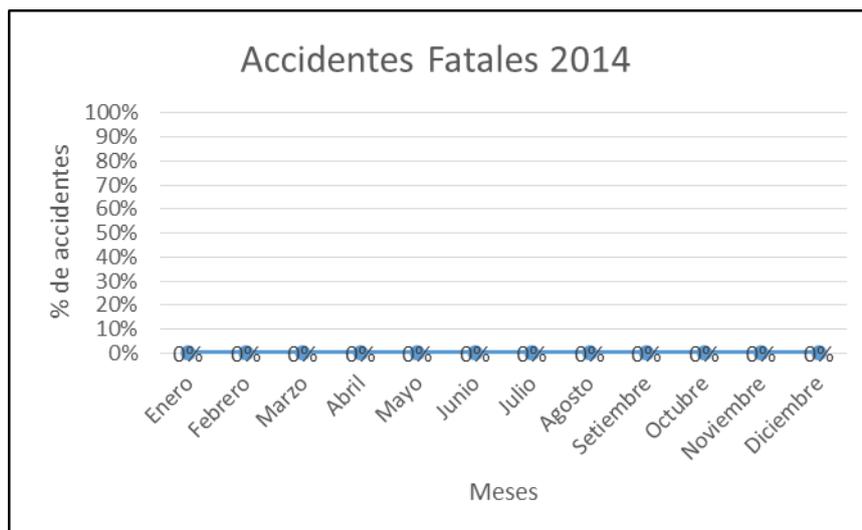


Figura 72: Accidentes fatales ocurridos en el año 2014-Ancahuasi
Fuente: PNP

c.2. Accidentes no fatales 2014

Tabla 82: Accidentes no fatales año 2014-Ancahuasi

Accidentes no fatales 2014		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	4	25.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	3	18.75%
Abril	1	6.25%
Mayo	0	0.00%
Junio	1	6.25%
Julio	3	18.75%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	1	6.25%
Octubre	1	6.25%
Noviembre	1	6.25%
Diciembre	1	6.25%
Total	16	100.00%

Fuente: PNP

De la tabla 82 y figura 73 se tiene que el total de accidentes no fatales obtenidos en el año 2014 fueron 16, observando mayor incidencia en el mes enero con 4, marzo y julio con 3 accidentes cada uno.

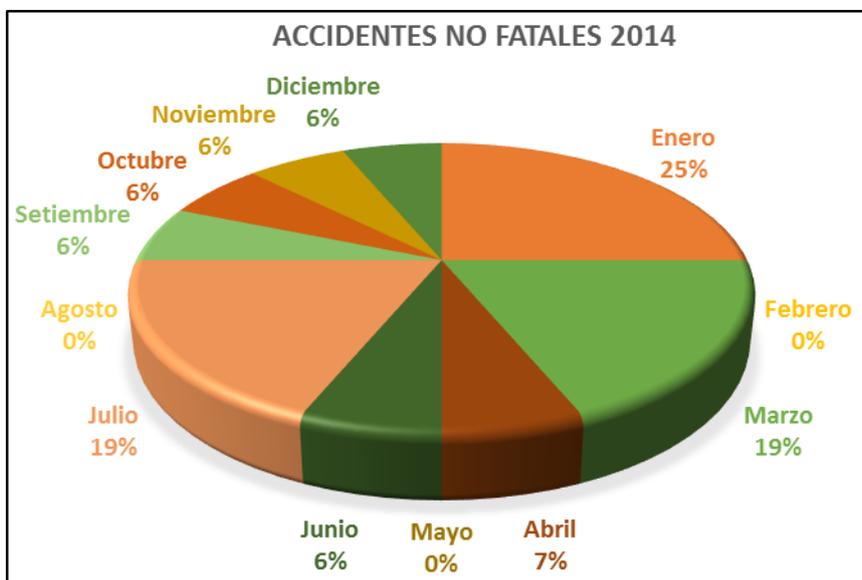


Figura 73: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2014-Ancahuasi

Fuente: PNP

c.3. Accidentes fatales 2015

Tabla 83: Accidentes fatales año 2015-Ancahuasi

Accidentes fatales 2015		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	0	0.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	1	33.33%
Abril	1	33.33%
Mayo	0	0.00%
Junio	1	33.33%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	3	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 83 se observa que en el año 2015 ocurrieron 3 accidentes fatales (muerte) ocurrido en los meses de marzo, abril y junio cada uno con un 33% del total.

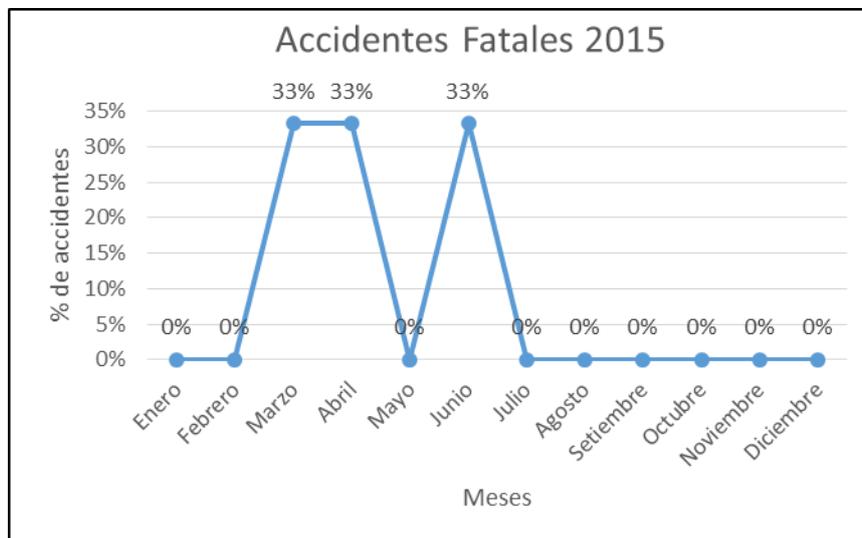


Figura 74: Accidentes fatales ocurridos en el año 2015-Ancahuasi

Fuente: PNP

En la figura 74 se tiene el porcentaje de incidencia de accidentes fatales en el año 2015 mostrando solo tres meses con accidentes fatales y el resto sin ningún accidentes fatal.

c.4. Accidentes no fatales 2015

Tabla 84: Accidentes no fatales año 2015-Ancahuasi

Accidentes no fatales 2015		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	4	21.05%
Febrero	4	21.05%
Marzo	0	0.00%
Abril	1	5.26%
Mayo	2	10.53%
Junio	0	0.00%
Julio	1	5.26%
Agosto	3	15.79%
Setiembre	1	5.26%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	2	10.53%
Diciembre	1	5.26%
Total	19	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 84 se observa que en el año 2015 ocurrieron 19 accidentes en condiciones no fatales.

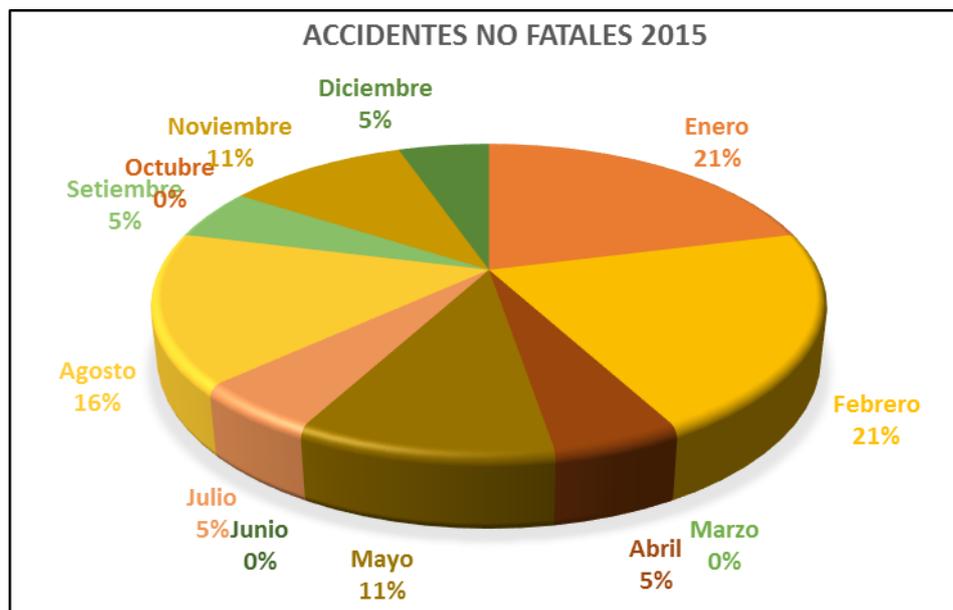


Figura 75: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2015-Ancahuasi
Fuente: PNP

En la figura 75 se muestra que se tuvo mayor cantidad de accidentes en los meses de enero y febrero con una incidencia de 21% cada uno; en segundo lugar agosto con 15.7% luego mayo y noviembre con 10.5%; abril setiembre y diciembre con un 5.26% de incidencia.

c.5. Accidentes fatales 2016

Tabla 85: Accidentes fatales año 2016-Ancahuasi

Accidentes fatales 2016		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	0	0.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	0	0.00%
Mayo	0	0.00%
Junio	0	0.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	1	50.00%
Noviembre	1	50.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	2	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 85 se observa que en el año 2016 ocurrieron 2 accidentes fatales ocurridos, en los meses de octubre y noviembre.

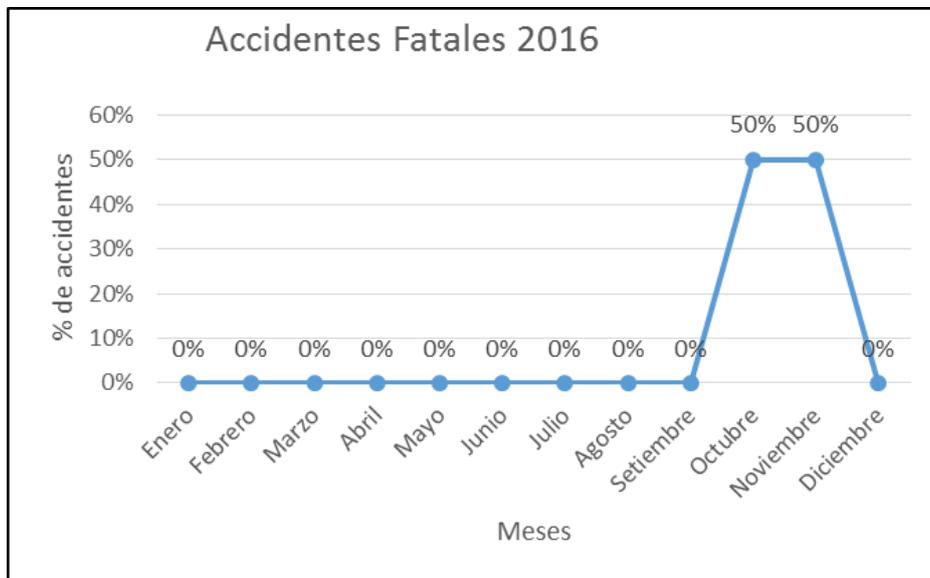


Figura 76: Accidentes fatales ocurridos en el año 2015-Ancahuasi
Fuente: PNP

De la figura 76 se observa solo en los meses de octubre y noviembre accidentes por lo que representan el 50% cada uno.

c.6. Accidentes no fatales 2016

Tabla 86: Accidentes no fatales año 2016-Ancahuasi

Accidentes no fatales 2016		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	1	3.45%
Febrero	3	10.34%
Marzo	2	6.90%
Abril	2	6.90%
Mayo	3	10.34%
Junio	5	17.24%
Julio	2	6.90%
Agosto	4	13.79%
Setiembre	2	6.90%
Octubre	2	6.90%
Noviembre	3	10.34%
Diciembre	0	0.00%
Total	29	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 86 se observa que en el año 2016 ocurrieron 29 accidentes en condiciones no fatales.

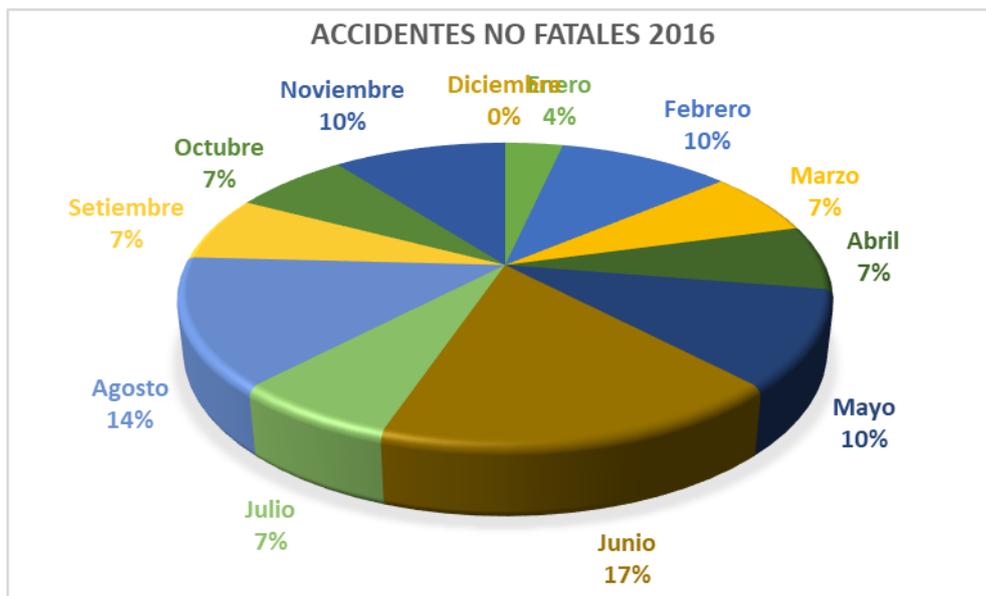


Figura 77: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2016-Ancahuasi
Fuente: PNP

En la figura 77 se muestra que se tuvo mayor cantidad de accidentes en el mes de junio o con una incidencia de 17%; en segundo lugar febrero, mayo y noviembre con un 10.3%; en tercer lugar marzo, abril, julio, setiembre, octubre con 6.9%; y enero con un 3.5%.

c.7. Accidentes fatales 2017

Tabla 87: Accidentes fatales año 2017-Ancahuasi

Accidentes fatales 2017		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	0	0.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	1	50.00%
Mayo	0	0.00%
Junio	0	0.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	1	50.00%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	2	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 87 se observa que en el año 2017 ocurrieron 2 accidentes fatales ocurridos en el mes de abril y setiembre.

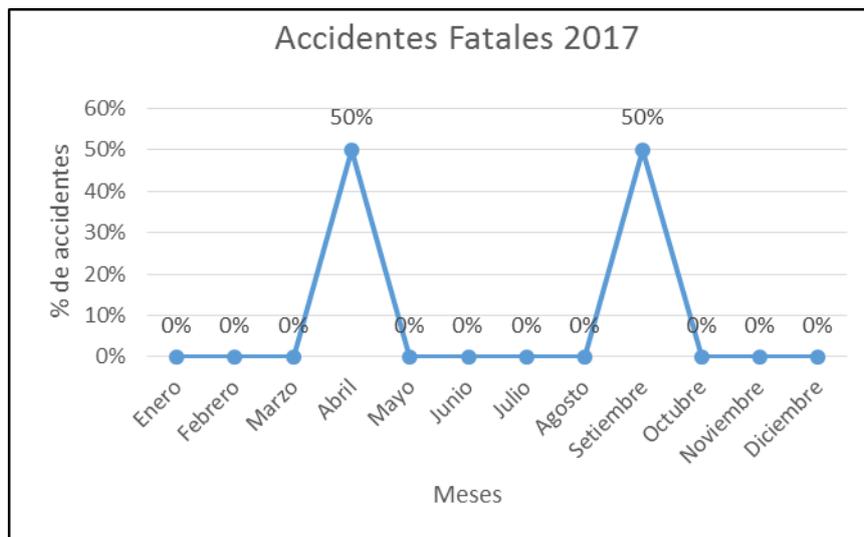


Figura 78: Accidentes fatales ocurridos en el año 2017-Ancahuasi
Fuente: PNP

De la figura N° 78 se tiene la incidencia de 50% en el mes de abril y octubre cada uno.

c.7. Accidentes no fatales 2017

Tabla 88: Accidentes no fatales año 2017-Ancahuasi

Accidentes no fatales 2017		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	3	15.79%
Febrero	0	0.00%
Marzo	1	5.26%
Abril	0	0.00%
Mayo	1	5.26%
Junio	0	0.00%
Julio	2	10.53%
Agosto	2	10.53%
Setiembre	3	15.79%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	1	5.26%
Diciembre	6	31.58%
Total	19	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 88 se observa que en el año 2017 ocurrieron 19 accidentes en condiciones no fatales (muerte).

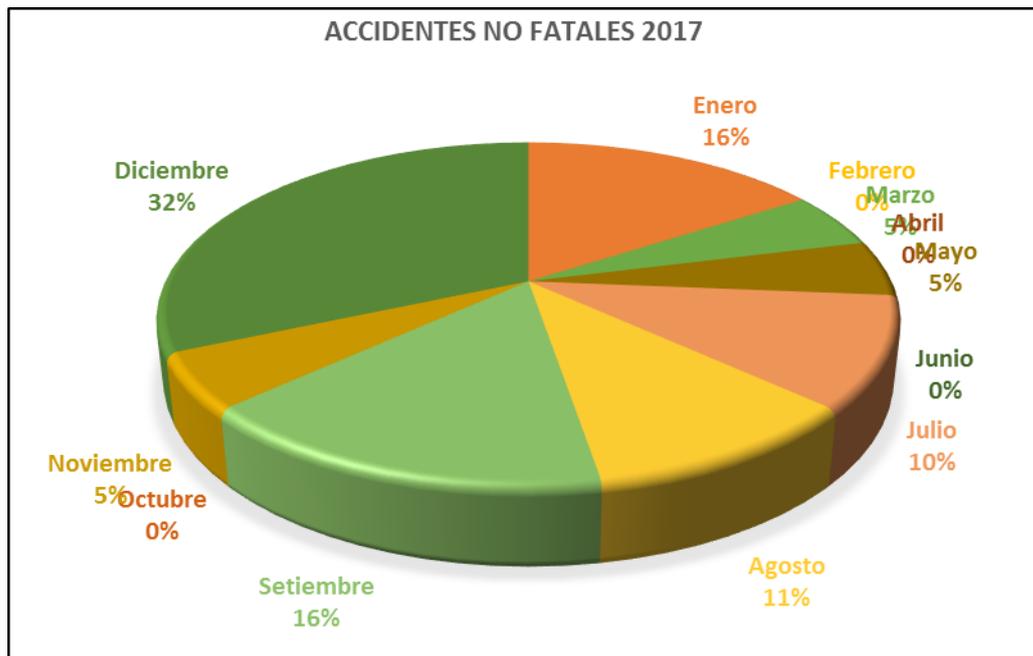


Figura 79: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2017-Ancahuasi
Fuente: PNP

En la figura 79 se muestra la incidencia de los accidentes ocurridos en diciembre con 31.6% de incidencia, enero y setiembre con un 15.8%, marzo, mayo y noviembre con un 5.26%.

c.9. Accidentes fatales 2018

Tabla 89: Accidentes fatales año 2018-Ancahuasi

Accidentes fatales 2018		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	0	0.00%
Febrero	0	0.00%
Marzo	0	0.00%
Abril	1	100.00%
Mayo	0	0.00%
Junio	0	0.00%
Julio	0	0.00%
Agosto	0	0.00%
Setiembre	0	0.00%
Octubre	0	0.00%
Noviembre	0	0.00%
Diciembre	0	0.00%
Total	1	100.00%

Fuente: PNP

En la tabla 89 se observa que en el año 2018 ocurrió 1 accidente fatal (muerto) ocurrido en el mes de abril.

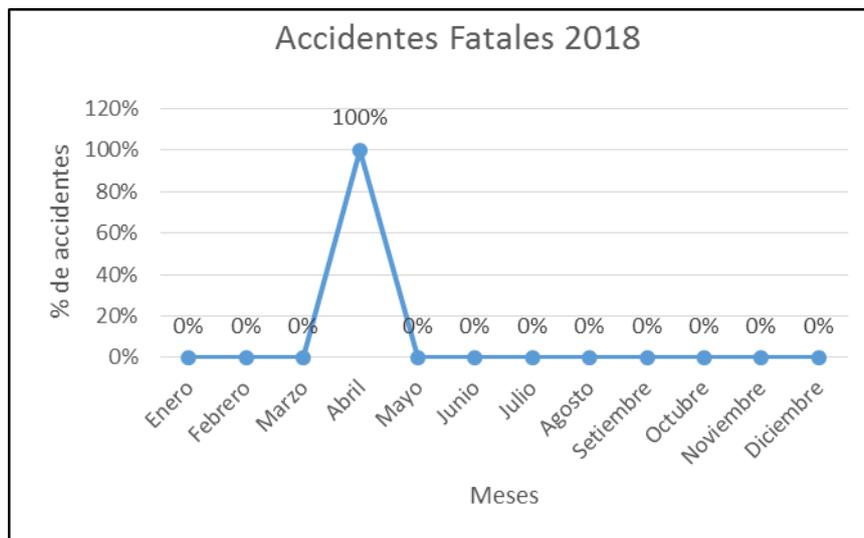


Figura 80: Accidentes fatales ocurridos en el año 2018-Ancahuasi
Fuente: PNP

En la figura 80 se observa que el 100% de accidentes en el mes de abril ya que solo ocurrió un accidente en dicho mes.

c.10. Accidentes no fatales 2018

En el año 2018, se registraron 29 accidentes viales en condiciones no fatales visualizando individualmente cada mes suscitado. (*Obsérvese tabla 90*).

Tabla 90: Accidentes no fatales año 2018-Ancahuasi

Accidentes no fatales 2018		
Mes	Accidentes registrados	Porcentaje
Enero	0	0.00%
Febrero	3	10.34%
Marzo	3	10.34%
Abril	2	6.90%
Mayo	2	6.90%
Junio	1	3.45%
Julio	3	10.34%
Agosto	4	13.79%
Setiembre	5	17.24%
Octubre	3	10.34%
Noviembre	1	3.45%
Diciembre	2	6.90%
Total	29	100.00%

Fuente: PNP

Por medio de la tabla 90 se tiene la figura 81 indicando la cantidad mayor de accidentes viales en el mes de Agosto señalando 4 accidentes con un 13.79% de influencia en el año 2018, seguidamente los meses de Febrero, Marzo, Julio y Octubre presentan un 10.43%, abril mayo y diciembre 6.9%, y finalmente los meses de Junio y Noviembre muestra un 3.5% respectivamente. En Enero no se registró accidentes.

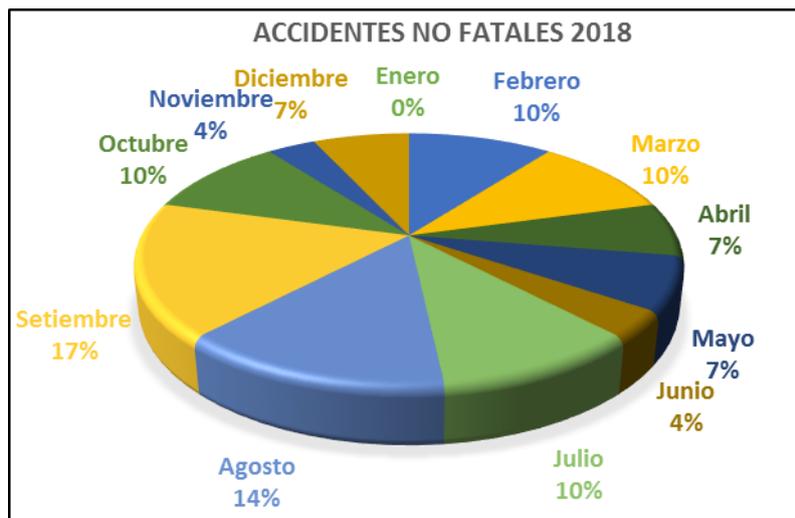


Figura 81: Accidentes no fatales ocurridos en el año 2018-Ancahuasi
Fuente: PNP

3.6.1.1.3. Incidencia horario de la jurisdicción de Ancahuasi y Limatambo

Tabla 91: Incidencia horaria de los accidentes de tránsito en Ancahuasi y Limatambo

Año	2014		2015		2016		2017		2018	
Lugar	Limatambo	Ancahuasi								
08 - 14 Hrs.	19	4	15	4	17	10	26	3	13	9
14 - 20 Hrs.	12	7	18	10	19	15	16	9	19	10
20 - 02 Hrs.	5	3	7	3	4	2	9	2	9	5
02 - 08 Hrs.	5	2	12	5	6	4	9	7	13	6
TOTAL	41	16	52	22	46	31	60	21	54	30

Fuente: PNP

En la tabla 91 se puede observar que, en el año 2014 y 2017 la mayor cantidad de accidentes ocurrieron entre las 08:00-14:00 horas, en el 2015, 2016 y 2018 entre las 14:00-20:00 horas.

Tabla 92: Porcentaje de incidencia horaria de los accidentes de tránsito en Ancahuasi y Limatambo

Año	2014	2015	2016	2017	2018	Total	%
08 - 14 Hrs.	23	19	27	29	22	120	32.17%
14 - 20 Hrs.	19	28	34	25	29	135	36.19%
20 - 02 Hrs.	8	10	6	11	14	49	13.14%
02 - 08 Hrs.	7	17	10	16	19	69	18.50%
TOTAL	57	74	77	81	84	373	100.00%

Fuente: PNP

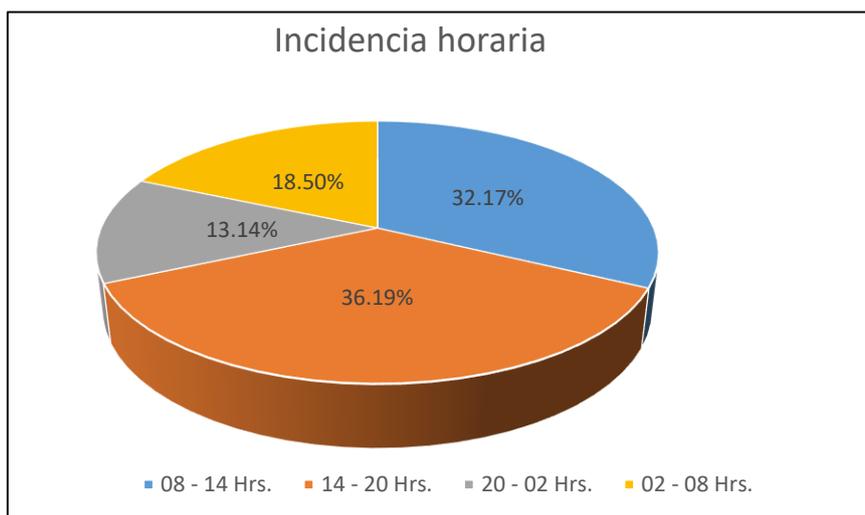


Figura 82: Incidencia horaria de los accidentes suscitados en la vía en estudio

Fuente: PNP

En la tabla 92 y figura 82 se observa que la mayor cantidad de accidentes se producen dentro de las 14 horas hasta las 20 horas con 135 accidentes los cuales representan el 36.19% del total, en segundo lugar están dentro de las horas de la mañana de las 8 horas a 14 horas, una cantidad importante también se producen dentro de las 02 hasta 08 horas es decir en la madrugada con un 18.50% de incidencia.

3.6.1.2. Análisis de la accidentabilidad

A continuación en la Tabla 93, se observa la cantidad de accidentes ocurridos únicamente en el distrito de Limatambo durante los años de estudio teniendo un total de 253 en dicha jurisdicción:

Tabla 93: Resumen general de accidentes-Limatambo

LIMATAMBO					
Mes/Año	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	6	4	2	5	8
febrero	3	3	3	1	6
Marzo	3	6	6	3	3
Abril	3	9	4	2	7
Mayo	4	3	9	6	6
Junio	2	6	3	3	3
Julio	2	3	5	9	7
Agosto	4	4	3	4	2
Setiembre	0	7	4	3	3
Octubre	5	3	1	7	6
Noviembre	4	2	4	8	1
Diciembre	5	2	2	9	2
TOTAL	41	52	46	60	54
253					

Fuente: PNP

De igual manera en la Tabla 94 se muestra la cantidad de accidentes ocurridos en el distrito de Ancahuasi, que hacen un total de 120 accidentes durante los años 2014 a 2018.

Tabla 94: Resumen general de accidentes-Ancahuasi

ANCAHUASI					
Mes/Año	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	4	4	1	3	0
febrero	0	4	3	0	3
Marzo	3	1	2	1	3
Abril	1	2	2	1	3
Mayo	0	2	3	1	2
Junio	1	1	5	0	1
Julio	3	1	2	2	3
Agosto	0	3	4	2	4
Setiembre	1	1	2	4	5
Octubre	1	0	3	0	3
Noviembre	1	2	4	1	1
Diciembre	1	1	0	6	2
TOTAL	16	22	31	21	30
120					

Fuente: PNP

A continuación, en la tabla 95 se muestra el total de accidentes ocurridos en ambas jurisdicciones, observando 373 en total entre los años 2014 a 2018.

Tabla 95: Resumen general de accidentes de tránsito de la vía estudiada

ACCIDENTES TOTAL-LIMATAMBO ANCAHUASI					
Mes/Año	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	10	8	3	8	8
febrero	3	7	6	1	9
Marzo	6	7	8	4	6
Abril	4	11	6	3	10
Mayo	4	5	12	7	8
Junio	3	7	8	3	4
Julio	5	4	7	11	10
Agosto	4	7	7	6	6
Setiembre	1	8	6	7	8
Octubre	6	3	4	7	9
Noviembre	5	4	8	9	2
Diciembre	6	3	2	15	4
TOTAL	57	74	77	81	84
373					

Fuente: PNP

La figura 83 muestra el crecimiento constante de los accidentes de tránsito de Ancahuasi y Limatambo a medida que pasan los años, observando que en el año 2014 ocurrieron 57 accidentes, en el 2015 ocurrieron 74, en el año 2016 incrementó a 77 accidentes, en el año 2017 ocurrió 81 accidentes, y en el año 2018 e observó 84 accidentes



Figura 83: Número de accidentes ocurridos por año

Fuente: PNP

3.6.2. Características Geométricas.

3.6.2.1. Procesamiento, cálculos y diagramas de las características geométricas.

Se obtiene a partir de procesar la información del levantamiento topográfico en el software civil 3D.

- Características de la Geometría Horizontal

En la tabla 96 se observan las curvas horizontales presentes en el tramo estudiado, indicando las progresivas de cada una de estas.



Tabla 96: Características geométricas

N° CURVA	PROGRESIVA		RADIO (m)	LONGITUD CURVA (m)	PERALTE (%)	Sentido
	PC	PT				
CH-1	889+498.62	889+525.93	106.29	27.31	7.93%	I
CH-2	889+873.82	889+917.47	112.83	43.65	8.45%	D
CH-3	890+059.28	890+101.68	125.07	42.4	3.13%	D
CH-4	890+201.05	890+243.06	100.07	42.01	7.36%	I
CH-5	890+348.30	890+413.86	151.7	65.56	3.80%	D
CH-6	890+568.97	890+614.33	80.28	45.36	4.98%	D
CH-7	890+919.82	891+018.70	115.34	98.88	8.64%	I
CH-8	891+240.03	891+290.54	45.7	50.51	4.11%	I
CH-9	891+418.42	891+473.80	57.05	55.38	2.00%	D
CH-10	892+059.77	892+107.36	104.45	47.58	7.77%	D
CH-11	892+199.73	892+322.23	53.66	122.49	0.98%	I
CH-12	892+369.83	892+552.41	76.56	182.58	4.40%	D
CH-13	892+717.68	892+849.05	49.43	131.37	2.51%	I
CH-14	892+896.66	892+999.36	35.89	102.7	9.88%	D
CH-15	893+100.08	893+148.22	116.23	48.14	2.90%	I
CH-16	893+568.96	893+678.32	49.13	109.37	2.63%	I
CH-17	893+985.00	894+105.26	56.3	120.26	0.13%	D
CH-18	894+288.50	894+418.63	45.81	130.13	4.06%	I
CH-19	894+640.48	894+765.58	49.84	125.1	2.35%	D
CH-20	894+842.33	894+901.05	72.71	58.72	3.73%	D
CH-21	894+976.95	895+104.68	136	127.74	9.91%	I
CH-22	895+402.02	895+489.32	41.24	87.31	6.39%	I
CH-23	895+608.17	895+696.68	54.57	88.5	0.68%	D
CH-24	895+771.36	895+829.70	125.15	58.33	3.12%	D
CH-25	895+897.64	895+941.77	29.15	44.13	10.00%	I
CH-26	896+001.39	896+111.15	49.88	109.76	2.34%	D
CH-27	896+226.42	896+351.30	81.39	124.88	5.15%	D
CH-28	896+506.51	896+595.28	85.53	88.77	5.72%	I
CH-29	896+661.38	896+687.84	149.8	26.46	3.75%	D
CH-30	896+867.35	896+912.60	78.88	45.25	4.77%	I
CH-31	897+015.57	897+018.75	29.15	3.18	10.00%	D
CH-32	897+170.96	897+215.00	60.86	44.04	1.15%	D
CH-33	897+264.60	897+318.32	79.41	53.72	4.85%	I
CH-34	897+464.74	897+549.84	29.33	85.11	10.00%	I
CH-35	898+603.62	898+674.15	27.51	70.53	10.00%	D
CH-36	897+623.45	897+690.54	55.3	67.08	0.44%	D
CH-37	897+794.94	897+821.39	29.15	26.45	10.00%	I
CH-38	898+057.04	898+146.80	99.95	89.76	7.35%	D
CH-39	898+232.91	898+278.07	41.15	45.16	6.44%	D
CH-40	898+329.24	898+403.19	49.29	73.95	2.57%	I



N° CURVA	PROGRESIVA		RADIO (m)	LONGITUD CURVA (m)	PERALTE (%)	Sentido
	PC	PT				
CH-41	898+441.30	898+478.91	39.39	37.61	7.49%	D
CH-42	898+517.79	898+561.05	39.14	43.26	7.64%	I
CH-43	898+741.82	898+774.35	196.23	32.53	4.90%	I
CH-44	898+830.15	898+884.32	65.91	54.18	2.37%	D
CH-45	899+111.75	899+267.00	58.05	155.25	0.38%	I
CH-46	899+340.41	899+502.95	58.82	162.54	0.60%	D
CH-47	899+590.67	899+672.87	52.3	82.21	1.44%	I
CH-48	899+804.72	899+921.42	198.69	116.7	4.96%	D
CH-49	899+960.13	900+045.33	28.32	85.2	10.00%	I
CH-50	900+158.12	900+168.60	32.13	10.48	10.00%	D
CH-51	900+231.16	900+318.65	79.46	87.49	4.86%	D
CH-52	900+537.67	900+597.24	99.91	59.58	7.35%	I
CH-53	900+631.73	900+730.82	29.65	99.09	10.00%	D
CH-54	900+859.31	900+905.12	88.65	45.8	6.12%	I
CH-55	901+053.08	901+119.21	84.46	66.13	5.58%	I
CH-56	901+271.90	901+352.06	124.77	80.16	3.12%	I
CH-57	901+479.97	901+560.42	34.29	80.45	10.00%	D
CH-58	901+710.46	901+756.20	58.35	45.75	0.47%	I
CH-59	901+880.75	901+909.33	32.13	28.58	10.00%	D
CH-60	902+017.31	902+126.06	34.72	108.76	10.78%	I
CH-61	902+233.69	902+256.67	32.13	22.99	10.00%	D
CH-62	902+360.03	902+405.11	32.13	45.08	10.00%	I
CH-63	902+507.42	902+534.86	32.13	27.44	10.00%	D
CH-64	902+674.59	902+787.63	74.08	113.04	3.98%	I
CH-65	902+912.97	903+010.20	32.17	97.22	10.00%	D
CH-66	903+126.29	903+130.66	32.13	4.37	10.00%	D
CH-67	903+240.98	903+294.89	32.13	53.92	10.00%	D
CH-68	903+350.69	903+447.13	72.76	96.43	3.74%	I
CH-69	903+507.18	903+650.32	113.52	143.14	2.84%	D
CH-70	903+800.57	903+867.03	71.54	66.46	3.52%	I
CH-71	903+937.74	903+939.60	32.13	1.86	10.00%	D
CH-72	904+009.18	904+122.54	159.75	113.36	3.99%	D
CH-73	904+294.53	904+337.21	27.06	42.68	10.00%	I
CH-74	904+339.91	904+391.56	33.66	51.65	10.00%	I
CH-75	904+546.28	904+624.31	200.14	78.04	5.00%	D
CH-76	904+704.51	904+759.58	63.93	55.07	1.91%	I
CH-77	904+936.29	904+940.89	32.13	4.6	10.00%	D
CH-78	905+234.12	905+284.14	48.58	50.02	2.86%	D
CH-79	905+358.07	905+450.96	74.54	92.89	4.06%	I
CH-80	905+510.61	905+567.42	90.92	56.8	6.39%	D



N° CURVA	PROGRESIVA		RADIO (m)	LONGITUD CURVA (m)	PERALTE (%)	Sentido
	PC	PT				
CH-81	905+645.86	905+655.51	32.13	9.64	10.00%	I
CH-82	905+727.52	905+824.97	28.88	97.46	10.00%	I
CH-83	905+982.98	906+047.47	61.95	64.49	1.43%	I
CH-84	906+153.69	906+290.59	69.24	136.89	3.07%	D
CH-85	906+361.78	906+547.76	64.53	185.98	2.05%	I
CH-86	906+623.35	906+684.51	59.72	61.16	0.85%	I
CH-87	906+807.41	906+898.11	87.87	90.7	6.02%	I
CH-88	906+968.89	907+039.84	46.62	70.95	3.69%	D
CH-89	907+396.14	907+511.79	67.85	115.65	2.78%	I
CH-90	907+806.85	907+858.93	87.44	52.08	5.97%	D
CH-91	907+894.91	907+921.85	32.13	26.94	10.00%	I
CH-92	907+967.49	908+009.48	46.69	41.99	3.66%	I
CH-93	908+061.69	908+236.52	98.19	174.83	7.18%	D
CH-94	908+343.15	908+352.34	32.13	9.19	10.00%	I
CH-95	908+571.30	908+626.44	32.13	55.14	10.00%	D
CH-96	908+903.27	908+964.58	67.6	61.31	2.73%	D
CH-97	909+058.82	909+181.11	53.15	122.29	1.15%	I
CH-98	909+241.90	909+363.99	41.56	122.09	6.21%	D
CH-99	909+507.39	909+601.04	54.03	93.65	2.50%	D
CH-100	909+759.45	909+962.07	86.29	202.62	5.82%	I
CH-101	910+024.93	910+106.04	58.94	81.11	0.63%	I
CH-102	910+150.04	910+238.86	71.22	88.82	3.46%	D
CH-103	910+310.71	910+347.99	64.08	37.28	1.95%	I
CH-104	910+487.59	910+558.62	106.51	71.03	7.94%	I
CH-105	910+701.36	910+788.24	102.91	86.89	7.63%	D
CH-106	911+011.33	911+118.13	247.09	106.8	6.18%	D
CH-107	911+343.18	911+414.49	142.8	71.3	10.25%	I
CH-108	911+614.65	911+696.47	164.78	81.82	4.12%	D
CH-109	911+782.43	911+867.56	63.13	85.12	1.72%	I
CH-110	911+968.93	912+039.64	52.32	70.71	1.44%	I
CH-111	912+099.27	912+140.98	39.24	41.71	7.58%	D
CH-112	912+236.02	912+265.56	52.17	29.54	1.49%	I
CH-113	912+372.26	912+388.68	32.91	16.42	10.00%	D
CH-114	912+569.55	912+705.92	83	136.37	5.38%	D
CH-115	912+738.08	912+786.10	32.91	48.02	10.00%	I
CH-116	913+019.50	913+070.47	321.38	50.96	3.60%	I
CH-117	913+296.25	913+328.74	52.49	32.49	1.38%	I
CH-118	913+388.37	913+456.08	37.4	67.71	8.79%	D
CH-119	913+585.71	913+654.24	35.16	68.53	10.43%	I
CH-120	913+724.75	913+743.97	32.91	19.22	10.00%	D

N° CURVA	PROGRESIVA		RADIO (m)	LONGITUD CURVA (m)	PERALTE (%)	Sentido
	PC	PT				
CH-121	913+829.16	913+956.33	182.04	127.17	11.70%	I
CH-122	914+054.95	914+110.89	38.19	55.94	8.26%	D
CH-123	914+190.30	914+226.51	56.26	36.22	0.14%	I
CH-124	914+328.26	914+407.30	34.93	79.04	10.61%	D
CH-125	914+507.98	914+515.01	48.95	7.02	2.71%	D
CH-126	914+601.79	914+622.71	48.95	20.92	2.71%	I
CH-127	914+803.10	914+863.25	48.95	60.15	2.71%	I
CH-128	915+025.01	915+086.18	139.92	61.17	10.11%	D
CH-129	915+164.43	915+216.83	106.54	52.4	7.95%	I
CH-130	915+417.91	915+536.17	212.17	118.27	5.30%	I
CH-131	915+652.88	915+710.01	78.25	57.13	4.67%	D
CH-132	915+851.39	915+943.12	67.24	91.74	2.65%	D
CH-133	916+020.17	916+165.86	63.37	145.69	3.00%	I
CH-134	917+547.22	917+595.28	91.01	48.06	6.40%	D
CH-135	917+807.18	917+822.48	91.01	15.29	6.40%	I
CH-136	918+197.33	918+224.66	91.01	27.33	6.40%	D
CH-137	918+395.81	918+455.72	91.01	59.91	6.40%	I
CH-138	918+850.99	919+081.77	258.68	230.78	6.47%	D
CH-139	919+228.36	919+382.96	131.02	154.6	3.28%	I
CH-140	919+465.80	919+616.87	144.01	151.07	3.60%	D
CH-141	919+853.66	920+115.99	200	262.33	5.00%	I
CH-142	920+420.28	920+526.46	200	106.18	5.00%	D
CH-143	920+718.99	920+829.73	200	110.74	5.00%	I
CH-144	921+090.34	921+183.54	200	93.2	5.00%	D
CH-145	921+567.64	921+583.00	200	15.36	5.00%	D
CH-146	921+788.78	921+791.87	200	3.09	5.00%	D
CH-147	922+279.97	922+281.86	200	1.88	5.00%	D

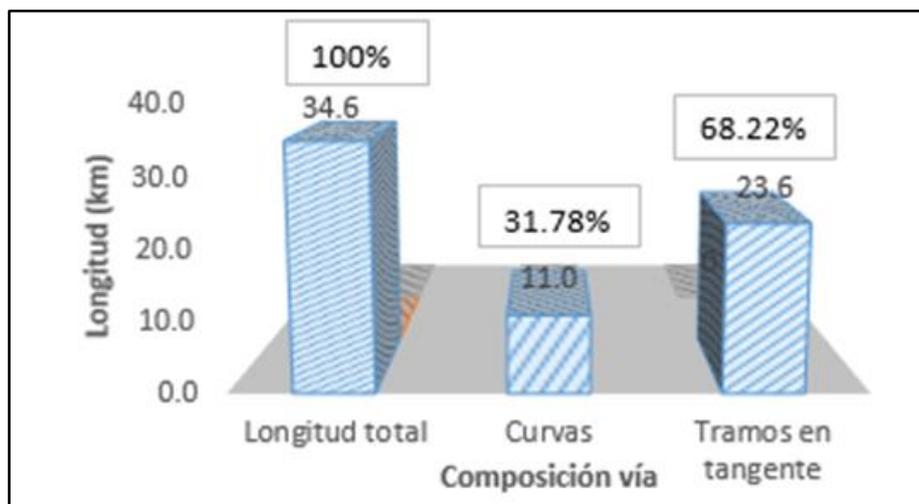


Figura 84: Longitud de curvas respecto a la longitud tota

Observamos en la figura 84 que de toda la longitud de la carretera en estudio (34.58 metros) más del 30% de la vía está compuesta por curvas (11 metros) y el 68.22% está compuesta por tramos rectos (23.6 metros).

- Características de la geometría vertical

En la tabla 97 se observan los datos de pendiente y longitud de curva correspondientes a las curvas verticales donde la mayor pendiente longitudinal es 10.08% y la menor 0.01%.

Tabla 97: Curvas verticales y pendientes

PENDIENTES- N° CURVAS	PROGRESIVA		PENDIENTE (%)	LONGITUD CURVA (m)
	PC	PT		
P-1	889+594	889+697.36	1.78%	
C-1	889+469.97	889+554.58		84.61
P-2	889+697.36	889+894.19	2.91%	
C-2	889+846.58	889+944.71		98.13
P-3	889+894.19	890+086.54	4.18%	
C-3	890+031.35	890+129.61		98.26
P-4	890+086.54	890+162.90	5.40%	
C-4	890+172.41	890+271.71		99.3
P-5	890+162.90	890+535.09	-0.23%	
C-5	890+321.10	890+441.06		119.96
P-6	890+535.09	890+919.82	4.17%	
C-6	890+540.21	890+643.08		102.87
P-7	890+919.82	891+077.11	4.43%	
C-7	890+892.58	891+045.94		153.36
P-8	891+077.11	891+295.61	4.69%	
C-8	891+207.87	891+322.69		114.82
P-9	891+295.61	891+441.85	3.41%	
C-9	891+386.96	891+505.26		118.3
P-9	891+441.85	891+811.14	8.17%	
C-10	892+031.13	892+136		104.87
P-10	891+811.14	892+076.57	3.30%	
C-11	892+168.27	892+353.69		185.42
P-11	892+076.57	892+216.06	5.50%	
C-12	892+339.77	892+582.48		242.71
P-12	892+216.06	892+332.93	7.28%	
C-13	892+685.53	892+881.21		195.68
P-13	892+332.93	892+540.08	8.09%	
C-14	892+885	893+031.03		146.03
P-14	892+540.08	892+859.14	5.87%	
C-15	893+072.85	893+175.46		102.61
P-15	892+859.14	893+021.34	4.64%	
C-16	893+536.8	893+710.48		173.68
P-16	893+021.34	893+286.94	7.13%	
C-17	893+953.54	894+136.72		183.18
P-17	893+286.94	893+670.51	4.54%	
C-18	894+256.34	894+450.79		194.45
P-18	893+670.51	893+985	6.76%	
C-19	894+608.33	894+797.73		189.4
P-19	893+985	894+378.44	5.46%	
C-20	894+812.27	894+931.11		118.84
P-20	894+378.44	894+686.15	7.29%	



PENDIENTES N° CURVAS	PROGRESIVA		PENDIENTE (%)	LONGITUD CURVA (m)
	PC	PT		
C-21	894+950.48	895+131.15		180.67
P-21	894+686.15	894+803.34	3.15%	
C-22	895+369.86	895+521.48		151.62
P-22	894+803.34	895+016.25	10.08%	
C-23	895+576.71	895+728.14		151.43
P-23	895+016.25	895+360.39	5.57%	
C-24	895+743.44	895+857.62		114.18
P-24	895+360.39	895+478.63	4.27%	
C-25	895+865.97	895+973.44		107.47
P-25	895+478.63	895+611.05	7.47%	
C-26	895+969.23	896+143.31		174.08
P-26	895+611.05	895+842.60	5.58%	
C-27	896+197.67	896+380.05		182.38
P-27	895+842.60	896+005.38	6.29%	
C-28	896+477.76	896+624.03		146.27
P-28	896+005.38	896+234.07	5.28%	
C-29	896+634.92	896+714.3		79.38
P-29	896+234.07	896+351.30	6.63%	
C-30	896+837.29	896+942.67		105.38
P-30	896+351.30	896+490.07	4.99%	
C-31	896+983.91	897+050.42		66.51
P-31	896+490.07	896+566.56	5.42%	
C-32	897+140.20	897+245.76		105.56
P-32	896+566.56	896+876.88	8.56%	
C-33	897+234	897+348.38		114.38
P-33	896+876.88	897+053.96	4.64%	
C-34	897+433.07	897+581.51		148.44
P-34	897+053.96	897+197.38	5.37%	
C-35	897+591.99	897+722		130.01
P-35	897+197.38	897+342.90	4.76%	
C-36	897+763.27	897+853.05		89.78
P-36	897+342.90	897+456.13	5.82%	
C-37	898+029.04	898+174.8		145.76
P-37	897+456.13	897+695.38	5.67%	
C-38	898+200.76	898+310.23		109.47
P-38	897+695.38	897+832.40	3.48%	
C-39	898+297.08	898+435.34		138.26
P-39	897+832.40	898+038.27	7.04%	
C-40	898+409.63	898+510.58		100.95
P-40	898+038.27	898+270.85	5.15%	
C-41	898+486.12	898+590		103.88
P-41	898+270.85	898+399.24	5.22%	



PENDIENTES- N° CURVAS	PROGRESIVA		PENDIENTE (%)	LONGITUD CURVA (m)
	PC	PT		
C-42	898+573.72	898+705.81		132.09
P-42	898+399.24	898+721.37	5.56%	
C-43	898+713.82	898+802.35		88.53
P-43	898+721.37	898+932.17	5.01%	
C-44	898+799.39	898+915.09		115.7
P-44	898+932.17	899+187.92	5.55%	
C-45	899+080.29	899+298.46		218.17
P-45	899+187.92	899+387.75	5.34%	
C-46	899+308.95	899+534.41		225.46
P-46	899+387.75	889+596.68	4.73%	
C-47	899+559.21	899+704.34		145.13
P-47	889+596.68	899+816.39	5.59%	
C-48	899+776.72	899+949.42		172.7
P-48	899+816.39	900+012.44	5.48%	
C-49	899+929.42	900+076.99		147.57
P-49	900+012.44	900+168.60	5.40%	
C-50	900+126.45	900+200.26		73.81
P-50	900+168.60	900+351.71	4.81%	
C-51	900+201.1	900+348.72		147.62
P-51	900+351.71	900+553.12	5.33%	
C-52	900+509.67	900+626.46		116.79
P-52	900+553.12	900+752.28	5.24%	
C-53	900+600.06	900+762.49		162.43
P-53	900+752.28	900+894.94	5.54%	
C-54	900+830.56	900+933.87		103.31
P-54	900+894.94	901+116.67	4.99%	
C-55	901+024.33	901+147.96		123.63
P-55	901+116.67	901+281.15	4.93%	
C-56	901+243.97	901+379.98		136.01
P-56	901+281.15	901+479.97	4.79%	
C-57	901+448.31	901+592.09		143.78
P-57	901+479.97	901+666.19	5.76%	
C-58	901+679	901+787.66		108.66
P-58	901+666.19	901+903.52	5.62%	
C-59	901+849.08	901+941		91.92
P-59	901+903.52	902+173.73	4.08%	
C-60	901+985.64	902+157.73		172.09
P-60	902+173.73	902+388.01	2.84%	
C-61	902+202.02	902+288.34		86.32
P-61	902+388.01	902+609.58	3.33%	
C-62	902+328.36	902+436.78		108.42
P-62	902+609.58	902+789.39	2.78%	



PENDIENTES- N° CURVAS	PROGRESIVA		PENDIENTE (%)	LONGITUD CURVA (m)
	PC	PT		
C-63	902+475.75	902+566.53		90.78
P-63	902+789.39	903+077.33	4.86%	
C-64	902+644.52	902+817.69		173.17
P-64	903+077.33	903+294.68	2.33%	
C-65	902+881.31	903+041.86		160.55
P-65	903+294.68	903+522	4.48%	
C-66	903+094.63	903+162.33		67.7
P-66	903+522	903+704.15	2.23%	
C-67	903+209.31	903+326.56		117.25
P-67	903+704.15	903+907.93	1.35%	
C-68	903+320.63	903+477.19		156.56
P-68	903+907.93	904+101.73	4.73%	
C-69	903+479.94	903+677.56		197.62
P-69	904+101.73	904+273.89	3.66%	
C-70	903+770.51	903+897.09		126.58
P-70	904+273.89	904+391.56	3.02%	
C-71	903+906.07	903+971.27		65.2
P-71	904+391.56	904+651.40	4.90%	
C-72	903+981.98	904+149.74		167.76
P-72	904+651.40	904+880.82	2.99%	
C-73	904+262.86	904+368.87		106.01
P-73	904+880.82	905+054.27	2.03%	
C-74	904+308.24	904+423.22		114.98
P-74	905+054.27	905+278.37	2.95%	
C-75	904+519.81	904+650.78		130.97
P-75	905+278.37	905+475.84	5.31%	
C-76	904+673.75	904+790.34		116.59
P-76	905+475.84	905+578.85	4.05%	
C-77	904+904.63	904+972.56		67.93
P-77	905+578.85	905+705.26	3.66%	
C-78	905+201.96	905+316.29		114.33
P-78	905+705.26	905+865.65	0.88%	
C-79	905+328.01	905+481.02		153.01
P-79	905+865.65	906+009.67	3.85%	
C-80	905+482.61	905+595.42		112.81
P-80	906+009.67	906+184.82	2.19%	
C-81	905+614.2	905+687.17		72.97
P-81	906+184.82	906+298.38	2.87%	
C-82	905+695.85	905+856.64		160.79
P-82	906+298.38	906+436.62	3.98%	
C-83	905+952.22	906+078.24		126.02
P-83	906+436.62	906+680.15	4.96%	



PENDIENTES- N° CURVAS	PROGRESIVA		PENDIENTE (%)	LONGITUD CURVA (m)
	PC	PT		
C-84	906+122.93	906+321.35		198.42
P-84	906+680.15	906+820.37	2.51%	
C-85	906+331.02	906+578.52		247.5
P-85	906+820.37	907+026.41	2.98%	
C-86	906+591.89	906+715.97		124.08
P-86	907+026.41	907+142.93	4.60%	
C-87	906+778.66	906+926.86		148.2
P-87	907+142.93	907+323.04	2.57%	
C-88	906+936.73	907+071.99		135.26
P-88	907+323.04	907+470.15	3.77%	
C-89	907+365.38	907+542.55		177.17
P-89	907+470.15	904+707.82	4.57%	
C-90	907+778.1	907+887.68		109.58
P-90	904+707.82	908+021.58	3.83%	
C-91	907+863.24	907+953.62		90.38
P-91	908+021.58	908+175.47	3.86%	
C-92	907+935.34	908+041.63		106.29
P-92	908+175.47	908+307.67	2.64%	
C-93	908+033.69	908+264.53		230.84
P-93	908+307.67	908+554.22	5.27%	
C-94	908+311.48	908+384.01		72.53
P-94	908+554.22	908+655.62	3.95%	
C-95	908+539.64	908+658.11		118.47
P-95	908+655.62	908+795.36	5.57%	
C-96	908+872.51	908+995.34		122.83
P-96	908+795.36	908+964.58	2.29%	
C-97	909+027.36	909+212.57		185.21
P-97	908+964.58	909+064.93	4.24%	
C-98	909+209.75	909+396.14		186.39
P-98	909+064.93	909+269.24	3.41%	
C-99	909+475.93	909+632.5		156.57
P-99	909+269.24	909+418.36	3.13%	
C-100	909+730.7	909+990.82		260.12
P-100	909+418.36	909+837.38	6.23%	
C-101	909+993.47	910+137.5		144.03
P-101	909+837.38	910+048.41	2.82%	
C-102	910+119.96	910+268.93		148.97
P-102	910+048.41	910+325.77	2.25%	
C-103	910+274.94	910+378.75		103.81
P-103	910+325.77	910+521.69	1.91%	
C-104	910+458.95	910+587.27		128.32
P-104	910+521.69	910+653.44	2.17%	



PENDIENTES- N° CURVAS	PROGRESIVA		PENDIENTE (%)	LONGITUD CURVA (m)
	PC	PT		
C-105	910+672.71	910+816.89		144.18
P-105	910+653.44	911+028.42	7.26%	
C-106	910+984.87	911+144.59		159.72
P-106	911+028.42	911+331.47	1.91%	
C-107	911+316.72	911+440.95		124.23
P-107	911+331.47	911+726.00	2.44%	
C-108	911+587.45	911+723.67		136.22
P-108	911+726.00	912+294.06	2.95%	
C-109	911+751.67	911+898.32		146.65
P-109	912+294.06	913+172.02	2.69%	
C-110	911+937.47	912+071.1		133.63
P-110	913+172.02	913+553.73	2.63%	
C-111	912+067.61	912+172.65		105.04
P-111	913+553.73	913+840.38	4.18%	
C-112	912+204.56	912+297.02		92.46
P-112	913+840.38	914+503.08	6.28%	
C-113	912+340.59	912+420.35		79.76
P-113	914+503.08	914+774.80	5.15%	
C-114	912+540.8	912+734.24		193.44
P-114	914+774.80	914+970.98	3.49%	
C-115	912+704.1	912+817.77		113.67
P-115	914+970.98	915+269.29	5.95%	
C-116	912+992.83	913+097.13		104.3
P-116	915+269.29	915+616.57	3.14%	
C-117	913+264.79	913+360.2		95.41
P-117	915+616.57	915+787.37	4.63%	
C-118	913+356.7	913+487.74		131.04
P-118	915+787.37	915+951.22	3.30%	
C-119	913+554.05	913+685.91		131.86
P-119	915+951.22	916+244.20	4.61%	
C-120	913+693.08	913+775.64		82.56
P-120	916+244.20	916+519.66	2.23%	
C-121	913+801.16	913+984.33		183.17
P-121	916+519.66	916+988.27	3.10%	
C-122	914+023.28	914+142.56		119.28
P-122	916+988.27	917+128.98	4.78%	
C-123	914+158.84	914+257.97		99.13
P-123	917+128.98	917+268.16	3.23%	
C-124	914+296.59	914+438.96		142.37
P-124	917+268.16	917.530.27	5.86%	
C-125	914+475.83	914+547.16		71.33
P-125	917+268.16	917.530.27	5.00%	



PENDIENTE S- N° CURVAS	PROGRESIVA		PENDIENTE (%)	LONGITUD CURVA (m)
	PC	PT		
C-126	914+569.64	914+654.87		85.23
P-126	917.530.27	917+773.91	6.49%	
C-127	914+770.95	914+895.41		124.46
P-127	917+773.91	918+084.42	5.20%	
C-128	914+998.54	915+112.64		114.1
P-128	918+084.42	918+325.09	6.28%	
C-129	915+135.78	915+245.47		109.69
P-129	918+325.09	918+620.17	4.89%	
C-130	915+391.44	915+562.64		171.2
P-130	918+620.17	918+817.93	6.39%	
C-131	915+622.82	915+730.38		107.56
P-131	918+817.93	919+173.50	1.40%	
C-132	915+820.63	915+973.89		153.26
P-132	919+173.50	919+496.01	0.01%	
C-133	915+989.41	916+196.62		207.21
P-133	919+496.01	919+972.90	1.68%	
C-134	917+519.22	917+623.29		104.07
P-134	919+972.90	920+115.99	4.11%	
C-135	917+779.18	917+850.48		71.3
P-135	920+115.99	920+471.40	4.89%	
C-136	918+169.33	918+252.66		83.33
P-136	920+471.40	920+790.18	3.89%	
C-137	918+367.81	918+483.72		115.91
P-137	920+790.18	920+914.52	3.72%	
C-138	918+824.32	919+108.43		284.11
P-138	920+914.52	921+160.24	5.14%	
C-139	919+201.9	919+409.42		207.52
P-139	921+160.24	921+264.99	7.07%	
C-140	919+439.34	919+643.34		204
P-140	921+264.99	921+482.21	0.94%	
C-141	919+827.19	920+142.45		315.26
P-141	921+482.21	921+791.87	0.02%	
C-142	920+393.81	920+552.92		159.11
P-142	921+791.87	922+648.22	3.06%	
C-143	920+692.52	920+856.19		163.67
P-143	922+648.22	923+063.83	6.21%	
C-144	921+063.87	921+210.01		146.14
P-144	923+063.83	923+173+61	4.42%	
C-145	921+541.18	921+609.46		68.28
P-145	923+173+61	924+000	0.01%	

3.6.3. Intensidad de tránsito

3.6.3.1. Procesamiento y cálculos de la prueba

Para el volumen de tránsito de la situación actual (año 2019) se ha realizado el proceso de los resultados obtenidos del conteo y clasificación vehicular realizado en campo del día 1 al 7 de julio del presente.

Para la realización del método predictivo del Highway Safety Manual es necesario conocer el IMDA de los años 2014 hasta el 2019, teniendo en cuenta que ya se tiene los datos reales del tráfico vehicular de la empresa Concar (Survial) (*Obsérvese Tabla 59*) ya no existe la necesidad de realizar una interpolación o proyección del IMDA.

3.6.3.1.1. Volumen de tránsito del año 2019

Para obtener el IMDA es necesario realizar el aforo vehicular diario y aplicar la formula

Ecuación 20: Índice Medio Diario Anual

$$IMDA = IMDS \times Fc$$

Ecuación 21: Índice Medio Diario Semanal

$$IMDS = (\sum Vi + Vs + Vd)/7$$

Donde

- IMDA = Índice medio diario anual
- IMDS = Índice medio diario semanal
- Vi = Volumen vehicular diario de los 5 días de la semana (Lunes, Martes, Miércoles, Jueves y Viernes)
- Vs = Volumen vehicular diario proveniente del día Sábado.
- Vd = Volumen vehicular diario proveniente del día Domingo.
- Fc = Factor de corrección estacional

En cuanto al factor de corrección estacional (FC) se usa con el objetivo de descartar causas externas que puedan afectar o interferir en la cuantificación vehicular; este depende del mes en el que se realiza el aforo y de la estación más cercana a la vía en estudio; para nuestra vía corresponde la estación de Ccasacancha ex estación Huillque cuyos valores se muestran en la Tabla 98, esta información es proporcionada por Provias Nacional.

Tabla 98: Datos para el FC

Estación: Ccasacancha ex Huillque	
Mes del aforo: Julio	
Tipo de Vehículo	Factor de Corrección (Fc)
Vehículos Ligeros	1.045
Vehículos Pesados	0.989

Fuente: Factores de corrección promedio para vehículos pesados 2000- 2010 - Aplicativo de la Guía Simplificada de Caminos Vecinales –MTC

En la tabla 99 se observa el volumen de tránsito diario y el IMDA corregido para el año 2019 el valor del IMDA se calcula con la ecuación 20 en base a la ecuación 21.

Tabla 99: Volumen de Tránsito Corregido - 2019

VEHICULOS		Vi					Vs	Vd	IMDS		Fc	IMDA	
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	Vi+Vs+Vd	(Vi+Vs+Vd)/7			
VEHICULOS LIGEROS	AUTOS	788	678	636	773	926	1100	939	5840	834	1.045	872	
	CAMIONETAS	PICK UP	350	330	269	177	345	359	353	2183	312	1.045	326
		Combi rural	168	186	172	122	200	216	214	1278	183	1.045	191
		MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.045	0
VEHICULOS PESADOS	BUS	2 E	98	95	107	118	67	74	74	633	90	0.989	89
		>=3 E	75	50	56	47	52	48	17	345	49	0.989	49
		2 E	179	223	241	192	260	264	180	1539	220	0.989	217
	CAMION	3 E	134	129	146	145	160	126	122	962	137	0.989	136
		4 E	10	41	26	116	27	43	14	277	40	0.989	39
		2S1/2S2	7	0	0	0	0	0	1	8	1	0.989	1
		2S3	0	0	2	0	5	0	0	7	1	0.989	1
	SEMI TRAYLER	3S1/3S2	38	23	16	26	35	39	24	201	29	0.989	28
		>= 3S3	201	165	176	176	88	182	163	1151	164	0.989	163
		2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.989	0
	TRAYLER	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.989	0
		3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.989	0
		>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.989	0
	TOTAL		2048	1920	1847	1892	2165	2451	2101	14424	2061		2112

En la tabla 100 se muestra el porcentaje anual actual según tipo de vehículos:

Tabla 100: IMDA 2019 y porcentaje según el tipo de vehículo

TRAFICO VEHICULAR 2019					
TIPO DE VEHICULO	IMDS		FC	IMDA	%
	(Vi+Vs+Vd)	(Vi+Vs+Vd)/7		IMDS*Fc	
Autos	5840	834	1.0451	872	41.28%
Pick up	2183	312	1.0451	326	15.43%
Combi rural	1278	183	1.0451	191	9.03%
Micro	0	0	1.0451	0	0.00%
Bus 2 E	633	90	0.9885	89	4.23%
Bus >=3 E	345	49	0.9885	49	2.31%
Bus 2 E	1539	220	0.9885	217	10.29%
Camion 3 E	962	137	0.9885	136	6.43%
Camion 4 E	277	40	0.9885	39	1.85%
Camion 2S1/2S2	8	1	0.9885	1	0.05%
Semi Trayler 2S3	7	1	0.9885	1	0.05%
Semi Trayler 3S1/3S2	201	29	0.9885	28	1.34%
Semi Trayler >= 3S3	1151	164	0.9885	163	7.70%
Semi Trayler 2T2	0	0	0.9885	0	0.00%
Trayler 2T3	0	0	0.9885	0	0.00%
Trayler 3T2	0	0	0.9885	0	0.00%
Trayler >=3T3	0	0	0.9885	0	0.00%
TOTAL				2112	100%

En la figura 85 podemos observar que en el año 2019 existe mayor cantidad de vehículos ligeros con un 66% frente a un 34% de vehículos pesados.



Figura 85: Distribución porcentual de vehículos en el 2019

A continuación en la figura 86, se muestra la clasificación vehicular 2019 según el IMDA obtenido:

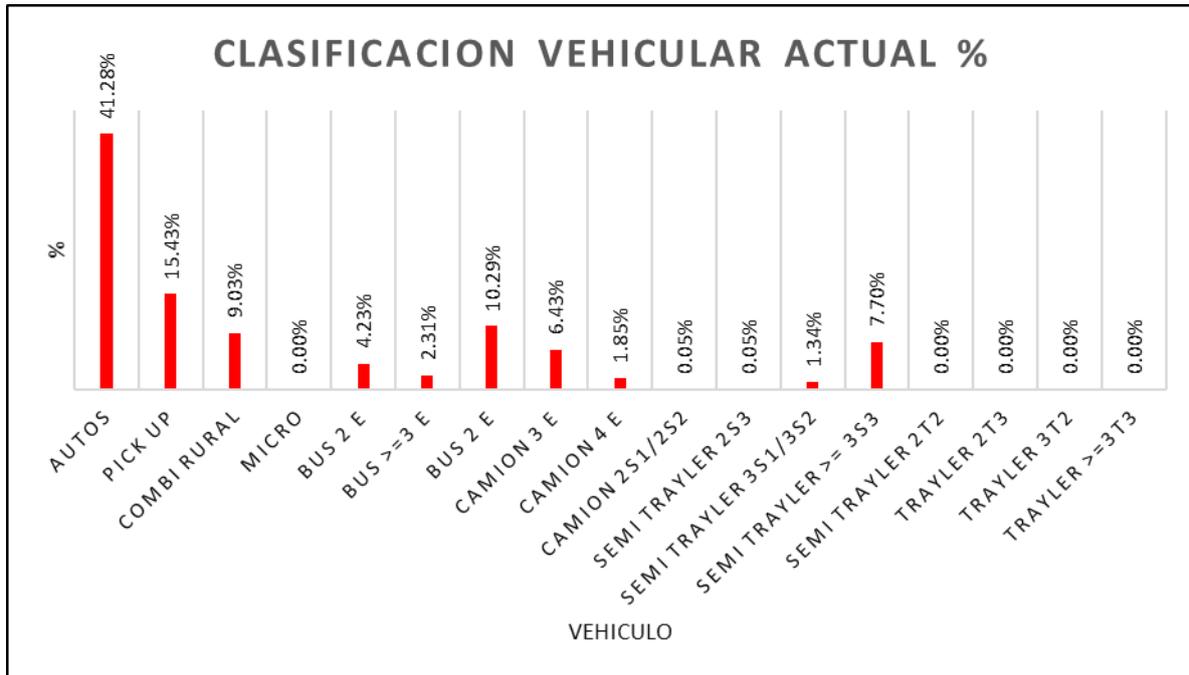


Figura 86: Clasificación vehicular 2019

3.6.3.1.2. Índice Medio Diario Anual 2014 - 2019

A partir de la Tabla 101 se tiene la figura 87 en la que se muestra el crecimiento vehicular del año 2014 al 2019.

Tabla 101: IMDA del 2014 al 2018

DATOS DEL IMDA (2014 - 2018)			
IMDA CON DATOS DE LA EMPRESA SUR VIAL			
Asignacion	AÑO	IMDA	FUENTE
1	2014	1378	Datos de Empresa Survial
2	2015	1538	Datos de Empresa Survial
3	2016	1699	Datos de Empresa Survial
4	2017	1791	Datos de Empresa Survial
5	2018	2026	Datos de Empresa Survial
6	2019	2112	Investigacion (AFORO EN JULIO)

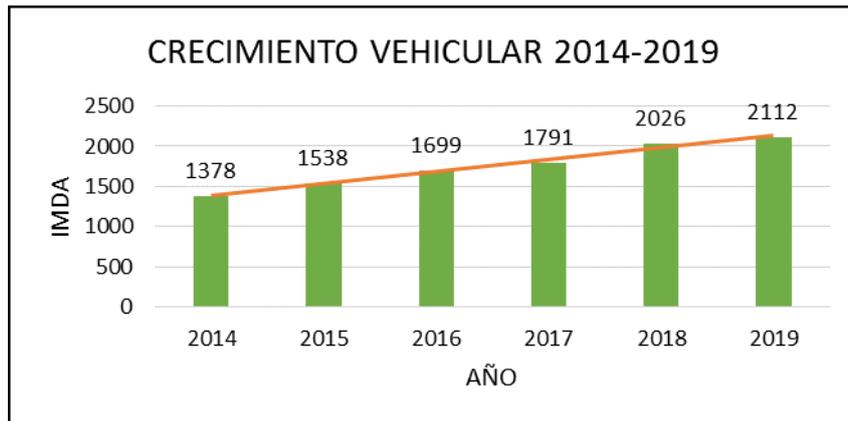


Figura 87: Crecimiento vehicular (IMDA 2014 – 2018)

Fuente: Concar – Survial

3.6.3.2. Análisis de la prueba

Con los datos obtenidos de la empresa Concar (Survial) y con el resultado del conteo y clasificación vehicular, se puede observar el crecimiento vehicular, en un periodo de 5 años ha crecido en un 53% a partir del año 2014.

Asimismo, en la figura 86 se observa que el tráfico vehicular está compuesto en su mayoría por vehículos ligeros, siendo los autos y de forma específica los modelo Station Wagon los de mayor porcentaje en cada año.

3.6.4. Dispositivos de control de tránsito y entorno de vía

3.6.4.1. Procesamiento y cálculos

Los datos recopilados en las Tablas 62 y 63 se han ordenado de acuerdo a los segmentos de carretera establecidas para el estudio de la vía, obteniendo la tabla 102 que muestra el tipo de superficie, el estado de transitabilidad, el ancho de plataforma y los accesos que corresponden a cada segmento de carretera.



Tabla 102: Resumen dispositivos de control de tránsito y entorno de vía

Dispositivos de control y entorno de vía																
Segmento	Progresiva		Longitud	Tipo de Superficie	Ancho de Plataforma	Estado de transitabilidad	Accesos	Bandas Sonoras		Velocidad automatizada		Iluminación		Señal horizontal		Carril de giro a la izquierda
	N°	Del Km						Al Km	m	Si	No	Sí	No	Si	No	
S-1	889+420	889+697.36	277.4	Asfalto	9.9	Bueno	1		X		X	X		X		No existe
S-2	889+697.36	889+894.19	196.8	Asfalto	9.9	Bueno	0		X		X	X		X		No existe
S-3	889+894.19	890+162.90	268.7	Asfalto	9.9	Bueno	0		X		X	X		X		No existe
S-4	890+162.90	890+535.09	372.2	Asfalto	7.4	Bueno	1		X		X	X		X		No existe
S-5	890+535.09	890+919.82	384.7	Asfalto	7.4	Bueno	1		X		X	X		X		No existe
S-6	890+919.82	891+441.85	522.0	Asfalto	7.4	Bueno	2		X		X	X		X		No existe
S-7	891+441.85	891+811.14	369.3	Asfalto	7.4	Bueno	0		X		X	X		X		No existe
S-8	891+811.14	892+076.57	265.4	Asfalto	7.4	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-9	892+076.57	892+332.93	256.4	Asfalto	7.4	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-10	892+332.93	892+540.08	207.1	Asfalto	7.4	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-11	892+540.08	892+859.14	319.1	Asfalto	7.4	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-12	892+859.14	893+021.34	162.2	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-13	893+021.34	893+286.94	265.6	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-14	893+286.94	893+670.51	383.6	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-15	893+670.51	893+985.00	314.5	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-16	893+985.00	894+378.44	393.4	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-17	894+378.44	894+686.15	307.7	Asfalto	9.1	Bueno	2		X		X		X	X		No existe
S-18	894+686.15	895+016.25	330.1	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X	X		X		No existe
S-19	895+016.25	895+360.39	344.1	Asfalto	9.1	Bueno	2		X		X	X		X		No existe
S-20	895+360.39	895+611.05	250.7	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X	X		X		No existe
S-21	895+611.05	895+842.60	231.5	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-22	895+842.60	896+005.38	162.8	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-23	896+005.38	896+234.07	228.7	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-24	896+234.07	896+566.56	332.5	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-25	896+566.56	896+876.88	310.3	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-26	896+876.88	897+053.96	177.1	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-27	897+053.96	897+456.13	402.2	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-28	897+456.13	897+695.38	239.2	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-29	897+695.38	898+038.27	342.9	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-30	898+038.27	898+399.24	361.0	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-31	898+399.24	898+721.37	322.1	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-32	898+721.37	898+932.17	210.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe



Dispositivos de control y entorno de vía																
Segmento	Progresiva		Longitud	Tipo de Superficie	Ancho de Plataforma	Estado de transitabilidad	Accesos	Bandas Sonoras		Velocidad automatizada		Iluminación		Señal horizontal		Carril de giro a la izquierda
	N°	Del Km						Al Km	m	Si	No	Sí	No	Si	No	
S-33	898+932.17	899+187.92	255.7	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-34	899+187.92	899+387.75	199.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-35	899+387.75	899+596.68	208.9	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-36	899+596.68	899+816.39	219.7	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-37	899+816.39	900+012.44	196.1	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-38	900+012.44	900+351.71	339.3	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-39	900+351.71	900+553.12	201.4	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-40	900+553.12	900+894.94	341.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-41	900+894.94	901+116.67	221.7	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-42	901+116.67	901+281.15	164.5	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-43	901+281.15	901+479.97	198.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-44	901+479.97	901+666.19	186.2	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-45	901+666.19	901+903.52	237.3	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-46	901+903.52	902+173.73	270.2	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-47	902+173.73	902+388.01	214.3	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-48	902+388.01	902+609.58	221.6	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-49	902+609.58	902+789.39	179.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-50	902+789.39	903+077.33	287.9	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-51	903+077.33	903+294.68	217.4	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-52	903+294.68	903+522	227.3	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-53	903+522	903+704.15	182.1	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-54	903+704.15	903+907.93	203.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-55	903+907.93	904+101.73	193.8	Asfalto	9.1	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-56	904+101.73	904+391.56	289.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-57	904+391.56	904+651.40	259.8	Asfalto	9.1	Bueno	2		X		X		X	X		No existe
S-58	904+651.40	904+880.82	229.4	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-59	904+880.82	905+054.27	173.5	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-60	905+054.27	905+278.37	224.1	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-61	905+278.37	905+475.84	197.5	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-62	905+475.84	905+705.26	229.4	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-63	905+705.26	905+865.65	160.4	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-64	905+865.65	906+009.67	144.0	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-65	906+009.67	906+184.82	175.1	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe



Segmento N°	Progresiva		Longitud m	Tipo de Superficie	Ancho de Plataforma	Estado de transitabilidad	Accesos	Bandas Sonoras		Velocidad automatizada		Iluminación		Señal horizontal		Carril de giro a la izquierda
	Del Km	Al Km						Si	No	Sí	No	Si	No	Si	No	
S-66	906+184.82	906+436.62	251.8	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-67	906+436.62	906+680.15	243.5	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-68	906+680.15	907+026.41	346.3	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-69	907+026.41	907+470.15	443.7	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-70	907+470.15	907+707.82	237.7	Asfalto	9.1	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-71	907+707.82	908+021.58	313.8	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-72	908+021.58	908+307.67	286.1	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-73	908+307.67	908+554.22	246.5	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-74	908+554.22	908+795.36	241.1	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-75	908+795.36	909+064.93	269.6	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-76	909+064.93	909+418.36	353.4	Asfalto	8.7	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-77	909+418.36	909+837.38	419.0	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-78	909+837.38	910+048.41	211.0	Asfalto	8.7	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-79	910+048.41	910+325.77	277.4	Asfalto	8.7	Bueno	2		X		X		X	X		No existe
S-80	910+325.77	910+653.44	327.7	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-81	910+653.44	911+028.42	375.0	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-82	911+028.42	911+331.47	303.0	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-83	911+331.47	911+726.00	394.5	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-84	911+726.00	912+294.06	568.1	Asfalto	8.7	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-85	912+294.06	913+172.02	878.0	Asfalto	8.7	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-86	913+172.02	913+553.73	381.7	Asfalto	8.7	Bueno	3		X		X		X	X		No existe
S-87	913+553.73	913+840.38	286.7	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-88	913+840.38	914+503.08	662.7	Asfalto	8.7	Bueno	1		X		X		X	X		No existe
S-89	914+503.08	914+774.80	271.7	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-90	914+774.80	914+970.98	196.2	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-91	914+970.98	915+269.29	298.3	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-92	915+269.29	915+616.57	347.3	Asfalto	8.7	Bueno	2		X		X		X	X		No existe
S-93	915+616.57	915+787.37	170.8	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-94	915+787.37	915+951.22	163.9	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-95	915+951.22	916+244.20	293.0	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-96	916+244.20	916+519.66	275.5	Asfalto	8.7	Bueno	1		X		X		X	X		No existe



Segmento N°	Progresiva		Longitud m	Tipo de Superficie	Ancho de Plataforma	Estado de transitabilidad	Accesos	Bandas Sonoras		Velocidad automatizada		Iluminación		Señal horizontal		Carril de giro a la izquierda
	Del Km	Al Km						Si	No	Sí	No	Si	No	Si	No	
S-97	916+519.66	916+988.27	468.6	Asfalto	8.7	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-98	916+988.27	917+268.16	279.9	Asfalto	12.6	Bueno	4		X		X	X		X		No existe
S-99	917+268.16	917+530.27	262.1	Asfalto	9.42	Bueno	1		X		X	X		X		No existe
S-100	917+530.27	917+773.91	243.6	Asfalto	9.42	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-101	917+773.91	918+084.42	310.5	Asfalto	9.42	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-102	918+084.42	918+325.09	240.7	Asfalto	9.42	Bueno	2		X		X		X	X		No existe
S-103	918+325.09	918+620.17	295.1	Asfalto	9.42	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-104	918+620.17	918+817.93	197.8	Asfalto	9.42	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-105	918+817.93	919+173.50	355.6	Asfalto	9.42	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-106	919+173.50	919+496.01	322.5	Asfalto	9.42	Bueno	0		X		X		X	X		No existe
S-107	919+496.01	919+972.90	476.9	Asfalto	9.42	Bueno	4		X		X		X	X		No existe
S-108	919+972.90	920+471.40	498.5	Asfalto	9.42	Bueno	1		X			X		X		No existe
S-109	920+471.40	920+790.18	318.8	Asfalto	10.27	Bueno	1		X			X		X		No existe
S-110	920+790.18	921+160.24	370.1	Asfalto	10.27	Bueno	1		X			X		X		No existe
S-111	921+160.24	921+482.21	322.0	Asfalto	10.27	Bueno	4		X			X		X		No existe
S-112	921+482.21	921+791.87	309.7	Asfalto	9.62	Bueno	4		X			X		X		No existe
S-113	921+791.87	922+648.22	856.4	Asfalto	9.62	Bueno	3		X			X		X		No existe
S-114	922+648.22	923+173.61	525.4	Asfalto	9.62	Bueno	5		X			X		X		No existe
S-115	923+173.61	924+000	826.4	Asfalto	9.62	Bueno	3		X			X		X		No existe