

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**"ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA
CAMINOS VECINALES DE LA PROVINCIA
DE HUÁNUCO - 2014"**

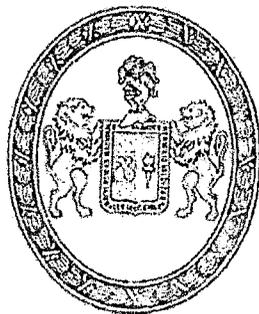
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**TESISTA:
EDGAR AQUINO DURAN**

**ASESOR:
ING. WILSON N. ARQUÍÑIGO TRUJILLO**

**HUÁNUCO - PERÚ
2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA CAMINOS
VECINALES DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO - 2014”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**TESISTA
EDGAR AQUINO DURAN**

**ASESOR
ING. WILSON N. ARQUIÑIGO TRUJILLO**

**HUÁNUCO - PERÚ
2015**

DEDICATORIA

Eternamente agradecido a Dios, por la calidad de seres queridos que tengo a mi lado y en honor a ello, dedico esta tesis a:

Mis padres: por su apoyo incondicional; sobre todo, dedico a mi querida madre, Heriberta Duran, por su inmenso sacrificio hacia mi persona y ojalá que la vida me alcance para recompensarlo con creces.

A mis queridos hermanos: Belcer, Teo, Jaime, Dionisio, Julio, Kelly y Liz: por brindarme su apoyo, alegrías y motivos para seguir adelante

A mi pequeña sobrina, como si fuera mi hija: Nicol Sharon, quien llena mi vida de inmensa alegría.

AGRADECIMIENTO

Consciente de haber logrado el tan anhelado sueño de algún día ser profesional, a base de mucho esfuerzo y sacrificio, lo cual hoy se me hace realidad; pero, también debo reconocer el apoyo de aquéllos, que de alguna u otra manera contribuyeron a la realización de mi sueño. Por ello, mis más cordiales agradecimientos:

A Dios: Fuente de mi vida, en quien deposito mi fe y abrigo la esperanza de seguir batallando por una vida mejor.

Al Ing. Wilson N. Arquíñigo Trujillo: Por haberme guiado solícitamente en la realización de esta tesis.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, colegas y amigos, con quienes compartí vivencias en las aulas universitarias.

RESUMEN

La seguridad vial en las carreteras depende, entre otros factores, de la geometría del trazado, el cual está relacionado con aspectos, tales como el cumplimiento normativo del diseño geométrico, la consistencia del trazado y la señalización de tránsito. Si éstos se comportan de modo satisfactorio dentro de un determinado rango de valores permisibles a lo largo de un tramo, no hay mayores problemas para la seguridad; en su defecto, las carreteras operan en condiciones inseguras, siendo mayor el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito en caminos de menor tráfico, pese o quizás en razón de su bajo volumen de demanda. Este problema se agrava en caminos cuyos trazados discurren por terreno accidentado que, en el caso de la Provincia de Huánuco, dada las características de la agreste formación morfológica que presenta la orografía de su territorio.

En tal sentido, pueden influir negativamente sobre la seguridad en la operación de los caminos vecinales, el efecto de los cuales se ven reflejados en caminos que no se ciñen a las normas de diseño e inconsistentes en su trazado, que sumados a señalizaciones inadecuadas, originan ambientes favorables para los accidentes de tránsito, lo que necesariamente se traduce en caminos con menor seguridad para los usuarios.

En esta tesis de pregrado se ha desarrollado el estudio de seguridad vial, en la que se ha considerado los tres aspectos antes mencionados.

Para ello, fue necesario abordar el fundamento del manual vigente de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)", el cual establece, entre otras, las menores exigencias para los elementos de diseño, manteniendo al límite los niveles de seguridad. En efecto, se seleccionaron los principales elementos de diseño, para determinar la proporción de cumplimiento que, contrastados con los valores límites establecidos por el citado manual, se ha encontrado aproximadamente de 52% a 88% de cumplimiento, excepto el ancho de calzada y el sobre ancho, que sólo alcanzan el 16% y 33% de cumplimiento, respectivamente. Así también, se deduce que casi todos los elementos, en un menor porcentaje, se comportan de modo insatisfactorio, por lo que los

conductores en su recorrido van a encontrar elementos geométricos (como curvas de radio pequeño, calzadas angostas, o fuertes pendientes) que los obligan a disminuir su velocidad de circulación, provocando situaciones de inseguridad.

En cuanto a la consistencia del trazado, se interpreta como la relación entre las características geométricas de una carretera y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella. Si hay una correspondencia entre estos dos aspectos, la conducción puede hacerse de modo continuo, sin sobresaltos, lo que incide favorablemente sobre la seguridad en la circulación. Para su evaluación se fundamenta en procedimientos y rangos ya establecidos por investigadores como Sánchez (2,007) y Lamm (1,995), cuyos modelos se adoptaron en esta tesis. Con el de Sánchez, se estimaron las velocidades de operación; y, con el de Lamm, se calificaron la consistencia del trazado. Encontrándose aproximadamente en un 55% de las curvas consecutivas, cuya variación de velocidad de operación son menores a 10km/h, que califican como BUENA consistencia del trazado; 25%, varía entre 10km/ y 20km/h, que califican como REGULAR consistencia del trazado; y, 20% supera los 20km/h, que califican como MALA, consistencia del trazado.

La señalización de tránsito contribuye en la mejora de la seguridad en las carreteras, en tal sentido se hizo un levantamiento de los dispositivos existentes, para determinar si son los suficientes para cubrir todo el trazado y las condiciones en las que se encuentran, cuyos resultados muestran un número de 5 a 8 dispositivos en cada uno de los tramos, siendo insuficientes para cubrir todo el trazado, y la mayoría de los cuales se encuentran en estado de conservación MALA.

La conjugación de estos tres aspectos ha permitido un análisis más integral sobre el nivel de seguridad en la geometría de los caminos vecinales. En base a la cual puede decirse, que en una menor proporción y en sitios específicos, presentan deficiencias e inclusive el grado del problema llegan a ser críticas, lo que implica que las vías en dichas zonas operan en condiciones inseguras, que

causan riesgos al usuario. Situación que contraviene al principio elemental de las carreteras, que aunque sean de las más simples deben de operar en condiciones adecuadas de seguridad.

Para atender estos problemas se propone a corto plazo reforzar con señalizaciones. A mediano plazo, se recomienda un mejoramiento puntual del trazado (rediseñar el elemento); con mejores características geométricas dentro de los límites razonables de seguridad y economía. Así mismo, se recomienda una mejora en las señalizaciones.

Finalmente, a efecto de obtener conclusiones más convincentes y representativas, se recomienda ampliar la base del trabajo desarrollado; incorporándose para ello, más tramos en la continuación de las rutas estudiadas, o en todo caso, realizar el estudio con nuevas rutas y más tramos.

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA CAMINOS VECINALES DE LA PROVINCIA
DE HUÁNUCO-2014**

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema y justificación	3
1.2. Objetivo	4
1.3. Limitaciones y Alcances	4
1.4. Hipótesis, Variables, Indicadores y Definiciones Operacionales	5
1.4.1. Hipótesis	5
1.4.2. Sistema de variables – dimensiones e indicadores	5
1.4.3. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores	6
1.5. Universo/Población y Muestra	6
1.5.1. Determinación del Universo/Población	6
1.5.2. Muestra	6
CAPÍTULO 2: INCIDENCIA OROGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO SOBRE LA SEGURIDAD VIAL EN LOS CAMINOS VECINALES	7
2.1. Descripción general de la provincia	7
2.2. Caracterización de la red vial vecinal de la provincia	8
2.3. Incidencia orográfica sobre el desarrollo de los caminos vecinales	12
2.3.1. Orografía	12
2.3.2. Incidencia orográfica sobre la seguridad en los caminos vecinales	14

CAPÍTULO 3: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL MANUAL DE	
 CARRETERAS “DISEÑO GEOMÉTRICO (DG-2013)	16
3.1. Diseño geométrico en planta	16
3.1.1. Generalidades	16
3.1.2. Consideraciones de diseño	17
3.1.3. Tramos en tangente	18
3.1.4. Radios mínimos	19
3.1.5. Peralte	21
3.1.6. Coordinación entre curvas circulares	23
3.1.7. Sobre ancho	23
3.1.8. Distancia de visibilidad en curvas horizontales	25
3.1.9. Curvas de vuelta	27
3.2. Diseño geométrico en perfil	28
3.2.1. Generalidades	28
3.2.2. Consideraciones de diseño	28
3.2.3. Pendiente	29
3.2.4. Longitud en pendiente	31
3.3. Diseño geométrico de la sección transversal	32
3.3.1. Generalidades	32
3.3.2. Ancho de la calzada en tangente	32
3.3.3. Ancho de las bermas	33
3.4. Coordinación del trazo en planta y perfil	34
CAPÍTULO 4: SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN VIAL	36
4.1. Demarcación y señalización del derecho de vía	36
4.2. Señalización vial	36
4.2.1. Condiciones	37
4.2.2. Consideraciones	37
4.2.3. Necesidad de estudios de ingeniería	38
4.3. Señales verticales	38
4.3.1. Definición	38
4.3.2. Función	38

4.3.3. Clasificación	38
4.3.4. Diseño	40
4.3.5. Forma	40
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE DISEÑO	
GEOMÉTRICO DE CARRETERAS	41
5.1. Criterios de evaluación basados en la velocidad de operación	44
5.2. Modelo adoptado en el Perú para estimar la velocidad de operación (V85)	47
5.3. Estudio de velocidad de operación (V85) realizado por Sánchez Ordoñez	49
5.4. Estudio de Lamm para evaluación de la consistencia	50
CAPÍTULO 6: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS CAMINOS	
EN ESTUDIO	54
6.1. Camino vecinal HU-644: Emp.PE-18A(La Esperanza)–Malconga	54
6.2. Camino vecinal HU-808: Emp.HU.108(Huánuco) -Loma Blanca - Santo Domingo de Nauyán	56
6.3. Camino vecinal HU- 658: Emp.PE-3N (Cayhuayna) - Cayrán - Parara	57
6.4. Camino vecinal HU-649:Emp.HU-645 – Pomacucho	59
CAPÍTULO 7: MARCO METODOLÓGICO	61
7.1. Levantamiento topográfico	62
7.2. Verificación del cumplimiento del manual de carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”	63
7.2.1. Alineamiento horizontal	66
7.2.2. Alineamiento vertical	67
7.2.3. Secciones transversales	67
7.3. Levantamiento de la señalización	68
7.4. Materiales y/o equipos considerados para obtener datos de campo	69

7.4.1. Materiales para levantamiento topográfico	69
7.4.2. Materiales para levantamiento de la señalización	70
7.5. Metodología para evaluar la consistencia del diseño Geométrico	70
CAPÍTULO 8: ANÁLISIS DE RESULTADOS	72
8.1. Verificación del cumplimiento de las recomendaciones del manual de carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”	72
8.1.1. Camino vecinal: HU – 644 (La Esperanza - Malconga)	72
8.1.2. Camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán)	73
8.1.3. Camino vecinal: HU - 658 (Cayhuayna -San Francisco de Cayrán)	75
8.1.4. Camino vecinal: HU – 649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)	76
8.2. Levantamiento de señalización	79
8.2.1. Camino vecinal: HU – 644 (La Esperanza - Malconga)	80
8.2.2. Camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán)	80
8.2.3. Camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna - San Francisco de Cayrán)	81
8.2.4. Camino vecinal: HU - 649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)	81
8.3. Resultados y análisis de la evaluación de la consistencia del diseño geométrico	81
8.3.1. Camino vecinal: HU - 644 (La Esperanza - Malconga)	82
8.3.2. Camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán)	83
8.3.3. Camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna - San Francisco de Cayrán)	84
8.3.4. Camino vecinal: HU - 649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)	86
8.4. Conclusiones del estudio de los caminos seleccionados	87
8.4.1. Camino vecinal: HU - 644 (La Esperanza - Malconga)	87
8.4.2. Camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán)	88

8.4.3. Camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna - San Francisco de Cayrán)	90
8.4.4. Camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)	91

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
---	----

9.1. Conclusiones	93
9.2. Recomendaciones	96

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA	98
----------------------------------	----

ANEXOS

ANEXO 1. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, versión actualizada - junio 2013

ANEXO 2. Relación de radios

ANEXO 3. Tablas de verificación del cumplimiento del manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

ANEXO 4. Levantamiento de señalización de los caminos estudiados

ANEXO 5. Valores de elementos geométricos de diseño

ANEXO 6. Planos de señalización de los caminos estudiados

ANEXO 7. Planos del diseño geométrico de los caminos estudiados:
Planta, perfil y secciones transversales

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA CAMINOS VECINALES DE LA PROVINCIA
DE HUÁNUCO-2014**

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
3.1. Longitudes de tramos en tangente	18
3.2. Valores de radio mínimo	20
3.3. Fricción transversal máximo en curvas	21
3.4. Valores de peralte máximo	22
3.5. Factores de reducción de sobre ancho	25
3.6. Distancia de visibilidad de parada	26
3.7. Radio exterior mínimo en función a R_i adoptado	27
3.8. Pendientes máximas (%) en carreteras de tercera clase	30
3.9. Anchos mínimos de calzada en tangente en carreteras de tercera clase	33
3.10. Ancho de bermas en carreteras de tercera clase	34
5.1. Rangos de velocidad de diseño para carreteras de tercera clase	44
5.2. Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidad de operación	48
5.3. Ecuaciones para estimar la velocidad de operación (V85) planteadas por Sánchez Ordoñez	50
5.4. Calificación de la consistencia según la comparación entre velocidad de operación con la de proyecto	51
5.5. Calificación de la consistencia según la comparación entre elementos consecutivos	51
7.1. Ficha para verificar el diseño geométrico	65
7.2. Ficha levantamiento de señalización	69
7.3. Ficha para evaluar la consistencia	71
8.1. Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza-Malconga)	73
8.2. Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino	

	Vecinal: HU - 808 (Loma Blanca - Santo Domingo de Nauyán)	74
8.3.	Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino Vecinal: HU - 658 (Cayhuayna - San Francisco de Cayrán)	75
8.4.	Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 – Pomacucho)	76
8.5.	Porcentajes de cumplimiento promedio de los elementos de diseño geométrico de los caminos estudiados	77
8.6.	Resultados de señalización del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza-Malconga)	80
8.7.	Resultados de señalización del camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán)	80
8.8.	Resultados de señalización del camino vecinal: HU - 658 (Cayhuayna -San Francisco de Cayrán)	81
8.9.	Resultados de señalización del camino vecinal HU-649 (Emp.HU -645 – Pomacucho)	81
8.10.	Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza-Malconga)	82
8.11.	Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán)	83
8.12.	Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna -San Francisco de Cayrán)	84
8.13.	Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 – Pomacucho)	86

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA CAMINOS VECINALES DE LA PROVINCIA
DE HUÁNUCO-2014**

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
3.1. Coordinación de los alineamientos horizontal y vertical	35
6.1. Localización del camino vecinal estudiado: HU - 644	55
6.2. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-644	55
6.3. Localización del camino vecinal estudiado: HU - 808	56
6.4. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-808	57
6.5. Localización del camino vecinal estudiado: HU - 658	58
6.6. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-658	58
6.7. Localización del camino vecinal estudiado: HU - 649	59
6.8. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-649	60



INTRODUCCIÓN

Las carreteras, tanto las principales como de las más simples deben de operar en condiciones adecuadas de seguridad; el incumplimiento de la misma, conlleva a una ola de accidentes de tránsito, causando miles de víctimas cada año, así por ejemplo, en el Perú en el año 2,012 se produjo 95,692 accidentes, del cual 1,087 corresponden al departamento de Huánuco (Estadística - Comunidad Andina, 2013). El problema de la falta de seguridad en la conducción de vehículos en las carreteras de nuestro país es muy grave; según cifras recientes, en el Perú se produce 15.9 muertes por cada 100 mil habitantes (OMS-2013), motivo por el cual, la Organización Mundial de Salud cataloga a las carreteras del Perú como una de las más peligrosas de América Latina. Aunque no se tienen estudios que establezcan por separado los índices de accidentalidad para las carreteras de alta demanda y baja demanda, se tiene la referencia internacional que indica mayor riesgo de ocurrencia de accidentes en caminos de menor tráfico pese o quizás en razón de su bajo volumen de demanda. Las causas pueden ser diversos; no obstante, la mayoría, cerca del 90% ocurren por fallos humanos (Sánchez, 2011); pero, también debe tenerse en cuenta, que aparte de los errores de los conductores, la geometría de las carreteras, constituyen ser otro factor determinante, y una mejora en ella influye en la disminución de la accidentalidad.

Con el fin de reducir al máximo los índices de accidentalidad y mejorar la seguridad vial es importante analizar, entre otros factores, la geometría de las carreteras, para lo que es necesario estudiar los aspectos que más inciden sobre el nivel de seguridad en la circulación. Particularmente, resulta importante estudiar la seguridad en la geometría de los caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, dadas las características de la agreste formación morfológica del terreno huanuqueño.

Precisamente, esta tesis se centra en el estudio de seguridad vial para caminos



vecinales de la Provincia de Huánuco, vistos desde la perspectiva de su geometría. De tal manera, que se pretende determinar las condiciones de seguridad con las que operan estas vías y, consecuentemente, proponer acciones correctivas tendientes a disminuir la accidentalidad, sin necesidad de incurrir a grandes costos. En tal sentido, es beneficioso para la sociedad huanuqueña en su conjunto y, en especial, para los Gobiernos Locales, dada su competencia, de manera que las limitaciones económicas del sector público (municipalidades) no sea un obstáculo insalvable cuando se tenga que mejorar la seguridad en estas vías poco intervenidas.

Para tales efectos, es importante abordar los tres aspectos antes mencionados: el cumplimiento normativo del diseño geométrico, la consistencia del trazado y la señalización de tránsito. En manual de carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”, establece las menores exigencias de diseño, manteniendo al límite los niveles de seguridad. La consistencia del trazado se interpreta como la relación entre las características geométricas de una carretera y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella; si hay una correspondencia entre estos dos aspectos, la conducción puede hacerse de modo continuo, sin sobresaltos, lo que incide favorablemente sobre la seguridad en la circulación. La señalización de tránsito contribuye en la mejora de la seguridad vial en las carreteras.

Todo esto, se limita únicamente para caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, de calzada única (de dos carriles, uno por sentido).



CAPITULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema y justificación

La seguridad vial en las carreteras depende, entre otros factores, de la geometría del trazado, el cual está relacionado con los siguientes aspectos: el cumplimiento normativo del diseño geométrico, la consistencia del trazado y la señalización de tránsito. Si éstos se comportan de modo satisfactorio dentro de un determinado rango de valores permisibles a lo largo de un tramo, no hay mayores problemas para la seguridad; en su defecto, las carreteras operan en condiciones inseguras, siendo mayor el riesgo de ocurrencia de accidentes de tránsito en caminos de menor tráfico, pese o quizás en razón de su bajo volumen de demanda. Este problema se agrava en caminos cuyos trazados discurren por terreno accidentado que, en el caso de la Provincia de Huánuco, dadas las características de la agreste formación morfológica del terreno.

Como bien se sabe, el relieve de la Provincia está definido por la Cuenca del Huallaga, específicamente, por la primera y segunda zona de la misma e integra el flanco occidental de los Andes con formaciones de mesetas, cañones y fuertes pendientes; así también lo señala INEI (2003), es un territorio bastante accidentado conformado por valles, quebradas, montañas y altiplanicies dominado por la cuenca del Huallaga en el Centro, Sur y el Nor Este y, por las estribaciones de la Cordillera Huayhuash en el Sur Oeste y; finalmente, estas características morfológicas se pueden complementar teniendo en cuenta la nomenclatura del huanuqueño J. Pulgar (1,987), puesto que los 11 distritos que componen la Provincia, se sitúan en los medios físicos de



yunga, quechua, suni y puna, en las cuales se combinan los escenarios geográficos de llanura colinosa, lomadas y cimas de montañas.

Esta abrupta formación morfológica del relieve huanuqueño, constituye ser un factor influyente sobre el nivel de seguridad en la operación de los caminos vecinales, debido a que impone condiciones, en especial, a las características geométricas del trazado, tanto desde el punto de vista técnico como económico; técnicamente, obliga el uso de valores de diseño cercanos al límite y; económicamente, restringe el uso de mejores características. El efecto de los cuales, se evidencian cuando los conductores en su recorrido encuentran elementos geométricos (como curvas de radio pequeño, calzadas angostas, fuertes pendientes, etc.), que los obligan a disminuir la velocidad para adecuar su conducción a la geometría de la vía; o pueden verse sorprendidos ante ciertas configuraciones indeseables de la misma (como curvas consecutivas, cuyos radios se enlazan bruscamente). Situación, que sumado a señalizaciones inadecuadas (como insuficiente número de dispositivos y en malas condiciones) originan ambientes favorables para los accidentes de tránsito, lo que necesariamente se traduce en carreteras con menor seguridad para los usuarios.

Es, por ello, muy importante realizar el estudio de seguridad vial en la geometría de los caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, para lo que es necesario estudiar los tres aspectos antes mencionados.

Con esta tesis se pretende determinar las condiciones de seguridad con las que operan los caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, vistos desde la perspectiva de su geometría y; consecuentemente, proponer acciones correctivas tendientes a disminuir la accidentalidad, sin necesidad de incurrir a grandes costos. En tal sentido, es beneficioso para la sociedad huanuqueña en su conjunto y, en especial, para los Gobiernos Locales, dada su competencia, de manera que las limitaciones económicas del sector público (Municipalidades) no sea un



obstáculo insalvable cuando se tenga que mejorar la seguridad en estas vías poco intervenidas.

1.2. Objetivo

Realizar un estudio de seguridad vial para caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, vistos desde la perspectiva de su geometría.

1.3. Limitaciones y Alcances

- El trabajo de investigación alcanzará estudios a nivel de pregrado aplicando los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias.
- El trabajo de investigación se realizará a nivel de campo, encontrándose las muestras en distintos puntos de la provincia de Huánuco, lo cual dificulta el trabajo.
- El estudio de seguridad vial se realizará únicamente para caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, ya que dada su categoría, son los caminos con menor inversión por las Entidades Gubernamentales correspondientes; además, dada su categoría, la recolección de datos de algunos elementos geométricos son dificultosos o inclusive no los poseen ya que fueron borrados por la acción abrasiva de los neumáticos (peralte y bombeo).

1.4. Hipótesis, Variables, Indicadores y Definiciones

Operacionales

1.4.1. Hipótesis

Desde la perspectiva del Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)", la Consistencia del Trazado y la Señalización de Tránsito, los caminos vecinales de la Provincia de Huánuco se comportan de modo satisfactorio y suficiente; por consiguiente, garantizan condiciones adecuadas de seguridad en su operación.



1.4.2. Sistema de variables – dimensiones e indicadores

- **Variable Independiente:** Geometría de la vía.
- **Variable Dependiente:** Seguridad vial

1.4.3. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores

TIPO DE VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE		
Geometría de la vía.	Seguridad vial.	<ul style="list-style-type: none">✓ Características que definen caminos vecinales en terrenos accidentados.✓ Manual de señalización de tránsito.✓ Verificación del cumplimiento del manual vigente de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)".✓ Consistencia del diseño geométrico de vías.	<ul style="list-style-type: none">✓ Clasificación según topografía del relieve✓ Clasificación según manual de tránsito✓ Porcentajes de cumplimiento según manual vigente de carreteras.✓ Categorización según Lamm

1.5. Universo/Población y Muestra

1.5.1. Determinación del universo/población

El universo estará dado por todos los caminos vecinales de la Provincia de Huánuco.

1.5.2. Muestra

Las muestras a estudiar serán para una selección de 4 caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, cercanos a la ciudad de Huánuco con el objetivo de facilitar la visita a terreno.



CAPITULO 2

INCIDENCIA OROGRÁFICA DEL TERRITORIO DE LA PROVINCIA DE HUÁNUCO SOBRE LA SEGURIDAD VIAL EN LOS CAMINOS VECINALES

2.1. Descripción general de la provincia

La provincia de Huánuco es una de las once provincias que conforman el departamento del mismo nombre, en el territorio peruano. Está ubicada en la parte central del citado Departamento, dentro de la jurisdicción de la cuenca del Huallaga; limita con el Norte con la Provincia de Leoncio Prado, por el Este con la Provincia de Pachitea, por el Sur con la Provincia de Ambo y por el Oeste con la Provincia de Yarowilca y Lauricocha.

La Provincia de Huánuco comprende once distritos: Chinchao y Churubamba ubicados en la parte Norte; Santa María del Valle, Kichki, Huánuco y Amarilis que ocupan la zona central; y, Yarumayo, Margos, San Pedro de Chaulán, San Francisco de Cayrán y Pillco Marca se localizan en la zona sur. Según el INEI – 2007, tiene una superficie de 4,022.54 km², siendo el distrito de Chinchao con la mayor superficie (1,823.97 km²) y el de Yarumayo con el menor (61.1km²). Este último se localiza sobre los 4,100 m.s.n.m y es el de mayor altitud, seguido de San Pedro de Chaulán (3,552) y Margos (3,539). En cambio los de menor altitud son el distrito de Huánuco sobre los 1, 894 m.s.n.m, seguido de Amarilis (1,910) y Santa María del Valle (1,916).

La ciudad de Huánuco, ubicado a orillas del río Huallaga y área metropolitana, es sede de la Provincia de Huánuco y capital del departamento. Se caracteriza por concentrar a la mayor población urbana de la región y constituye el mayor centro político, administrativo,



económico financiero y social del departamento, por lo que es considerado como el nodo principal del desarrollo departamental.

De las 11 provincias que tiene el Departamento, la Provincia de Huánuco es la que tiene mayor jerarquía e importancia urbana, demográfica, vial y productiva. Es el núcleo central de la red vial de la región; pues a través de ella, articula a 630 centros poblados de los once distritos que lo conforman y a las capitales de las provincias del Departamento.

2.2. Caracterización de la red vial vecinal de la provincia

Según el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), la Red Vial en el Perú está conformado por el conjunto de carreteras, ordenados en niveles de jerarquía, debidamente agrupados en tres redes viales: la Red Vial Nacional, a cargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) – Provias Nacional; Red Vial Departamental, bajo la responsabilidad de los Gobiernos Regionales; y la Red Vial Vecinal, a cargo de los Gobiernos Locales. Conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Jerarquización Vial, aprobado por Decreto Supremo N°017-2007-MTC, modificado por D.S. N° 006-2009-MTC; y en el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), actualizado por Decreto Supremo N° 012-2013-MTC, la misma que actualmente es la vigente.

Según la actualización del nuevo Clasificador de Rutas, DS N°012-2013-MTC y teniendo en cuenta el Informe N°03-2013-MTC/GTT, sobre la situación de las redes viales del SINAC-julio 2013, el Perú cuenta al 31 de julio 2013, con una longitud total de infraestructura vial de 153,886.9km distribuidos en: 26,859.4km, pertenecientes a la Red Vial Nacional; 29,123.6km, a la Red Departamental y; 97,903.9km, pertenecientes a la Red Vial Vecinal. Del total de ellos, al Departamento de Huánuco le corresponde 1,182.5km de Red Vial Nacional, 733.0km de Red Vial Departamental y 3,900km de Red Vial Vecinal. Cifras que



determinan, que los de la Red Vial Vecinal conforman el mayor porcentaje del Sistema Nacional de carreteras (SINAC).

Asimismo, según la nueva actualización de la Red Vial del SINAC al 31 de julio 2013, realizados mediante las clasificaciones y reclasificaciones definitivas, se generaron cambios de kilometraje en las redes viales y modificaron la conformación total de rutas, respecto al anterior Clasificador de Rutas (DS N°036-2011-MTC); resultando un total de 6,766 rutas: 133 rutas corresponden a la Red Vial Nacional, 393 rutas a la Red Vial Departamental y 6,240 rutas a la Red Vial Vecinal (Registrada y No Registrada).

El Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial -Versión Actualizada, Junio 2013; define, la Red Vial Vecinal o Rural como aquellos caminos conformadas por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados ó zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.

En tal sentido, los caminos vecinales de la Provincia huanuqueña, forman parte de esta red y, articula la capital de la Provincia con capitales de distritos, como: Churubamba, San Francisco de Cayrán, Margos, etc; también articulan con sus centros poblados como: San Francisco de Nauyán, San Sebastián de Quera, Malconga y demás centros poblados circunscritos a su ámbito territorial.

Actualmente el Departamento de Huánuco cuenta con 3,900km de longitud de Red Vial Vecinal; del cual, a la Provincia de Huánuco le corresponde 872.25 km. Asimismo, de los 769 Centros Poblados con el que cuenta la Provincia, los caminos vecinales articulan directamente a 706, cuya población se encuentra bastante disperso; el resto de los Centros Poblados es articulado por los otros dos Sistemas de Red Vial,



pero que concentra a la mayor población provincial.

Los pueblos rurales de la Provincia, como los demás pueblos andinos del Perú, se encuentran dispersos, en cimas de montaña, aislados por la extensión y difícil topografía; por ende, es natural que la configuración física de su trazado sea tortuoso, encontrándose en la misma varias curvas de vuelta, entre ellas las de "desarrollo", proyectados sobre laderas con el propósito de ganar altura o alcanzar una cota mayor, ya que no es posible mediante trazados alternativos. Asimismo, dada la distribución dispersa de la población rural huanuqueña, los caminos vecinales como medio de transporte, les facilita el acceso al mercado regional, o integra a los ejes de desarrollo, generando en consecuencia el desarrollo de los pueblos y por ende una mejora en la calidad de vida de los pobladores huanuqueños rurales. En tal sentido, los caminos vecinales son de gran importancia para el desarrollo de la Provincia y de la Región de Huánuco.

Los caminos vecinales de la Provincia de Huánuco; según su funcionalidad pertenece a la Red Vial Vecinal, inscritos en su mayoría, en el Registro Nacional de Carreteras (RENAC), aunque existe un grupo, aún por inscribirse. Son recorridos por un volumen de Índice Medio Diario Anual (IMDA) menores a 400 veh/día; razón por la cual, se clasifican según la demanda como carreteras de tercera clase. La clasificación, según la orografía por donde discurre su trazado de su eje, pertenece a carreteras en terrenos accidentados, ya que las vías se desarrollan en la Sierra, en altitudes promedios de los 2,000 m.s.n.m. Finalmente, según la superficie de rodadura se clasifican como carreteras no pavimentadas, la misma que es de material afirmado (ripio) en su totalidad.

El Álbum de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climáticos del Perú, localiza a los distritos de la Provincia de Huánuco en dos grupos: el primer grupo, aquellos distritos localizados en el área



de influencia del río Huallaga, que involucra las partes bajas de los distritos de Huánuco, Amarilis, Pillco Marca, Santa María del Valle, Churubamba y Chinchao; el segundo grupo lo conforman los distritos de la parte alta, que involucra a los distritos de San Francisco de Cayrán, Kichki, Margos, San Pedro de Chaulán y Yarumayo. De estos dos grupos, en el segundo grupo, particularmente los distritos de Chinchao, Kichki y San Pedro de Chaulán, es donde se localizan más carreteras vecinales y específicamente el Distrito de Chinchao, cuenta con el mayor número de ellos, por cuanto posee la mayor zona agrícola y dichos caminos accede a la totalidad de lugares donde se localizan. Asimismo, los centros poblados donde se localizan servicios de salud y educación de distinta jerarquía en la Provincia de Huánuco, en su totalidad, cuentan con acceso a la red vial vecinal. Por tanto, se estima que la red vial vecinal brinda acceso a los 254 centros poblados que suministran dichos servicios, beneficiando a servidores de postas de salud y docentes que operan en escuelas y colegios del área rural, así como a los pacientes y estudiantes que asisten a estos servicios. En suma, la red vial vecinal rural es un medio indispensable para el desplazamiento de docentes, estudiantes y padres de familia a los centros educativos.

En lo que respecta a la economía provincial, las redes viales vecinales distritales de la provincia, están bien articulados con las departamentales y nacionales, de tal modo, que la mayor parte de capitales distritales tienen acceso directo a la red nacional. Como consecuencia, la incidencia de la red vial vecinal en el desarrollo de la economía de los distritos de la provincia de Huánuco, se aprecia, en lo siguiente: Todos los centros poblados importantes de los once distritos están interconectados incluso con la red nacional; brindan, por tanto, acceso a la totalidad de centros de producción y de servicios sociales y de otros tipos. Los caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, mayormente siguen los cursos de agua de las micro cuencas y quebradas de topografía colinada accidentada y montañosa con predominio de factores



geográficos como cañones, elevaciones y formaciones rocosas, por lo que la geometría de su trazado se acomoda a las inflexiones del relieve, impuestas por las condiciones topográficas; lo que afecta sin duda alguna, no solo sobre la seguridad en la circulación de vehículos, sino también, incide en los flujos económicos normales de la Provincia de Huánuco. No está demás mencionar, que en territorios accidentados como la de la Provincia de Huánuco, el trazado se vuelve dificultoso, lo que demanda cuantiosos costos en su mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento respectivo, en tal sentido, si queremos mantener un trazo seguro en territorios como ésta, entonces habría que realizar obras muy costosas, ello se podría justificar si los volúmenes de la demanda del tránsito fueran muy altas.

2.3. Incidencia orográfica sobre la seguridad en la red vial vecinal

2.3.1. Orografía

Teniendo en cuenta la nomenclatura geográfica del huanuqueño J. Pulgar (1946), la Región de Huánuco se localiza en un medio físico propio de los pisos ecológicos, en el cual cuenta con siete de las ocho regiones naturales (excepto la región Chala); pero, a la Provincia de Huánuco le corresponden los medios físicos de yunga, quechua, suni y puna. Si nos referimos a las tres regiones naturales: Costa, Sierra y Selva; la Región Huánuco, está constituido por un 61% de superficie territorial Selva y un 39% de Sierra; éste último, integra a la totalidad de la superficie de la provincia huanuqueña.

El territorio departamental ha sido ampliamente configurado por procesos orogénicos relacionados estrechamente al levantamiento andino, así Huánuco contiene en su interior las tres cadenas montañosas de los andes septentrionales del Perú; la occidental, la central y la oriental. Estas cadenas se han originado tanto por el



levantamiento andino como por el tallado que en millones de años han realizado los ríos Marañón, Huallaga y Pachitea, ríos que discurren casi paralelamente de sur a norte y que ayudan a configurar el territorio huanuqueño, generando tres grandes cuencas: Marañón, Huallaga y Pachitea, siendo la cuenca del Huallaga, la que alberga a la Provincia de Huánuco, definido por su afluente principal, el río Huallaga.

El río Huallaga es un afluente principal que define la cuenca del mismo nombre; nace de la laguna de Huascacocha, al Sur de la Cordillera Raura, en el Departamento de Pasco. En Huánuco forma un importante valle interandino entre la Provincia de Ambo, Huánuco y el Distrito de Santa María del Valle; luego de cruzar el relieve de Carpish, ya en la Selva Alta, forma el valle del Alto Huallaga.

La cuenca del Huallaga abarca 5 provincias; siendo Huánuco, uno de ellos; de topografía definido por el tallado (proceso orogénico) que ha producido el río Huallaga; asimismo, se divide en tres zonas: la primera, integra el flanco occidental de los andes, abarcando territorios altos de las provincias de Ambo y parte de Huánuco, con formaciones de mesetas, cañones y pendientes accidentadas entre el tramo de San Rafael y Ambo. La segunda, abarca territorios bajos tanto de la Provincia de Ambo y Huánuco hasta el Distrito de Chinchao; de relieve colinoso, lomadas y llanura aluvial. La tercera zona, se encuentra al nororiente, la Selva Alta; con el relieve de Carpish, iniciándose como un límite natural, alcanzando una altitud de 3,500 msnm; con relieves muy ondulados y valles montañosos. La topografía de la primera y segunda zona definen el relieve de la Provincia de Huánuco, cuyos distritos que lo componen presentan medios físicos bastante diferenciados; tal es así, que si se tiene en cuenta la nomenclatura geográfica del huanuqueño J. Pulgar (1,987), presentan medios físicos de yunga, quechua, suni y puna. Seis distritos se localizan en el medio Yunga, entre los 1,894 y 2,300 m.s.n.m. y son: Amarilis, Huánuco, Pillco Marca, Santa María del Valle,



Churubamba y Chinchao, en los cuales se combinan los escenarios fisiográficos de llanura aluvial, de lomadas, colinoso y montañoso. El segundo grupo lo conforman los cinco distritos restantes, que siguen en altitud promedio, San Francisco de Cayrán y Kichki se localizan en el piso Quechua, entre los 2,400 y los 2,500 m.s.n.m, mientras que Margos y San Pedro de Chaulán se sitúan en el medio Suni, entre los 3,539 y los 3,552 m.s.n.m y, por último, Yarumayo, es el único localizado en el medio Puna, sobre los 4,100 m.s.n.m.; en este segundo grupo de distritos, comparado con el primero, el predominio de los escenarios fisiográficos tiende a invertirse, de modo que el paisaje de llanura aluvial es el que menos predomina, mientras que gradualmente el colinoso y el montañoso son los dominantes, conjuntamente con los paisajes de laderas y cimas de montaña.

En definitiva, la región de Huánuco se localiza en un medio físico propio de los pisos ecológicos de Sierra (39% de superficie) y Selva Alta (61% de superficie), pero, a la Provincia de Huánuco le corresponde los de Sierra, cuyo relieve es definido por la orografía de la Cuenca del Huallaga, específicamente por la primera y segunda zona de la misma. El relieve de la Provincia, como lo señala INEI (2003), es un territorio bastante accidentado conformado por valles, quebradas, montañas y altiplanicies dominado por la cuenca del Huallaga y sus afluentes locales en el Centro, Sur y Nor Este y, por las estribaciones de la Cordillera de Huayhuash en el Sur Oeste. Por consiguiente, los caminos vecinales presentan dificultades de orden orográfico para la integración y desarrollo de los pueblos.

2.3.2. Incidencia orográfica sobre la seguridad en los caminos vecinales

El manual de carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”, señala: que la configuración del trazado es producto de un análisis técnico-económico en la que se tiene en cuenta la orografía del territorio, manteniendo al



límite los niveles de seguridad.

En tal sentido, dadas las características del relieve huanuqueño , el paisaje de laderas y cimas de montaña, es natural que la forma física de los caminos presenten un trazado tortuoso, adaptándose a las condiciones topográficas del relieve, con abundante curvas y/o desarrollos, lo que influye negativamente sobre la seguridad en el trazado.

Esta abrupta formación geográfica condiciona el trazado de los caminos que discurren por las mismas, tanto desde el punto de vista técnico como económico; técnicamente, obliga el uso de parámetros geométricos cercanos al límite y; económicamente, restringe el uso de mejores características geométricas. Esta situación produce que la seguridad en la geometría de la vía se vea limitado, por lo que los conductores en su recorrido van a encontrar elementos geométricos que no cumplen con la norma (como curvas de radio pequeño, calzadas angostas, fuertes pendientes, etc.); o pueden verse sorprendidos ante ciertas configuraciones indeseables de la misma (como curvas consecutivas, cuyos radios se enlazan bruscamente); así, como pueden encontrar señalizaciones inadecuadas (como insuficiente número de dispositivos y en malas condiciones); la combinación de los cuales, pueden influir negativamente sobre la seguridad, generándose en consecuencia, ambientes favorables para los accidentes de tránsito, lo que necesariamente se traduce en carreteras con menor seguridad para los usuarios.



CAPITULO 3

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL MANUAL DE CARRETERAS “DISEÑO GEOMÉTRICO (DG-2013)”

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre y, haciendo uso de sus facultades, ha publicado la nueva versión del Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”, la cual está en vigencia desde enero del 2014 y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio en materia de infraestructura vial, por los tres niveles de gobierno: nacional, regional y local, por lo que deja sin efecto a las anteriores manuales; asimismo, su ámbito de aplicación son todas las Carreteras del Sistema Nacional (SINAC).

El presente manual, establece valores límites normales para cada elemento del diseño geométrico de las carreteras, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio. En tal sentido, en este capítulo se desarrolla su correspondiente sustento teórico para carreteras de tercera clase, de interés en el presente proyecto de investigación.

3.1. Diseño geométrico en planta

3.1.1. Generalidades

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por 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.



El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

3.1.2. Consideraciones de diseño

Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios.

- No son deseables dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo en tangente. Será preferible sustituir por una curva extensa única o, por lo menos, la tangente intermedia por un arco circular, constituyéndose entonces en curva compuesta. Sí no es posible adoptar estas medidas, la tangente intermedia deberá ser superior a 500 m. En el caso de carreteras de tercera clase la tangente podrá ser inferior o bien sustituida por una espiral o una transición en espiral dotada de peralte.
- Las curvas sucesivas en sentidos opuestos, dotadas de curvas de transición, deberán tener sus extremos coincidentes o separados por cortas extensiones en tangente. En el caso de curvas opuestas sin espiral, la extensión mínima de la tangente intermedia deberá permitir la transición del peralte.
- En consecuencia, deberá buscarse un trazo en planta homogéneo, en el cual tangentes y curvas se sucedan armónicamente.



- Las ramas de los desarrollos tendrán la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando en lo posible, la superposición de ellas sobre la misma ladera.

3.1.3. Tramos en tangente

La tangente es un elemento de trazado en las carreteras para adaptarse a condicionamientos externos obligados. En terrenos accidentados, debido a las sinuosidades del relieve, su longitud es bastante corto, particularmente entre curvas reversas, lo que hace que sea difícil para los conductores mantenerse en su carril. En tal sentido, para evitar problemas relacionados con las adaptaciones y acomodación, el manual establece unas longitudes mínimas de los alineamientos rectos.

Según el manual vigente, las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, se indican en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.S(m)	Lmáx(m)
30	42	500
40	56	668
50	69	835
60	83	1002

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

Estas longitudes de tramos en tangente presentadas, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L_{\min.s} = 1.39 V \dots\dots\dots \text{ecuación 1}$$

$$L_{\min.o} = 2.78 V \dots\dots\dots \text{ecuación 2}$$

$$L_{\max.} = 16.70 V \dots\dots\dots \text{ecuación 3}$$



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).

$L_{\max.}$: Longitud máxima deseable (m).

V : Velocidad de diseño (km/h)

3.1.4. Radios mínimos

Las curvas horizontales son arcos de circunferencia que enlazan dos tangentes consecutivas; como tal, poseen radio y es controlado por el relieve del terreno. Estudios previos revelan que muchos de los accidentes de tránsito se generan en estas secciones ya sea por la salida de la calzada ante un deslizamiento o choques frontales.

Fitzpatrick (1,999), analizó estadísticamente entre la accidentalidad y el radio de las curvas, en la cual concluye, que cuando el radio de las curvas aumenta, la posibilidad de accidentarse en esa curva disminuye.

Por su parte Lamm (1,990), basándose en datos tomados en 322 curvas confirma que el parámetro que más influye a la velocidad de operación es el radio de curvatura, por lo tanto, los accidentes tienden a concentrarse en dichas secciones.

Según el manual vigente, los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad. Para su cálculo se utiliza la ecuación 4, aplicable sólo para el caso de carreteras de Tercera Clase, cuyos valores calculados se



muestran en la tabla 3.2.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{\max}+f_{\max})} \dots\dots\dots \text{ecuación 4}$$

Donde:

R_{\min} : mínimo radio de curvatura.

e_{\max} : valor máximo del peralte.

f_{\max} : factor máximo de fricción.

V: velocidad específica de diseño

Tabla3.2 Valores de radio mínimo

V(km/h)	Peralte máx. e(%)	F _{máx.}	Radio mín. (R _{mín})
20	4	0,18	15
30	4	0,17	35
40	4	0,17	60
20	6	0,18	15
30	6	0,17	30
40	6	0,17	55
20	8	0,18	10
30	8	0,17	30
40	8	0,17	50
20	10	0,18	10
30	10	0,17	25
20	12	0,18	10
30	12	0,17	25

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"



Tabla 3.3 Fricción transversal máxima en curvas

V (km/h)	f _{máx.}
20	0,18
30	0,17
40	0,17
50	0,16
60	0,15

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

3.1.5. Peralte

El peralte viene a ser 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 el fin de proporcionar seguridad, eficiencia y un diseño balanceado desde el punto de vista geométrico y físico.

En la tabla 3.4, se muestra los valores de peralte máximo para carreteras de tercera clase asentados en terrenos accidentados en zona rural. Dicho valor, muestra un peralte máximo normal de 8% y; 12% de peralte máximo absoluto. El peralte se calcula con la siguiente formula:

$$e = \frac{v^2}{127R} - f \dots \dots \dots \text{ecuación 5}$$

Donde:

e: Peralte máximo asociado a V

V: Velocidad de diseño (km/h)

R: Radio mínimo absoluto (m)

f: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V



Esta fórmula implica que las curvas que tienen radio mínimo, les corresponde el peralte máximo. A aquellas curvas con radios "R" mayores que el radio mínimo " R_{\min} ", lógicamente se les debe asignar un peralte "e" menor.

Generalmente, resulta justificado utilizar radios superiores al mínimo, con peraltes inferiores al máximo, por resultar más cómodos tanto para los vehículos lentos (disminuyendo la incidencia de f negativo), como para vehículos rápidos (que necesitan menores f).

Un procedimiento, bastante utilizado, para calcular el peralte "e" de cualquier curva de radio "R", siendo $R > R_{\min}$, consiste en realizar una repartición inversamente proporcional, así:

$$e_{\max} \longrightarrow 1/R_{\min}$$

$$e \longrightarrow 1/R$$

En carreteras de tercera clase y orografía accidentada, "e" se restringe según la tabla 3.4, lo que indica que para carreteras en zona rural, en terrenos accidentados los peraltes varían entre $e_{\min.}=8\%$ y $e_{\max.}=12\%$, lo cual se corrobora con lo mostrado en la tabla 3.2; que para $R_{\min}=10m$ resulta: $e_{\min.}=8\%$ y $e_{\max.}=12\%$.

Tabla 3.4 Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte máximo	
	absoluto	normal
Atravesamiento de zonas rurales	6%	4%
Zona rural (t. plano, ond, accid.)	8%	6%
Zona rural (t. accid. o escarpado)	12%	8%
Zona rural con peligro de hielo	8%	6%

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"



Para radios y velocidades, tales como $v \geq 100 \text{ km/h}$ y $5000 \leq R < 7500 \text{ m}$; $40 \leq V < 100 \text{ km/h}$ y $2500 \leq R < 3500 \text{ m}$, el peralte mínimo es del 2% como mínimo.

Asimismo, para radios y velocidades, tales como $v \geq 100 \text{ km/h}$ y $R \geq 7500 \text{ m}$; $40 \leq V < 100 \text{ km/h}$ y $R \geq 3500 \text{ m}$, no es necesario el peralte en las curvas horizontales.

En carreteras de bajo volumen de tránsito, cuya velocidad directriz es $\leq 30 \text{ km/h}$, el peralte de todas las curvas podrá ser 2.5%.

3.1.6. Coordinación entre curvas circulares

Para todo tipo de carretera, cuando se enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia, así como mediante tangente de longitud menor o igual a 200 m, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores para el Grupo 2: Carreteras de Segunda y Tercera Clase. Dichos valores se obtiene del anexo A2.

El empleo de este criterio muestra incrementos significativos sobre el nivel de seguridad en la circulación.

3.1.7. Sobre ancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho de calzada mayor que en recta. Esto es debido a que por la rigidez y dimensiones del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener su vehículo dentro del carril de circulación correspondiente.



En estas circunstancias y con el propósito de que la condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean muy similares a las de en recta, la calzada en las curvas debe ensancharse. Este aumento del ancho se denomina sobre ancho “Sa” de la curva, la misma que no podrá darse a costa de una disminución del ancho de la berma.

El sobre ancho varía en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calcula con la siguiente formula:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots \dots \dots \text{ecuación 7}$$

Donde:

Sa: Sobre ancho (m)

n : Número de carriles

R : Radio (m)

L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

El primer término, depende de la geometría y el segundo de consideraciones empíricas y se adiciona como factor de seguridad.

Según el manual el valor del sobre ancho, está limitado para curvas de radio menor indicado en la tabla 3.5 asociado a $V \leq 80\text{Km/h}$ y se aplica solamente en el borde interior de la calzada. Para radios mayores, asociados a velocidades $V > 80\text{km/h}$, el valor de sobre ancho es calculado para cada caso.

La consideración del sobre ancho, tanto durante la etapa de proyecto como la de construcción, exige un incremento en el costo y trabajo, compensado solamente por la eficacia de ese aumento en el ancho de la



calzada. Por tanto, los valores muy pequeños de sobre ancho no deben considerarse.

Se considera apropiado un valor mínimo de 0.40m de sobre ancho para justificar su adopción.

Tabla 3.5 Factores de reducción de sobre ancho

R (m)	Factor de reducción	R (m)	Factor de reducción
25	0.86	60	0.7
28	0.84	70	0.69
30	0.83	80	0.63
35	0.81	90	0.6
37	0.8	100	0.59
40	0.79	120	0.54
45	0.77	130	0.52
50	0.75	150	0.47
55	0.72	200	0.38

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

Para fines de la presente investigación, según la tabla 3.5, se puede considerar para: $R \leq 40m$, $S_{a_{min}} = 0.8m$; $40 < R \leq 70$, $S_{a_{min}} = 0.70m$; $70 < R \leq 150$, $S_{a_{min}} = 0.60m$. El valor mínimo del sobre ancho "Sa" a aplicar es 0.40m, siempre que $R > 150m$.

3.1.8. Distancia de visibilidad en curvas horizontales

La distancia de visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal.

Para el caso de carreteras de tercera clase y cuando la visibilidad es afectada por obstáculos laterales tales como casas, paredes, arboles, muros, laderas o barreras longitudinales en el lado interno de una curva horizontal, será preferible un ajuste en el diseño de la sección transversal o en el alineamiento, o la remoción de la obstrucción. De no poderse realizar ningún reajuste, entonces se procede a la construcción de una banqueta de visibilidad, que es simplemente un mayor corte del



talud interior de la curva, que permite ampliar la visibilidad en la curva. Esta banqueta de visibilidad se define luego de verificar, si una curva provee o no la distancia de visibilidad mínima requerida.

Según lo anterior indicado, en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad deberá ser por lo menos igual a la distancia mínima de parada, y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva. El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad es calculado analíticamente mediante la siguiente fórmula:

$$a_{\min} = R(1 - \cos 28.65 \frac{D_p}{R}) \dots \dots \dots \text{ecuación 8}$$

Donde:

a_{\min} : Ordenada media o ancho mínimo libre (m)

D_p : Distancia de parada

R : Radio de la curva horizontal (m)

En la tabla 3.6 se muestra la distancia de visibilidad de parada

Tabla 3.6 Distancia de visibilidad de parada (m)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"



3.1.9. Curvas de vuelta

Son aquellas 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.

Este tipo de curvas no se emplean en autopistas, en tanto que en carreteras de Primera Clase podrán utilizarse en casos excepcionales justificados técnica y económicamente, debiendo ser 20m. el radio interior mínimo; pero, su uso es común naturalmente en caminos vecinales.

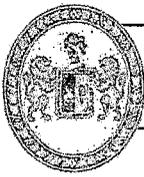
Por lo general, las ramas pueden ser alineamientos rectos con sólo una curva de enlace intermedia, y según el desarrollo de la curva de vuelta, dichos alineamientos pueden ser paralelas entre sí, divergentes, etc. En tal sentido, la curva de vuelta quedará definida por dos arcos circulares de radio interior "Ri" y radio exterior "Re".

En la tabla 3.7, se muestra un radio interior de 8 m, como mínimo normal; y 6 m, como mínimo absoluto, y sólo podrá ser usado en forma excepcional.

Tabla 3.7 Radio exterior mínimo en función a Ri adoptado

Radio int. Ri (m)	Radio Exterior Mínimo (m)		
	T2S2	C2	C2+C2
6	14	15.75	17.5
7	14.5	16.5	18.25
8	15.25	17.25	19

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"



3.2. Diseño geométrico en perfil

3.2.1. Generalidades

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, aquéllas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. El adecuado diseño de ellas asegura las distancias de visibilidad requeridas por el proyecto.

3.2.2. Consideraciones de diseño

- En terreno plano, por razones de drenaje, la rasante estará sobre el nivel del terreno.
- En terreno ondulado, por razones de economía, en lo posible la rasante seguirá las inflexiones del terreno.
- En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.
- En terreno escarpado el perfil estará condicionado por la divisoria



de aguas.

- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán estar presentes en el trazado si resultan indispensables. Sin embargo, la forma y oportunidad de su aplicación serán las que determinen la calidad y apariencia de la carretera terminada.
- Deberán evitarse las rasantes de “lomo quebrado” (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta). Si las curvas son convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y si ellas son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se crean falsas apreciaciones de distancia y curvatura.
- En pendientes que superan la longitud crítica, establecida como deseable para la categoría de carretera en proyecto, se deberá analizar la factibilidad de incluir carriles para tránsito lento.
- En pendientes de bajada, largas y pronunciadas, es conveniente disponer, cuando sea posible, carriles de emergencia que permitan maniobras de frenado.

3.2.3. Pendiente

Las tangentes sobre un plano vertical se caracterizan por su longitud y su pendiente, y están limitados por dos curvas sucesivas.

La pendiente “i” de la tangente vertical es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma. Las pendientes deben limitarse dentro de un rango normal de valores, de acuerdo al tipo de vía que se trate. Así se tendrá pendientes máximas y mínimas.



La pendiente mínima es del orden de 0,5%, y se provee a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

La pendiente máxima queda determinado por el volumen de tránsito futuro, tipo de orografía y velocidad de diseño. En la tabla 3.8, se muestran los valores de pendientes máximas (%).

Para carreteras de Tercera Clase deberán tenerse en cuenta además las siguientes consideraciones:

- En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. La frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.
- En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.
- La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2.000 m, no debe superar el 6%.
- En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente.

Tabla 3.8 Pendientes máximas (%) en carreteras de tercera clase

Tipo de orografía	Plano	Ondulado	Montañoso	Escarpado
V(km/h): 20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"



3.2.4. Longitud en pendiente

La longitud “ T_v ” de la tangente vertical es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente.

La longitud de los tramos de determinada pendiente influye en forma importante en la explotación del camino. Si la longitud es muy corta origina incomodidades en los pasajeros de los vehículos, por el cambio repentino de pendiente; si la longitud es muy larga, obligan a los vehículos a mantener mucho tiempo en primera o en segunda, produciéndose una disminución en el rendimiento del vehículo; en bajada los frenos no soportarían el excesivo trabajo a que se les somete y consecuentemente afectaría la seguridad del tránsito. Por ello, existen ciertos límites que no debe excederse por la seguridad del tránsito, principalmente en el de bajada, pues a medida que son mayores se hacen más frecuentes los accidentes por el resbalamiento de los carros al aplicar bruscamente los frenos, sobre todo cuando la calzada es de material afirmado y se torna resbalosa por el efecto de las lluvias. Este peligro existe aún en pendientes suaves, pero aumenta en pendientes fuertemente inclinadas.

Si bien es cierto que el manual vigente no precisa longitudes mínimas, ni máximas; sin embargo, de las consideraciones que se indican en el Item. 3.2.3 para carreteras de tercera clase, se puede deducir lo siguiente.

- Cuando $i \geq 10\%$, entonces $T_{v_{m\acute{a}x}} = 180\text{m}$.
- Cuando $5\% < i < 10\%$, entonces $T_{v_{m\acute{a}x}} = 3\text{km}$.



3.3. Diseño geométrico de la sección transversal

3.3.1. Generalidades

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

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, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios.

En zonas de concentración de personas, comercio y/o tránsito de vehículos menores, maquinaria agrícola, animales y otros, la sección transversal debe ser proyectada de tal forma que constituya una solución de carácter integral a tales situaciones extraordinarias, y así posibilitar, que el tránsito por la carretera se desarrolle con seguridad.

3.3.2. Ancho de la calzada en tangente

El ancho de la calzada en tangente, se determina tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el periodo de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determina mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio.



En la tabla 3.9, se indican los valores del ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera.

Tabla 3.9 Anchos mínimos de calzada en tangente de carreteras de tercera clase

Tipo de orografía	Plano	Ondulado	Montañoso	Escarpado
V(km/h): 30		6.6	6	6
40	6.6	6.6	6	6
50	6.6	6.6	6	
60	6.6	6.6		

Nota: En carreteras de tercera clase se pueden utilizar calzadas de hasta 5 m, con el debido sustento técnico y económico

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

Para el caso de carreteras de tercera clase de orografía accidentada y velocidad de diseño de 30km/h, le corresponde un ancho de calzada de 6.00m, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5.00m, con el correspondiente sustento técnico y económico; lo cual, este valor corresponde a caminos vecinales, para $v=20\text{km/h}$.

Estudios realizados en los Estados Unidos han demostrado que la tasa de accidentes disminuye de 5.5 a 2.4 por millón de vehículos cuando el ancho de la calzada se incrementa de 5 a 7.5m en carreteras de 2 carriles. Asimismo, estudios realizados en países europeos, han demostrado que el número de accidentes disminuye cuando se incrementa el ancho de la calzada y se incrementa al aumentar la pendiente, aunque los lechos de frenado minimizan el problema.

3.3.3. Ancho de las bermas

Las bermas en las carretas sirven de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.



La función como zona de seguridad, se refiere a aquellos casos en que un vehículo se salga de la calzada, en cuyo caso dicha zona constituye un margen de seguridad para realizar una maniobra de emergencia que evite un accidente.

En la tabla 3.10, se muestra el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía. En efecto para fines del presente proyecto le corresponde una berma de 0.50m, como mínimo.

Tabla 3.10 Ancho de bermas en carreteras de tercera clase

Tipo de orografía	Plano	Ondulado	Montañoso	Escarpado
V(km/h): 30		0.9	0.5	0.5
40	1.2	0.9	0.5	0.5
50	1.2	1.2	0.9	0.9
60	1.2	1.2		

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

3.4. Coordinación del trazo en planta y perfil

El diseño geométrico de las carreteras es abordado de forma separada en planta y perfil; ello no asegura un buen diseño, puesto que por ejemplo, cambios sucesivos en el perfil longitudinal no combinados con la curvatura horizontal pueden conllevar a una serie de depresiones no visibles al conductor. Por ello, el diseño horizontal y vertical de una carretera debe estar coordinado, para que sus efectos combinados den como resultado una carretera más segura y agradable, el cual se logra con la superposición (coincidencia de ubicación) de la curvatura vertical y horizontal.

Además se tendrá en consideración los siguientes criterios generales:

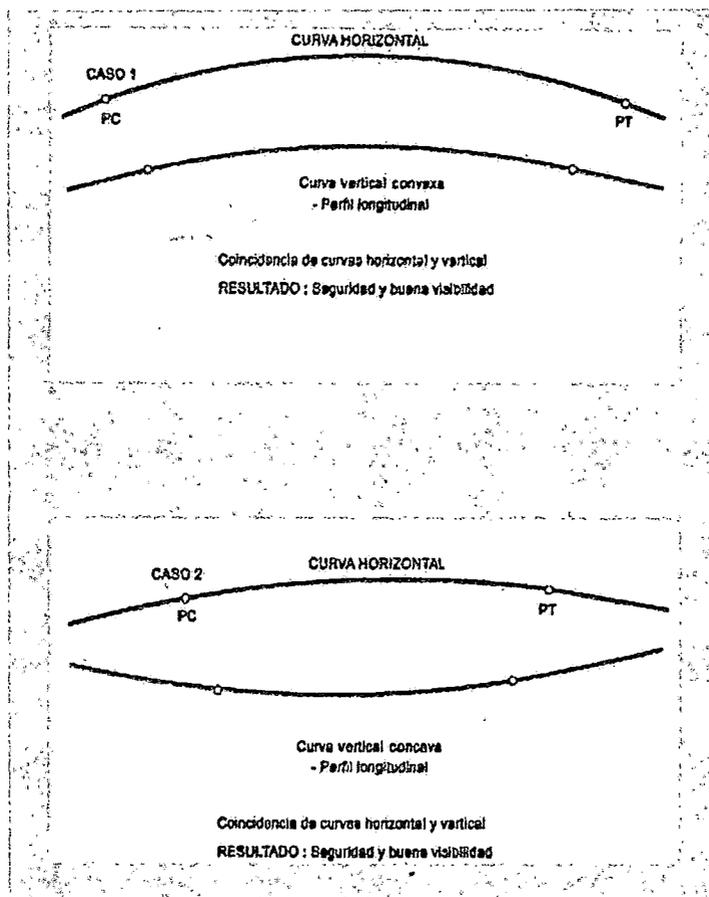
- Los puntos de tangencia de toda curva vertical, en coincidencia con una curva horizontal, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más próximos al punto de radio infinito. En general



los puntos de inflexión en planta y perfil deben aproximadamente coincidir y ser iguales en cantidad a lo largo de un tramo.

- Se mejora la seguridad si la curva horizontal guía a la curva vertical. La curva horizontal debe ser más larga que la curva vertical en ambas direcciones.

Figura 3.1: Coordinación de los alineamientos horizontal y vertical



Fuente: Manual para el diseño de carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de tránsito – 2008 (este criterio ingenieril es el adecuado, aun cuando el manual ya no está vigente).



CAPITULO 4

SEGURIDAD Y SEÑALIZACION VIAL

Una de las acciones orientadas a prevenir o evitar riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de accidentalidad, es colocando dispositivos en la vía; estos dispositivos previenen e informan a los usuarios y regula el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad en las carreteras.

4.1 Demarcación y señalización del derecho de vía

La faja de terreno que constituye el derecho de vía de las carreteras del Sistema Nacional de Carreteras – SINAC, es demarcada y señalizada por la autoridad competente, durante la etapa de ejecución de los proyectos de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras, delimitando y haciendo visible su fijación a cada lado de la vía con la finalidad de contribuir a su preservación, de acuerdo a lo establecido por la R.M. N° 404-2011-MTC/02.

La demarcación del derecho de vía, consiste en cercos vivos (plantación de árboles o arbustos), pircas, hileras de rocas y otros que sean visibles; sin embargo, no deben constituir instalaciones o barreras infranqueables que limiten la libre circulación o que el costo de las mismas afecte la viabilidad de un proyecto vial.

En lo que concierne a la señalización del derecho de vía, consiste en la colocación de señales informativas y muretes que indiquen su límite.

En cuanto a Preservación de la demarcación y señalización del derecho de vía los responsables del mantenimiento de las carreteras SINAC, se encargan de la preservación de la demarcación y señalización del derecho de vía.

4.2 Señalización vial

La señalización vial son dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad



de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad de los usuarios, en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, actualizado por R.M. N° 210-2000-MTC/15.02 del 3 de Mayo del 2000.

4.2.1 Condiciones

Para ser efectivo un dispositivo de control del tránsito es necesario que cumpla con los siguientes requisitos:

- Que exista una necesidad para su utilización.
- Que llame positivamente la atención.
- Que encierre un mensaje claro y conciso.
- Que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta.
- Infundir respeto y ser obedecido.
- Uniformidad.

4.2.2 Consideraciones

Para el cumplimiento de las mencionadas condiciones debe tenerse en cuenta lo siguiente:

a) Diseño.- Debe ser tal que la combinación de sus dimensiones, colores, forma, composición y visibilidad llamen apropiadamente la atención del conductor, de modo que éste reciba el mensaje claramente y pueda responder con la debida oportunidad.

b) Ubicación.- Debe tener una posición que pueda llamar la atención del conductor dentro de su ángulo de visión.

c) Uso.- La aplicación del dispositivo debe ser tal que esté de acuerdo con la operación del tránsito vehicular.



d) Uniformidad.- Condiciones indispensables para que los usuarios puedan reconocer

e) interpretar adecuadamente el mensaje del dispositivo en condiciones normales de circulación vehicular.

4.2.3 Necesidad de estudios de ingeniería

La utilización de los dispositivos de control en cualquier ubicación, sea calle o carretera, debe estar basada en un estudio de ingeniería; el que debe abarcar no sólo las características de la señal y la geometría vial sino también su funcionalidad y el entorno. El estudio conlleva la responsabilidad del profesional y de la autoridad respecto al riesgo que pueden causar por una señalización inadecuada.

4.3 Señales verticales

4.3.1 Definición

Las señales verticales, como dispositivos instalados a nivel del camino ó sobre él, destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados.

4.3.2 Función

Las señales verticales, como dispositivos de control del tránsito son usadas de acuerdo a las recomendaciones de los estudios técnicos realizados. Se utiliza para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, lugares turísticos, etc.

4.3.3 Clasificación

Las señales verticales se clasifican en:



a) Las señales de reglamentación: tienen por objeto notificar a los usuarios de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la circulación vehicular. Las señales de reglamentación se dividen en:

- Señales relativas al derecho de paso.
- Señales prohibitivas o restrictivas.
- Señales de sentido de circulación.

b) Las señales preventivas: son aquellas que se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando ciertas precauciones necesarias.

c) Las señales de información: tienen como fin el de guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino.

Tienen también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información que ayude al usuario en el uso de la vía.

Las señales de información se agrupan de la siguiente manera:

- Las Señales de Dirección, tienen por objeto guiar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios (señales de destino, señales de destino con indicación de distancias y señales de indicación de distancias).

Una de las señales de dirección más utilizadas son los postes de kilometraje, la misma que se utiliza para indicar la distancia al punto de origen de la vía. Se colocan a intervalos de 1 a 5kms considerando a la derecha los número pares y a la izquierda los impares



- Las Señales Indicadores de Ruta, sirven para mostrar el número de ruta de las carreteras, facilitando a los conductores la identificación de ellas durante su itinerario de viaje.
Para utilizarse el indicador de ruta en carreteras vecinales, es de forma cuadrada de 0.40m de lado de color negro dentro del cual se inscribe un círculo de color blanco con números negros correspondiente al número de ruta de la carretera que se está recorriendo.
- Las Señales de Información General, se utilizan para indicar al usuario la ubicación de lugares de interés general así como los principales servicios públicos conexos con las carreteras (señales de información y señales de Servicios Auxiliares).

4.3.4 Diseño

La uniformidad en el diseño en cuanto a: forma, colores, dimensiones, leyendas, símbolos; es fundamental para que el mensaje sea fácil y claramente recibido por el conductor. El manual vigente incluye el diseño para cada uno de las señales mostradas en él, así como el alfabeto modelo que abarca diferentes tamaños de letras y recomendaciones sobre el uso de ellas.

4.3.5 Forma

Las señales de reglamentación tienen la forma circular inscrita dentro de una placa rectangular en la que también está contenida la leyenda explicativa del símbolo. Las señales de prevención tienen la forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical. Por último las señales de información tienen la forma rectangular con su mayor dimensión horizontal, a excepción de los indicadores de ruta y de las señales auxiliares.



CAPITULO 5

EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS

A pesar que el diseño geométrico de una carretera es realizado por separado en planta, perfil y secciones transversales, tiene como producto final una franja tridimensional en la cual la totalidad de sus elementos geométricos, aparte de interactuar con los usuarios, determinan las condiciones reales de operación.

El concepto de consistencia hace referencia fundamentalmente a las características operacionales de la carretera; es decir, cuando un conductor recorre una vía espera que las características entre los elementos consecutivos sean homogéneos, lo que en teoría, debe permitir a los conductores desplazarse a velocidad más o menos uniforme, sin sobresaltos, lo que incrementa las condiciones de seguridad. Sin embargo, en algunas vías esta homogeneidad no se da y los conductores deben ajustar su velocidad (independientemente de las condiciones del tráfico) a las condiciones del trazado, lo que puede generar maniobras inseguras como frenazos repentinos para adaptarse a una situación geométrica adversa o cambios de dirección para modificar la trayectoria, creando de esta manera, ambientes favorables para los accidentes de tránsito. Por ello, es importante analizar el trazado de las carreteras; y uno de los mecanismos utilizados para tal fin, es mediante la técnica del análisis de la consistencia del trazado. Técnica que se ha venido estudiando desde la década de 1970, como elemento que interviene en la seguridad.

La consistencia del trazado se interpreta como la relación entre las características geométricas de una carretera y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula



por ella. Si hay una correspondencia entre estos dos aspectos, la conducción puede hacerse de modo continuo, sin sobresaltos, lo que incide favorablemente sobre la seguridad en la circulación. En una carretera con mayor consistencia, el conductor se sentirá más cómodo, libre de sorpresas, reduciendo el número de sobresaltos y, por lo tanto, la siniestralidad tiende a reducirse; y, en su defecto, en una carretera con baja consistencia, existe mayor probabilidad de que los conductores se vean sorprendidos ante ciertas configuraciones indeseables de la misma, generando en consecuencia ambientes favorables para los accidentes de tránsito.

La inconsistencia generalmente se concentra en ciertos tramos de la vía; específicamente en los tramos curvas, donde más del 50% del total de las muertes se producen en estas secciones (Lamm, 1992).

En 1996, Voigt encontró que, en curvas que requieren reducción de velocidad de 20km/h, se presentan seis veces más accidentes que en curvas que no requieren reducción de velocidad. Situación que fue ratificada por Anderson (1999), en los Estados Unidos.

Por lo anterior, a la hora de diseñar una vía, es recomendable analizar la consistencia del diseño geométrico. Sin embargo, esta tarea es complicada ya que el concepto de consistencia hace referencia fundamentalmente a las características operacionales de la vía y, por tanto, su consideración en la fase de diseño no puede realizarse directamente, pero sí estimar a partir de ciertas variables de carácter geométrico.

Hasta hoy, se han propuesto varios métodos para evaluar la consistencia del trazado, que se basan, en general, en el estudio individualizado de alguno de los aspectos que intervienen en el problema. En tal sentido, las principales son: el criterio basado en índices de trazado, la estabilidad del vehículo, la carga de trabajo del conductor y el



criterio basado en la velocidad de operación. Todavía no hay un consenso generalizado sobre cuál o cuáles, de estos criterios son de mayor relevancia; pero, el más difundido y ampliamente utilizado es el criterio basado en la velocidad de operación; criterio, que se ha adoptado en la presente investigación.

Dentro de este criterio existe una gran diversidad de modelos de velocidad de operación, para diferentes elementos del trazado, con diferentes variables explicativos; según la zona en las que se ha llevado a cabo la toma de datos para su calibración. La mayoría de dichos modelos se enfocan en establecer una relación entre la velocidad de operación y elementos del trazado, específicamente en los tramos curvas, donde más del 50% del total de las muertes se producen en estas secciones (Lamm, 1992). En efecto, los principales son: el modelo de Fitzpatrick (1999), de Lamm (1988), de Cardoso (1998), Sánchez (2007), entre otros. Estos modelos sirven para estimar la velocidad de operación y una vez obtenida dicha estimación, se puede realizar la evaluación de la consistencia, en la que también es decisivo el modelo de consistencia a utilizar.

En nuestro país, el manual vigente de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)", ha adoptado a su normativa el modelo de Fitzpatrick; pero la citada norma, indica que dicho modelo solo es aplicable para Autopistas y carreteras de primera categoría; mas no así para carreteras de segunda y tercera categoría. Además, este modelo solo estima la velocidad de operación mas no califica la consistencia del diseño. En tal sentido, con respecto a carreteras de segunda y tercera categoría, el manual vigente no contempla modelo alguno, mucho menos para calificarlo. Dejando tal responsabilidad a las Autoridades competentes, la de establecer velocidades máximas de operación según particularidades de las carreteras, el cual conlleva a un criterio de juicio y no valora cuantitativamente la consistencia del trazado. Frente a este vacío del



manual vigente, el tesista considera echar mano de modelos extranjeros, para analizar el aspecto de la consistencia del trazado, ya que éste, es uno de los objetivos a estudiar en la presente investigación.

5.1. Criterios de evaluación basados en la velocidad de operación (V85)

La velocidad interviene tanto en el diseño de los elementos geométricos de la carretera como en el funcionamiento de la misma, por lo tanto, conviene definir los siguientes términos:

- **Velocidad de diseño (v):** Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, características de tráfico y tipo de pavimento previsto.

La velocidad de diseño permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

En la tabla 5.1, se muestran los rangos de velocidad de diseño para carreteras de tercera categoría, en función a la orografía por donde discurre su trazado.

Tabla 5.1 Rangos de velocidad de diseño para carreteras de tercera clase

Clasificación	Orografía	velocidad de diseño de tramos homogéneos (km/h)				
		20	30	40	50	60
carreteras de tercera clase	Plano					
	Ondulado					
	Accidentado					
	Escarpado					

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"



- **Velocidad específica (Ve):** Máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento del trazado considerando aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones climáticas, intensidad del tráfico son tales que no imponen limitaciones a la velocidad.

La velocidad de diseño corresponde a la menor velocidad específica de los elementos que constituyen el tramo.

- **Velocidad de operación (Vop):** Máxima velocidad a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de la carretera, en función a la velocidad de diseño, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de esta con otras vías y con la propiedad adyacente.

Los criterios más comúnmente utilizados para la evaluación de la consistencia del trazado están basados en la evaluación de la velocidad de operación (Gibreeel, 1999); esto, debido a que estudios previos de siniestralidad revelan que los problemas de seguridad se derivan de una inapropiada adaptación de la velocidad a las características geométricas de la vía. En tal sentido, se han desarrollado diversos modelos y la mayoría se enfocan en establecer una relación entre las velocidades de operación y elementos de la curva, porque según Lamm (1992), es allí, donde se producen más del 50% del total de las muertes; siendo el radio de las curvas horizontales, la variable fundamental de la que depende la velocidad de operación en dichas secciones.

Estos modelos tienen en cuenta la velocidad de operación, por las siguientes razones:

- Es un parámetro evidente, del que tienen conciencia todos los usuarios de la vía.



- Está íntimamente relacionado con los criterios del trazado de la carretera.
- Puede medirse fácilmente.
- Usualmente, el exceso de velocidad se ha relacionado con la ocurrencia de accidentes.
- La velocidad ha sido estudiada desde hace mucho tiempo, por lo que es un parámetro bastante conocido.

Medir y estimar este parámetro, es la forma más sencilla para evaluar la consistencia, frente a otras tipologías; de ahí el criterio de velocidad de operación, sea el más comúnmente utilizado mundialmente para la evaluar la consistencia del diseño de una carretera.

Los modelos en cuestión, para una mejor estimación de la velocidad de operación utilizan un concepto denominado percentil 85 de la velocidad, que consiste en determinar la velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos en condiciones de flujo libre en un tramo de la carretera. Es decir, el percentil 85 representa aproximadamente la velocidad considerada segura, a la que operan el 85% de los vehículos.

La velocidad de operación no puede ser conocida a priori en la fase de diseño de la carretera, pero sí estimar dicho valor, por lo que se han desarrollado diferentes modelos en función de las características geométricas, con relativo éxito. Se han desarrollado modelos para estimar la velocidad de operación, fundamentalmente en rectas y curvas, siendo esta última en la cual se centran la mayor parte de los estudios realizados.

En el año de 1988, Lamm investigó la relación entre la tasa de accidentes, las características geométricas de curvas horizontales y la diferencia de velocidad entre la velocidad de proyecto y la velocidad de operación. Dos años después en 1990, basándose en datos tomados en 322 curvas confirmó que el parámetro que más afecta a la velocidad de



operación es el radio de la curvatura. Posteriormente, en el año de 1995, Lamm hizo una nueva investigación, con la diferencia a la anterior, de que en ésta, consideró la variación de velocidad entre elementos consecutivos.

Del mismo modo, Cardoso (1998), publicó un estudio realizado en 50 curvas de carreteras de 4 países: Francia, Finlandia, Grecia y Portugal.

En fin, existen otros estudios más, todos ellos suelen relacionar la velocidad de operación con las variables de curvas horizontales.

Para su desarrollo se considera generalmente como hipótesis de partida que la velocidad de operación es constante a lo largo de toda la curva, lo cual resulta ser falso; no obstante, desde el punto de vista estadístico los errores que se cometen al obtener datos en sitios puntuales de la curva no son excesivamente grandes; razón por la cual, se suele adoptar la hipótesis mencionada.

Como se ha indicado en párrafos anteriores, en cuanto a las variables de las que depende la velocidad de operación en las curvas horizontales, es el radio de curvatura y en función a este variable existe una diversidad de modelos para estimar la velocidad de operación.

5.2. Modelo adoptado en el Perú para estimar la velocidad de operación (V85)

La bibliografía mundial muestra una diversidad de modelos de velocidad de operación, según la zona en las que se ha llevado a cabo la toma de datos para su calibración; existiendo entre ellos una diferencia sustancial de un modelo a otro debido a las diferencias en el comportamiento de los conductores de una región a otra, por lo tanto un único modelo no puede ser aceptado universalmente.

Cada país considera o no adoptar, modelo alguno existente a su



normativa. En tal sentido, en vista que en nuestro país hasta la fecha no se han desarrollado modelos propios, el manual vigente de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)", ha adoptado a su normativa el modelo de Fitzpatrick (2000). Dicho modelo fue realizado en los Estados Unidos, en carreteras de dos carriles con doble sentido de circulación, de la cual se obtuvieron un gran número de datos para luego calibrar y plantear las ecuaciones de predicción de velocidad de operación (V85), las mismas que se muestra en la tabla 5.2.

Tabla 5.2 Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación

Nº	Condiciones de alineamiento	Ecuación
1	Curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%)	$V_{85}=102.10 - 3077.13/R$
2	Curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%)	$V_{85}=105.98 - 3709.90/R$
3	Curva horizontal sobre pendiente (0% < i < 4%)	$V_{85}=104.82 - 3574.51/R$
4	Curva horizontal sobre pendiente (4% < i < 9%)	$V_{85}=96.61 - 2752.19/R$

Donde: V 85= Velocidad de operación (km/h)
i = Pendiente longitudinal (%)
R = Radio de la curva en estudio (m)

Fuente: Manual de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

Es preciso señalar, que dicho modelo adoptado solo estima la velocidad de operación, pero no evalúa cuantitativamente la consistencia del trazado. Además, sólo es aplicable para Autopistas de primera y segunda clase, y para carreteras de primera clase; en tanto que para carreteras de segunda clase y tercera clase el manual delega la responsabilidad de establecer las velocidades máximas de operación, a las autoridades competentes, según particularidades de la carretera.

En virtud a lo expuesto, el tesista considera que esta recomendación es insuficiente para lograr uno de los propósitos en la presente investigación, como la de estudiar la consistencia del trazado, para lo cual se requiere valorar cuantitativamente la consistencia del trazado. En tal sentido, urge echar mano de otros modelos realizados en el



extranjero, teniendo en cuenta cuyos estudios y calibración de ecuaciones de predicción de velocidad de operación, se hayan realizado en un entorno geográfico similar a la geografía de la Provincia de Huánuco, por las cuales discurren el trazado de las carreteras vecinales en estudio; siendo uno de esos modelos, el de Sánchez Ordoñez, realizado en Colombia.

5.3. Estudio de velocidad de operación (V85) realizado por Sánchez Ordoñez

Si bien es cierto que existe una diversidad de modelos reconocidos internacionalmente para estimar la velocidad de operación (V85) y por ende evaluar la consistencia del trazado; sin embargo, dichos modelos sólo pueden ser aplicables en carreteras de primera categoría, a lo más en carreteras de segunda categoría; mas no así, en carreteras de tercera categoría, por lo que existe una carencia de modelos desarrollados aplicables a carreteras de esta última categoría, lo cual se corrobora con la escasez de información que brinda la literatura técnica internacional.

Lo anterior, no implica la inexistencia de modelo alguno aplicable a carreteras de tercera categoría; sino que, implica la existencia de un mínimo reducido de modelos a nivel mundial; siendo uno de ellos, el modelo colombiano, desarrollado por Sánchez Ordoñez.

Sánchez en el año 2007, disertó su modelo desarrollado, en un Seminario Internacional de Seguridad Vial – Colombia 2007, en el cual enfatiza que la calibración de las ecuaciones tendientes a predecir velocidades de operación (V85) de su citado modelo, se realizó con datos obtenidos en carreteras rurales, con orografía de relieve accidentado en la Provincia de Cauca y Quindío; los cuales tenían calzada única con dos carriles, uno por sentido.

Una vez seleccionados los tramos en estudio, se midieron velocidades



puntuales de automóviles a flujo libre en cada uno de ellos. Se midieron velocidades en curvas horizontales, en el inicio, al final y en el punto medio de la misma. Todas estas mediciones se realizaron con radar.

Seguidamente, los datos recolectados se procesaron estadísticamente, el cual permitió calibrar las ecuaciones para estimar la predicción de velocidad de operación (V_{85}), la misma que se muestra en la siguiente Tabla 5.3

Tabla 5.3 Ecuaciones para estimar velocidades de operación (V_{85}) planteadas por Sánchez Ordoñez

Nº	Condiciones de alineamiento	Ecuación
1	Curva horizontal sobre pendiente ($-9\% < i < 4\%$)	$V_{85} = 33.9 + 0.18R + 0.03R_{n-1}$
2	Curva horizontal sobre pendiente ($-4\% < i < 0\%$)	$V_{85} = 28.93 + 0.22R + 0.03R_{n-1}$
3	Curva horizontal sobre pendiente ($0\% < i < 4\%$)	$V_{85} = 94.398 - 3188.656/R$ (val. Lamm)
4	Curva horizontal sobre pendiente ($4\% < i < 9\%$)	$V_{85} = 37.18 + 0.10R + 0.04R_{n-1}$

Donde: V_{85} = Velocidad de operación (km/h)
 i = Pendiente longitudinal (%)
 R = Radio de la curva en estudio (m)
 R_{n-1} = Radio de la curva anterior (m)

Fuente: Seminario Internacional de Seguridad vial-Sánchez Ordoñez-Colombia 2007

5.4. Estudio de Lamm para evaluación de la consistencia

Lamm (1988), Investigó la relación entre la tasa de accidentes, las características geométricas de las curvas horizontales y la diferencia entre la velocidad de proyecto y la velocidad de operación. La relación encontrada entre estos parámetros llevó a sugerir los siguientes criterios para evaluar la consistencia del trazado, como se ve en la siguiente tabla 5.4.



tabla 5.4 Calificación de la consistencia según la comparación entre velocidad de operación con la de proyecto

Rango	Calificación de la consistencia
$V_{85} - V_p \leq 10 \text{ km/h}$	Buena
$10 < V_{85} - V_p \leq 20 \text{ km/h}$	Regular
$V_{85} - V_p > 20 \text{ km/h}$	Mala

Donde:
 V_{85} = velocidad de operación en un punto dado de la vía (km/h)
 V_p = Velocidad de proyecto (km/h)

Fuente: Lamm(1988)

Posteriormente en 1990, Lamm basándose en datos tomados en 322 curvas, confirma que el parámetro que más afecta a la velocidad de operación es el radio de curvatura. Finalmente Lamm (1995), basándose en la tasa media de accidentes, las características geométricas de curvas horizontales y la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos; sugirió otro criterio para evaluar la consistencia del trazado, lo cual se indica en la tabla 5.5.

tabla 5.5 Calificación de la consistencia según la comparación entre elementos consecutivos

Rango	Calificación de la consistencia
$\Delta V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$	Buena
$10 < \Delta V_{85} \leq 20 \text{ km/h}$	Regular
$\Delta V_{85} > 20 \text{ km/h}$	Mala

Donde:
 V_{85} = velocidad de operación en un punto dado de la vía (km/h)
 ΔV_{85} = diferencia de velocidad de operación entre dos elementos consecutivos (km/h)

Fuente: Lamm (1995)

En ambos criterios, Lamm cataloga el nivel de consistencia en tres categorías:

- **Buen diseño:** si la variación de velocidad de operación entre



elementos consecutivos es menor o igual a 10km/h, o la diferencia de velocidad de operación y la velocidad de diseño es menor o igual a 10km/h.

- **Diseño regular:** si la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos es mayor a 10km/h y menor o igual a 20km/h, o la diferencia de velocidad de operación y la velocidad de diseño es mayor a 10km/h y menor o igual a 20km/h.
- **Mal diseño:** si la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos es mayor a 20km/h o la diferencia de velocidad de velocidad de operación y la velocidad de diseño es mayor a 20km/h.

De estos dos criterios; según Sánchez (2011), la comparación de la velocidad de operación con la velocidad de proyecto (velocidad de diseño) no se considera fundamentalmente significativa para calificar la consistencia del trazado, debido a que, la velocidad de diseño se toma únicamente como una velocidad de referencia para las condiciones críticas de un tramo, lo que puede generar diferencias significativas entre estas dos velocidades. En efecto, Sánchez afirma: la calificación de la consistencia debe hacerse principalmente con base en la diferencia de velocidades de operación entre elementos consecutivos, porque indica mejor el grado de consistencia experimentada por los conductores que circulan desde un elemento al siguiente.

Asimismo, Lamm sugiere, en caso de que la consistencia fuera aceptable, cambiar el peralte de la curva o su distancia de parada, para ajustar la velocidad de diseño a la de operación. En los casos de consistencia pobre, sugiere rediseñar el elemento o el tramo, basándose en la velocidad de operación esperada.

Finalmente Lamm señala, que es indispensable utilizar modelos de velocidades adaptados a las condiciones de la región o al medio geográfico en el que se trabaje.



Por lo expuesto en los párrafos anteriores, como mecanismo para evaluar la consistencia del trazado en esta tesis, se adopta los siguientes criterios:

- La velocidad de operación, de la que interesa principalmente su variación entre elementos consecutivos. Dicho parámetro se ha seleccionado teniendo en cuenta que es aceptado por los investigadores del mundo entero, por ser el más conocido, fácil de medir, y por estar sustentada su relación con la accidentalidad.
- Lo anterior, implica estimar las velocidades de operación (V_{85}) en las curvas. Para ello, se propone el modelo colombiano, el de Sánchez Ordoñez, debido a que más se adapta a las características de los caminos vecinales estudiados en el entorno geográfico huanuqueño. No obstante, el citado modelo tiene restricciones en cuanto a su aplicación, ya que se limita para alineamientos mayores y menores a 9% y -9%, respectivamente; así como podría dar valores de velocidades negativos para ciertos parámetros de cálculo, lo que indica que se trabaja fuera de los rangos para los que fueron desarrollados. En efecto, para ambos casos la solución más adecuada es considerar la velocidad específica (v_e) como velocidad de operación, y cuyo cálculo se realiza con la ecuación correspondiente, mostrada en capítulos anteriores.
- Una vez obtenido la estimación de la velocidad de operación (V_{85}) en cada una de las curvas de los caminos, puede realizarse la evaluación de la consistencia, en la que también es decisivo el modelo a utilizar. En esta tesis, se adopta el modelo de Lamm, específicamente el segundo criterio, la que tiene en cuenta la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos. Dicha variación se compara con rangos ya establecidos para los que la vía se considera o no consistente, las mismas que se indican en la tabla 5.5.



CAPITULO 6

SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS CAMINOS VECINALES EN ESTUDIO

Este capítulo tiene como finalidad seleccionar los caminos vecinales a estudiar; asimismo, una vez seccionados, describirlos, teniendo en cuenta la situación actual en las que se encuentran.

Como el relieve de la Provincia de Huánuco es accidentado, por ende, todos los caminos vecinales forman un único grupo y se clasifican como carreteras de terreno accidentado. De este grupo, se seleccionaron 4 caminos representativos, teniendo en cuenta que contenga el mayor número de parámetros geométricos a verificar y cuyas características geométricas permitan evaluar la consistencia del trazado. Dichos caminos se encuentran cercanos a la ciudad de Huánuco, el cual facilita la visita al terreno.

6.1. Camino vecinal HU-644: Emp. PE-18A (La Esperanza) – Malconga

Camino vecinal que se localiza al Este de la ciudad de Huánuco, perteneciente al Distrito de Amarilis; Provincia y Región Huánuco (ver figura 6.1), según el Clasificador de Rutas, sigue la trayectoria: Emp. PE-18A (La Esperanza) – Malconga, pasa por localidades de Sariapampa y Cachuna.

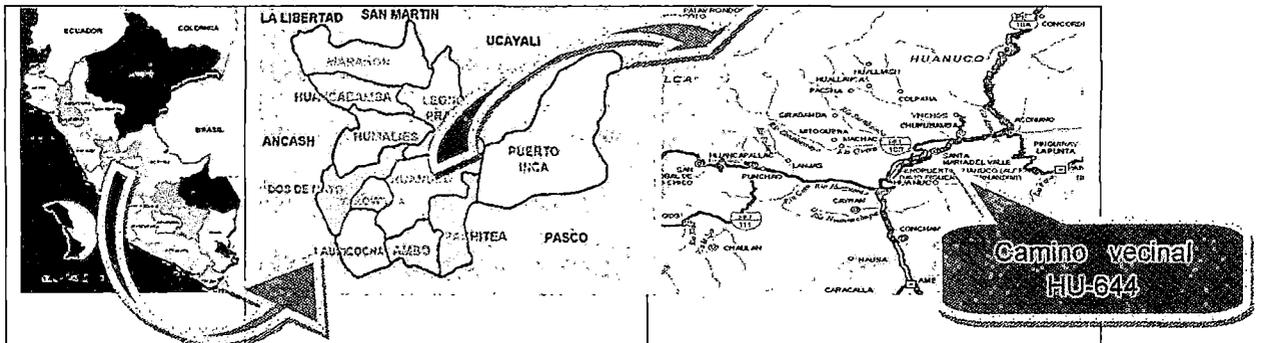
El tramo seleccionado para realizar el estudio correspondiente se ubica entre el punto kilométrico K6+000 y K8+500; las mismas que tienen como coordenadas E=368997.58, N=8903919.53, altitud=2,190.92 msnm y E=367763.09, N=8903214.46, altitud=2,356.18 msnm, respectivamente; con una longitud de 2.5km.

La carretera discurre por una topografía accidentada, con sinuosidades condicionadas por la orografía del territorio. La capa de rodadura está



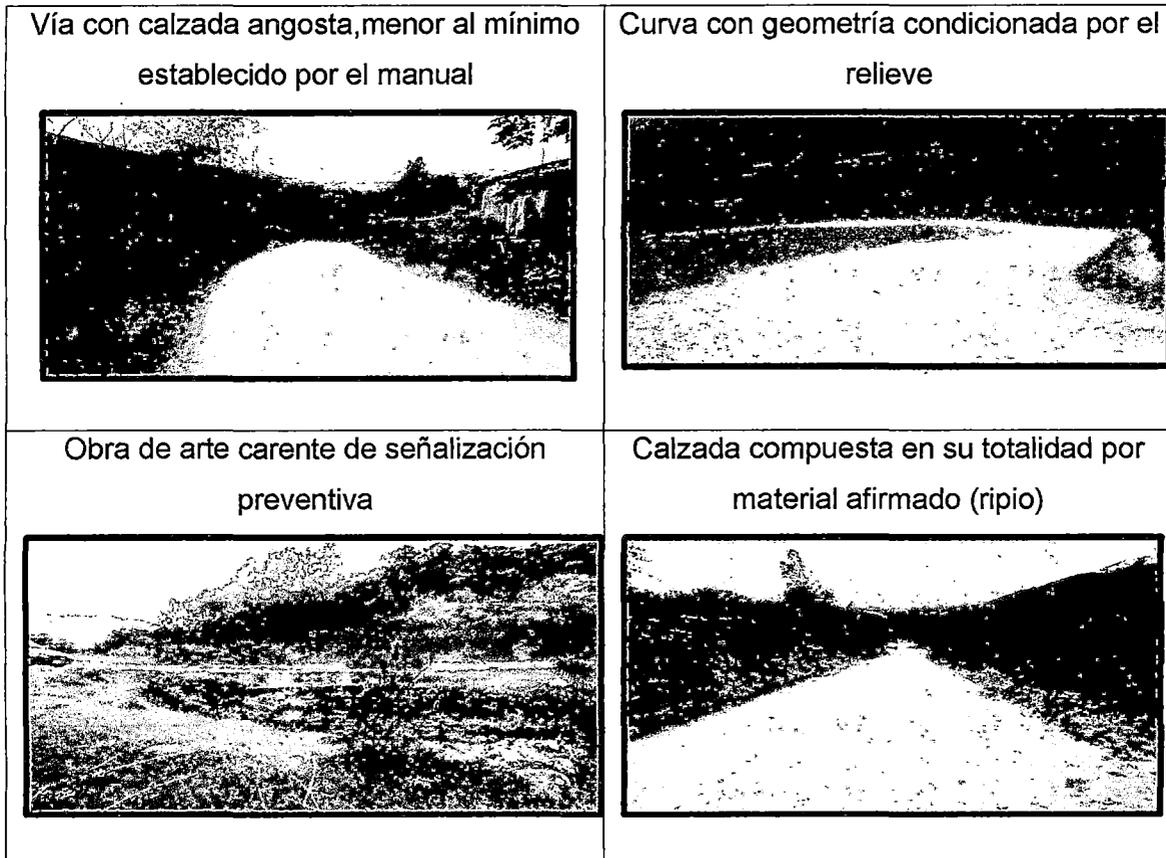
compuesta por material de afirmado en su totalidad (ripio), en estado de conservación regular (ver figura 6.2); consta de cunetas, alcantarillas y algunas señalizaciones.

Figura 6.1. Localización del camino vecinal estudiado: HU-644



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.2. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-644



Fuente: Elaboración propia



6.2. Camino vecinal HU-808: Emp. HU-108 (Huánuco) – Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán

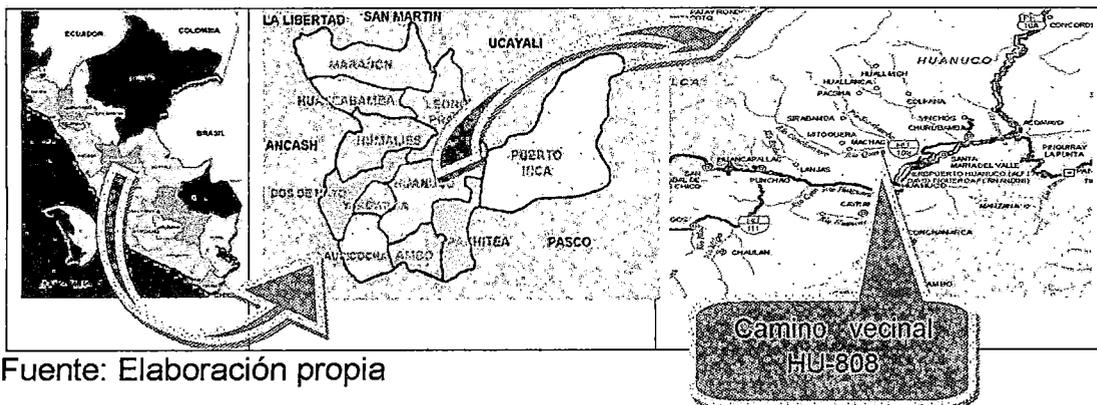
Camino vecinal que se localiza al Oeste de la ciudad de Huánuco; en el Distrito, Provincia y Región de Huánuco (ver figura 6.3), según el vigente Clasificador de Rutas (DS N° 012-2013-MTC), es una vía vecinal que sigue la trayectoria: Emp. HU-108 (Huánuco) – Loma Blanca – Jactaypampa – Yacupunta – Santo Domingo de Nauyán – Huancan – Capillapampa – Yanacocha.

El tramo estudiado se localiza entre los puntos kilométricos K4+000 y K7+000; las mismas que tienen como coordenadas E=362191.03, N=8903556.19, altitud=2,377.45 msnm y E=361774.65, N=8903556.19, altitud=2,614.02 msnm, respectivamente; haciendo una longitud total seleccionada de 3 km.

La carretera discurre por las faldas del cerro Jactay, de relieve agreste y topografía accidentada, con pendientes pronunciadas y con varias curvas de vuelta (desarrollos); de hecho, el trazado de su eje se acomoda a las sinuosidades del relieve.

La carretera es angosta y de calzada única, con superficie de rodadura de material afirmado en su totalidad (ripio), en estado de conservación regular (ver figura 6.4); y consta de cunetas, alcantarillas y señalización de tránsito.

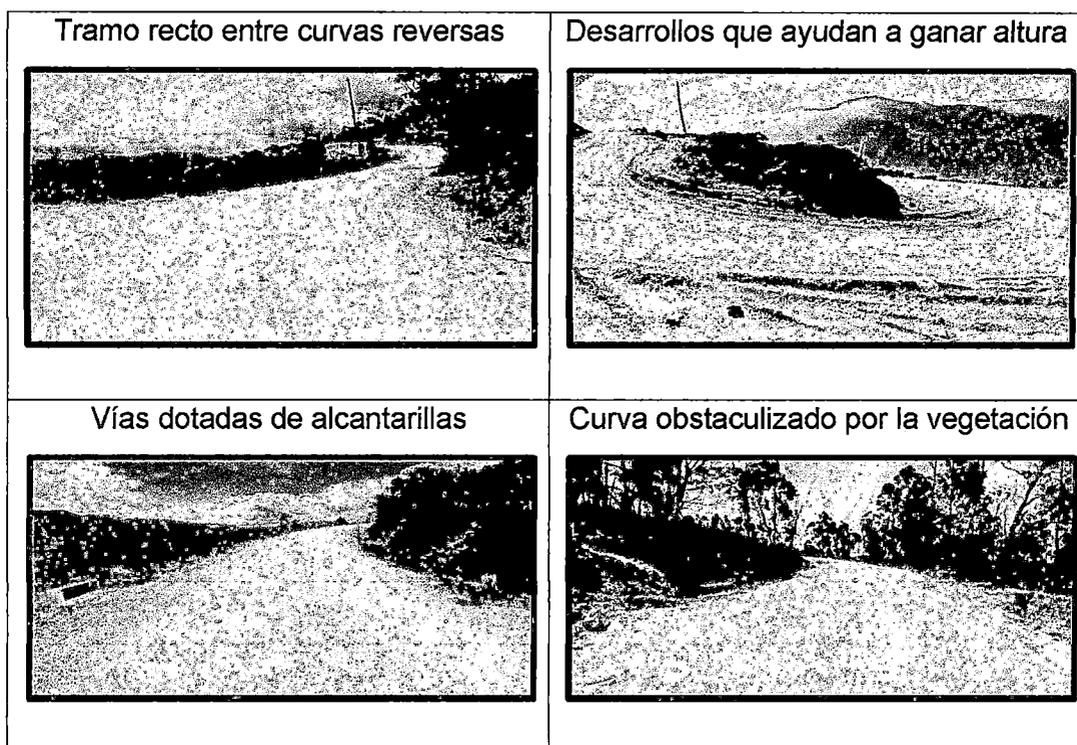
Figura 6.3. Localización del camino vecinal estudiado: HU-808



Fuente: Elaboración propia



Figura 6.4. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-808



Fuente: Elaboración propia

6.3. Camino vecinal HU-658: Emp. PE-3N (Cayhuayna) – Cayrán-Parara

Camino vecinal que se localiza al Sur Oeste de la ciudad de Huánuco, en el Distrito de San Francisco de Cayrán – Provincia de Huánuco – Región Huánuco (ver figura 6.5), según el vigente Clasificador de Rutas (DS N° 012-2013-MTC), es una vía vecinal que sigue la trayectoria: Emp. PE-3N (Cayhuayna) – Cayrán – Parara.

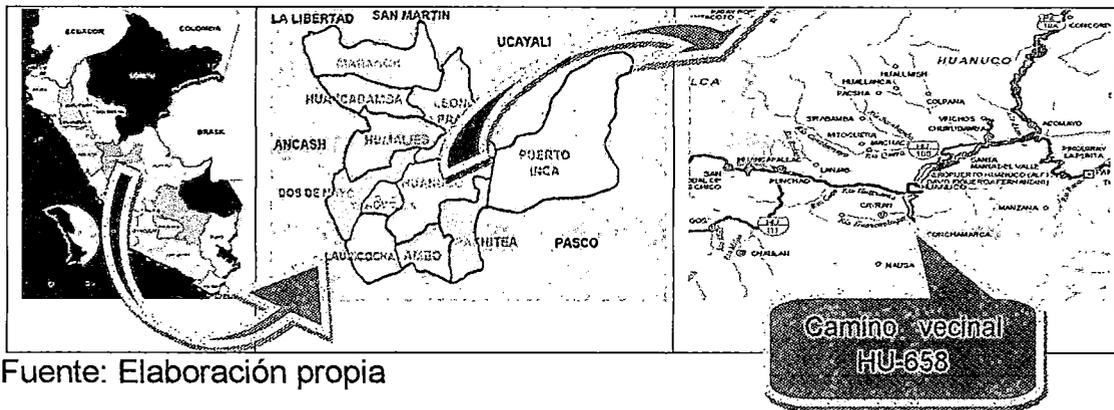
El tramo estudiado se encuentra entre los puntos kilométricos K1+500 y K4+573; las mismas que tienen como coordenadas E=361826.85, N=8897006.00, altitud=2109.59 msnm y E=359339.83, N=8896247.49, altitud=2222.20 msnm, respectivamente; con una longitud de 3.073km.

La carretera discurre por una topografía accidentada, siguiendo las configuraciones de las faldas adyacentes a la quebrada de Cayrán, lo que



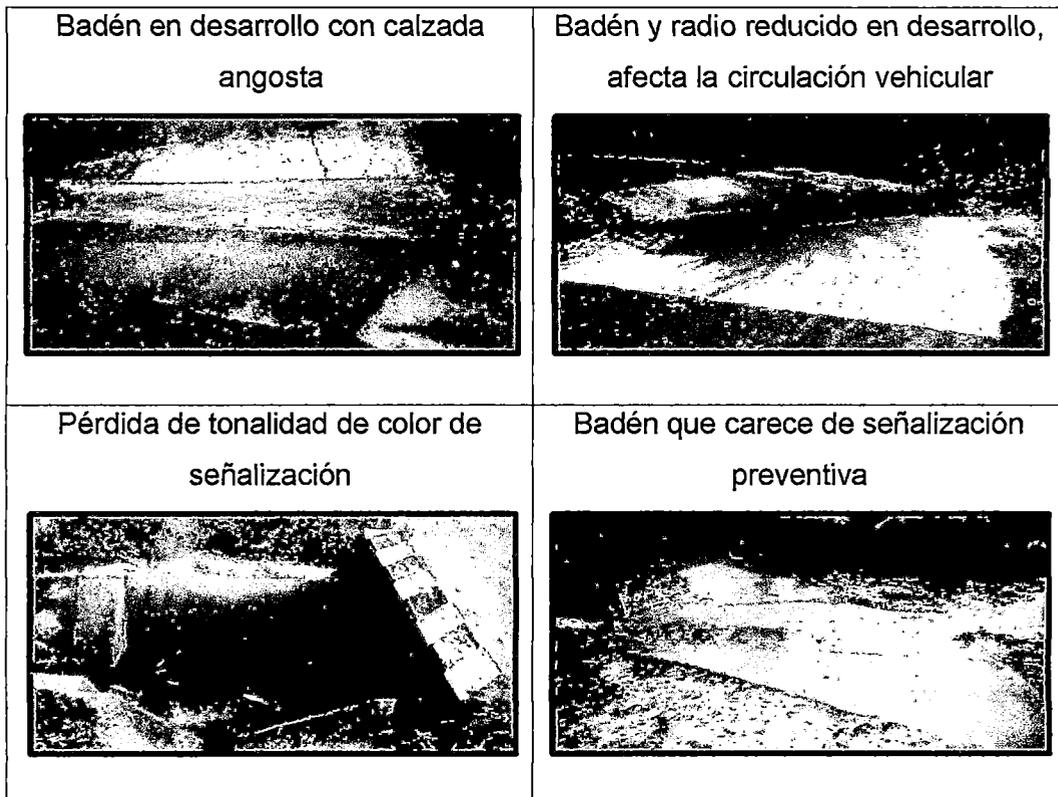
determina un relieve con pendiente transversal pronunciada. La vía es de calzada única, con capa de rodadura compuesta por material de afirmado en su totalidad (ripio), en estado de conservación regular; consta de sistemas de drenaje, alcantarillas, badenes y señalización de tránsito (ver figura 6.6).

Figura 6.5. Localización del camino vecinal estudiado: HU-658



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.6. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-658



Fuente: Elaboración propia



6.4. Camino vecinal HU-649: Emp. HU-645 –Pomacucho

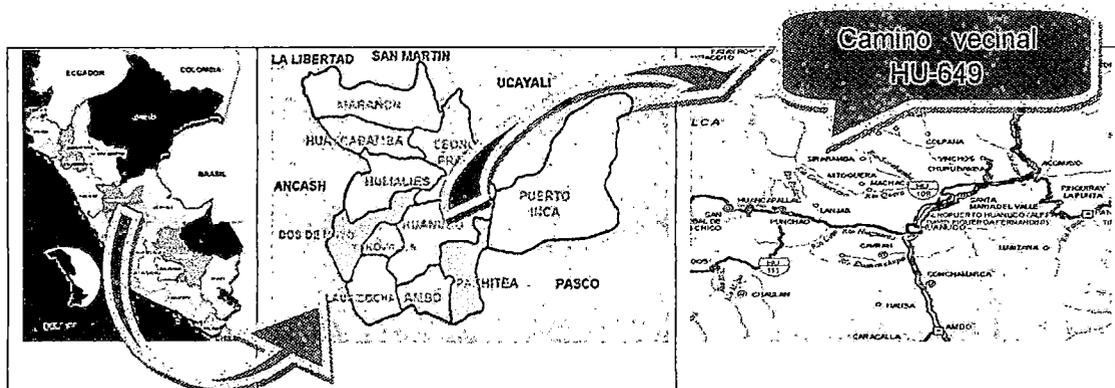
Camino vecinal que se localiza al Norte de la ciudad de Huánuco, en el Distrito de Santa María del Valle – Provincia de Huánuco – Región Huánuco (ver figura 6.7), según el vigente Clasificador de Rutas (DS N° 012-2013-MTC), es una vía vecinal que sigue la trayectoria: Emp. HU-645 Pomacucho – Chuquicancha.

El tramo seleccionado para su correspondiente estudio se localiza entre los puntos kilométricos K0+000 y K3+387; las mismas que tienen como coordenadas E=369891.00, N=8911376.00, altitud=2,013.42 msnm y E=369337.84, N=8913408.99, altitud=2,246.84 msnm, respectivamente; con una longitud total de 3.387km.

La vía discurre por un relieve de topografía accidentada, siguiendo la trayectoria del micro cuenca típica de la zona en estudio, con quebradas, laderas, cañones flanqueados, cumbres empinadas y fuertes pendientes transversales; los cuales condicionan el trazado geométrico de la vía.

La vía es de calzada única, con capa de rodadura de material afirmado en su totalidad (ripio), en estado de conservación regular (ver figura 6.8); además, están dotadas de sistemas de drenaje y señalización de tránsito en un sector reducido.

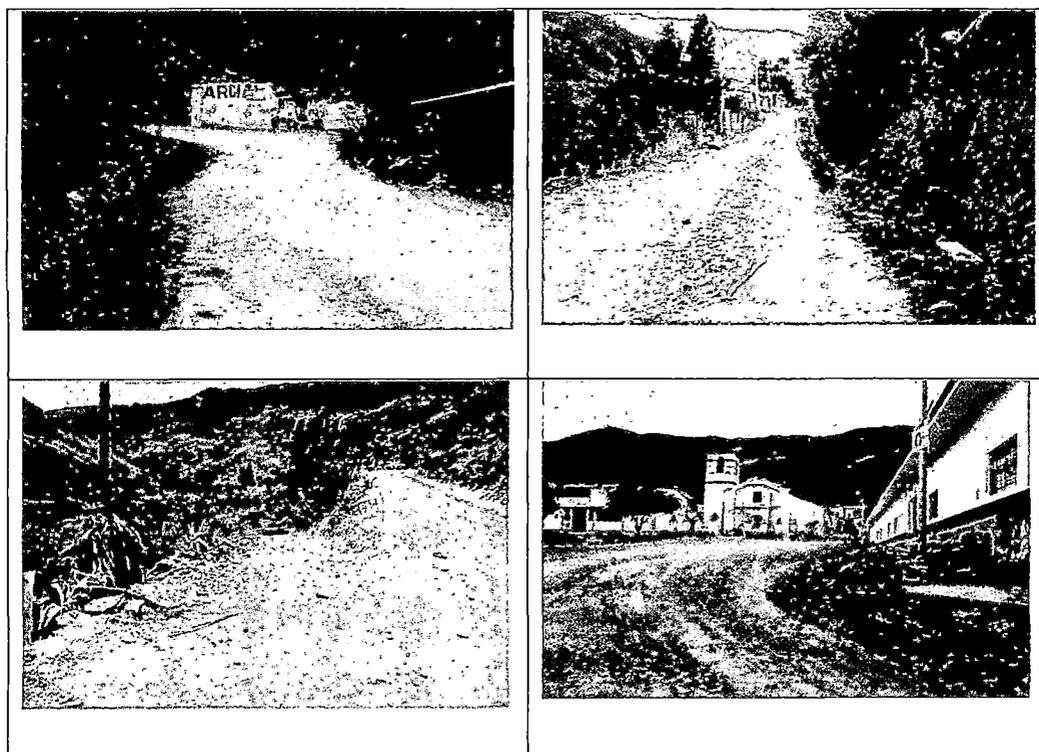
Figura 6.7. Localización del camino vecinal estudiado: HU-649



Fuente: Elaboración propia



Figura 6.8. Imágenes actuales del camino vecinal estudiado: HU-649



Fuente: Elaboración propia



CAPITULO 7

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se consigna la metodología que se ha utilizado para llevar a cabo el estudio de análisis de seguridad vial, para una selección de caminos vecinales de la Provincia de Huánuco -2014.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, la metodología se dió inicio con la búsqueda de información a través del internet, la misma que se constituyó en una herramienta muy valiosa. Mediante el uso de programas, entre otros, como el Google, que busca la información relacionada con los parámetros indicados por el usuario, se encontró algunos documentos disponibles; así mismo, se consultó textos sobre diseño geométrico de carreteras, que sumados con la información obtenidos del internet, se recopiló una serie de informaciones. Dichas informaciones recogidas, se estudió y clasificó según su grado de importancia e interés con el objeto de estudio en esta tesis.

Lo anterior, ha permitido que se aborde de la mejor forma, determinados conceptos básicos tales como el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), caminos vecinales y orografía de la Provincia de Huánuco, fundamentos teóricos del manual vigente de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)", fundamentos teóricos del Manual de dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, la consistencia del trazado y otros conceptos de interés.

En efecto, se hizo una descripción concisa de la incidencia orográfica de la Provincia de Huánuco sobre la seguridad en los caminos vecinales, se abordó fundamentos teóricos de nuestro manual vigente de carreteras, sobre todo aquellos fundamentos que gobiernan el diseño geométrico (planta, perfil y secciones transversales) y su implicancia con la seguridad en las carreteras de tercera categoría, cuyo desarrollo de su trazado discurren por orografía de



relieve accidentado. De igual manera, fue necesario definir los fundamentos teóricos del Manual de dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, específicamente aquello relacionado con las señalizaciones verticales. Por otro lado, también se abordó de una manera sucinta la técnica del análisis de la consistencia del trazado, técnica que permite identificar zonas peligrosas mediante el análisis de la geometría del trazado, para así proponer las medidas de corrección correspondiente. En vista que en nuestro país, hasta la fecha, no se cuentan con modelos propios desarrollados, el tesista decidió adoptar los modelos de Sánchez (2005) y Lamm (1990). Con el de Sánchez, se estimaron las velocidades de operación (V85) en las curvas; y, con el de Lamm, se calificó la consistencia.

Una vez abordado los conceptos teóricos, se ha seleccionado un grupo de caminos vecinales pertenecientes a la Provincia de Huánuco, siendo en total 4 caminos representativos, a los cuales se les ha descrito sus características principales y posteriormente se realizó los trabajos pertinentes de campo, para luego obtener los planos y consecuentemente verificar aspectos de interés, según lo establecido en la metodología descrita para cada caso.

Finalmente la aplicación de la metodología descrita en esta tesis ha permitido obtener los resultados, a los cuales se les hizo un análisis exhaustivo, y cuyo resultado permitió indicar las conclusiones y sugerir algunas recomendaciones.

En definitiva; además de lo ya descrito, la metodología que se ha considerado es como sigue a continuación.

7.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se hizo con el objetivo de obtener los planos básicos de los caminos en estudio (plano de planta, perfil y secciones transversales), los cuales han servido para evaluar la consistencia del diseño geométrico; como también para verificar el cumplimiento de las recomendaciones del manual vigente de carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”. El levantamiento topográfico se realizó a lo largo del camino,



en una estrecha franja, siguiendo el eje estable de la vía y midiendo longitudes con cinta métrica, mediante estacado de 20m en tangentes, y 10m en curvas.

Para el cálculo de coordenadas (UTM), correspondiente a los vértices de la poligonal definitiva se hizo uso del teodolito digital, tomando como referencia los puntos definidos por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Las secciones transversales fueron levantadas en curvas y/o desarrollos, y en estacas estratégicas en tangentes. Estos datos han sido levantados en un ancho no menor de 20m a cada lado del eje de la vía; procesados en gabinete con la ayuda de programas de Microsoft Excel, AutoCAD, AIDC, para finalmente obtener el plano de planta, perfil y secciones transversales

7.2. Verificación del cumplimiento del Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"

Una vez obtenido los planos geométricos de cada uno de los caminos en estudio, el paso siguiente fue verificar el grado de cumplimiento de aquellos elementos geométricos mínimos normales recomendados por el manual vigente de carreteras, teniendo en cuenta que dichos factores son los más influyentes y comprometen la seguridad en el trazado.

Para lograr lo mencionado, fue necesario definir los elementos de diseño geométrico a estudiar, los cuales están considerados por el grado de importancia de seguridad que asumen en el trazado en terrenos de orografía accidentada; las mismas que sean posibles de ser medidos para poder cuantificarlos. Se precisa que los caminos en estudio forman parte de carreteras de tercera clase, con superficie de rodadura de material granular y, por lo tanto, algunos de sus características geométricas, han desaparecido por la acción abrasiva de los neumáticos y condiciones climáticas. Ello, hace que las vías tengan elementos geométricos de diseño



difíciles de medir o no medibles, o incluso no los poseen (peraltes y bombeo).

Los elementos geométricos de diseño, correspondientes al alineamiento horizontal que se han verificado son:

- Longitud de recta mínima ($L_{\text{mín}}$) entre curvas “S”
- Longitud de recta máxima ($L_{\text{máx}}$)
- Coordinación entre curvas circulares.
- Radios mínimos ($R_{\text{mín.}}$)
- Sobre ancho (S_a)
- Peralte ($e\%$)
- Distancia de visibilidad en curvas horizontales (D_p).

Los elementos geométricos de diseño, correspondiente al alineamiento vertical que se han verificado son:

- Pendiente máxima ($i_{\text{máx.}}$)
- Pendiente mínima ($i_{\text{mín}}$)
- Longitud en tangente vertical (T_v)

Los elementos geométricos de diseño, correspondientes a secciones transversales, que se han verificado son:

- Ancho de la calzada
- Ancho de berma.

El parámetro que se ha verificado en la coordinación del trazado en planta y perfil fue la superposición (coincidencia de ubicación) de la curvatura vertical y horizontal.

Se verificó los parámetros correspondientes en estudio de cada elemento curvo y tangente del total del tramo considerado, para cada uno de los caminos seleccionados. Con fines didácticos se completó una ficha (tabla 7.1), como se muestra a continuación, la misma que contempla los



parámetros expuestos. La ficha se ha completado colocando un "sí" o "no", en respuesta al cumplimiento de cada parámetro en estudio.

Finalizada la verificación de los cumplimientos de las recomendaciones en contraste al manual vigente, se ha procedido a realizar un resumen indicando el porcentaje de cumplimiento de cada parámetro estudiado.

Tabla. 7.1 Ficha para verificar el Diseño geométrico

Verificación del Diseño Geométrico del camino vecinal:									
VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO									
EN PLANTA:									
CURVAS						TANGENTES			
N° de curva	Parámetros verificados					N° de tg	Parámetros verif.		
	Rmín:10m	e:Min:2.5 Máx:12%	%	Sa	Rel. Rad Rmi:10		Dp mín:20m	Lmín.S: 28m	Lmáx: 334m
1						1			
2						2			
-						3			
-						4			
EN PERFIL:									
TANGENTES									
N° de tang.	Parámetros verificados								
	Pendiente (m)					Tv máx: $\geq 10\%$, Tvmax=180m; 5% < i < 10%, Tv máx=3km			
	Máx =10%		Mín=0.5%						
1									
2									
-									
EN SECCIONES TRANSVERSALES:									
N° Curva o tg	Parámetros verificados								
	Ancho de calzada				Ancho de berma				
	en Curvas		en Tang.		en Curvas		en Tang.		
	mín =5m+Sa		Mín=5m		mín=0.5m		mín=0.5m		
				Der.	lzq.	Der.	lzq.		
1									
2									
-									
-									
COORDINACIÓN DEL TRAZO EN PLANTA - PERFIL:									
Criterio verificado									
superposición de curvatura									
Horiz.	Vert.								

Fuente: Elaboración propia



7.2.1. Alineamiento horizontal

Para verificar la coordinación entre curvas circulares se ha utilizado el Grupo 2, que se muestra en el anexo 2, de la cual forma parte los caminos de tercera categoría; éste, entrega el radio de salida a partir de un radio de entrada. Esta última variable se obtiene de los planos; seguidamente se compara con el R_{\min} de 10m., correspondiente a $v=20\text{km/h}$, este dato se indica en la tabla 3.2, y el grupo 2 se muestra en el anexo2.

Para verificar el cumplimiento de la longitud de la recta mínima (L_{\min}) entre curvas, se ha considerado únicamente la recta que se encuentra entre curvas de sentido contrario (Tipo “S”); dicha longitud se calcula con la ecuación 1; además la longitud mínima asignada a $v=20\text{km/h}$ se muestra en la tabla 3.1, correspondiéndole $L_{\min s} = 28\text{m}$. Dicho parámetro se han comparado con las longitudes obtenidas de los planos.

Los radios mínimos son verificados con la tabla 3.2, asociado a $V=20\text{km/h}$ y $e_{\max}=12\%$, $f_{\max}=0.18$; asimismo, los radios mínimos de los desarrollos son verificados con la tabla 3.7. Seguidamente, éstos han sido comparados con la información obtenida de los planos correspondientes.

El valor de los peraltes ($e\%$), se han obtenido de los planos, los cuales siendo comparados con los rangos límites: $e_{\min}=2.5\%$ y $e_{\max}=12\%$ (para $V\leq 30\text{km/h}$), mostrados en la tabla 3.4. se ha verificado su respectivo cumplimiento. Es decir, el valor del peralte obtenido de los planos correspondientes; en caso de cumplir deben estar dentro del intervalo límite de los peraltes mencionados; caso contrario, contraviene al reglamento.

En lo que respecta al sobre ancho (S_a), estos se obtienen de los planos correspondientes, los cuales se comparan con los valores establecidos en la Norma, que se muestra en la tabla 3.5 ;y, con los rangos



considerados para la misma ($R \leq 40m$, $Sa_{\min} = 0.8m$; $40 < R \leq 70$, $Sa_{\min} = 0.70m$; $70 < R \leq 150$, $Sa_{\min} = 0.60m$). El valor mínimo del sobre ancho "Sa" a aplicar es $0.40m$, siempre que $R > 150m$.

En cuanto a la distancia de visibilidad en curvas, se calcula con el ecuación 8, despejando la variable de D_p ; cuyos datos "a" y "R" se obtienen de los planos. Estos valores se han comparado con la distancia mínima de parada para carreteras de tercera clase ($D_p = 20m$), correspondiente a $v = 20 \text{ km/h}$, el cual se indica en la tabla 3.6. Asimismo, esta veracidad de cumplimiento se ha corroborado gráficamente haciendo uso los planos correspondientes, mostrados en el Anexo 2.

7.2.2. Alineamiento vertical

En cuanto al alineamiento vertical se ha verificado las pendientes longitudinales mínimas y máximas, y longitudes en tangente vertical. Las pendientes se obtienen de los planos de cada camino en particular, los cuales se comparan con la mínima (i_{\min}) y máxima pendiente longitudinal (i_{\max}) mostrado en la tabla 3.8. Para carreteras de tercera clase de orografía montañosa y para una velocidad de 20 km/h le corresponde un i_{\max} de 10% y un i_{\min} de 0.5% . Este valor se ha restringido, según las consideraciones indicadas en el Item. 3.2.3, que para $R \leq 50m$ se ha evitado considerar pendientes $i > 8\%$, con el fin de que pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente. En cuanto a la longitud T_v de la tangente vertical, los datos se obtienen de los planos y se comparan con las consideraciones adoptadas en el Item. 3.2.4.

7.2.3. Secciones transversales

El ancho, tanto de la calzada como de berma, se ha obtenido de los planos de secciones transversales, los cuales se verifica con las tablas 3.9 y 3.10, respectivamente. Dichos valores corresponden, para caminos



de tercera categoría, un ancho de calzada y berma mínima de 5m y 0.50m, respectivamente.

En cuanto a la coordinación del trazado en planta y perfil, se ha verificado la superposición de curvaturas. Para tal fin los datos se han obtenido de los planos correspondientes y se ha verificado la coincidencia de ubicación.

7.3. Levantamiento de la señalización

Otro aspecto elemental estudiado sobre la seguridad en la geometría es la señalización de tránsito. Aunque éstos no dependen directamente del relieve, sino de las características físicas de la vía; sin embargo, es un aspecto externo a la geometría que contribuye a mejorar la seguridad en las carreteras; por ende, se realizó el levantamiento de la señalización para cada camino seleccionado, con el fin de determinar la suficiencia de los dispositivos existentes para cubrir todo el trazado y las condiciones en las que se encuentran.

Para lograr dicho fin, el levantamiento se realizó in situ; es decir, se visitaron los caminos seleccionados, para poder fotografiarlos y ubicar la posición de los dispositivos en las progresivas correspondientes.

Con fines didácticos para el levantamiento, se ha llevado a cabo a través de una ficha elaborada (tabla.7.2), en la cual se resume las características de las señalizaciones en el terreno, tales como el nombre del camino, señal, información e imagen; cuyos resultados de la misma en el sentido de ida (avance según kilometraje), se muestran en el Anexo 4. En la tabla 7.2, se muestra la ficha prototipo del levantamiento de la señalización.



Tabla 7.2 Ficha levantamiento de señalización

Nombre del camino		
Señal	Información	Imagen
Nombre1	Clasificación	Fotografía1
	Código	
	Ubicación	
	Sentido	
	Estado de conservación.	
Nombre2	Clasificación	Fotografía2
	Código	
	Ubicación	
	Sentido	
	Estado de conservación.	

Fuente: Elaboración propia

7.4. Materiales y/o equipos considerados para obtener datos de campo

Para obtener los datos de campo se requiere una serie de materiales y/o equipos, los cuales se detallan a continuación:

7.4.1. Materiales para levantamiento topográfico

Se menciona los siguientes materiales y/o equipos:

- Yeso en bolsas de 17 kg.
- Wincha de fibra de vidrio de 50mts.
- Wincha metálica de 5 mts.
- Estaca de madera de la zona D=1"x0.40mts.
- Pintura esmalte.
- Miras y jalones.
- Trípode.
- Teodolito.
- GPS.



- Eclímetro.
- Brújula.

7.4.2. Materiales para levantamiento de la señalización

Se mencionan los siguientes materiales:

- Plano en planta del camino correspondiente al levantamiento, con el kilometraje bien definido y claramente.
- Ficha del levantamiento de señalización
- Cámara fotográfica para obtener imagen de los señales.
- Cinta métrica, otros.

7.5. Metodología para evaluar la consistencia del diseño geométrico

Como mecanismo para detectar problemas de consistencia del trazado se ha adoptado el modelo realizado en Colombia por Sánchez, con cuyas ecuaciones mostrados en la tabla 5.3, se estimaron las velocidades de operación (V85). Se adopta estas ecuaciones empíricas porque en nuestro país hasta la fecha no se cuentan con modelos propios desarrollados; además, dicho modelo adoptado es la que mejor representa a las características del sitio de los caminos en estudio. Las ecuaciones del modelo en cuestión, están en función de la pendiente longitudinal de la curva horizontal y su respectivo radio de curvatura, cuyos datos se obtienen de los planos correspondientes. Para calificar la consistencia, en la presente tesis se adoptó el modelo de Lamm (1995), específicamente el segundo criterio, la que tiene en cuenta la diferencia de velocidad entre elementos consecutivos; esto, debido a que los conductores experimentan mejor el grado de consistencia al circular entre elementos curvas consecutivas.

En la aplicación del modelo adoptado fue necesario establecer unos valores límites para calcular la velocidad de operación, ya que para ciertos



valores de radio daban valores de velocidad negativa; además, el citado modelo se limita para cálculos de alineamientos con pendientes mayores a 9% y menores a -9%, por lo que fue necesario considerar la velocidad específica (V_e) como velocidad de operación ($V_{op.}$) y, así evitar valores ilógicos. Esta velocidad específica (V_e) se ha calculado con la ecuación 4.

Seguidamente, se determina la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas en el sentido de ida (avance según kilometraje), que contrastados con el criterio de Lamm, según rangos mostrados en la tabla 5.5, nos dieron la calificación para todas las curvas del camino del tramo estudiado. Con fines didácticos, los resultados se plasmaron en tablas, cuyo modelo prototipo se visualiza en la siguiente tabla 7.3.

Tabla 7.3. Ficha para evaluar la consistencia del trazado (sentido ida)

Nº de Curva	Radio	Pendiente	V_{85}	ΔV_{85}	Calificación de la consistencia
1					
2					
-					
-					

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO 8

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se consignan los resultados, fruto de la aplicación de la metodología planteada para este trabajo de investigación; los cuales comprende la verificación del cumplimiento de la recomendaciones del manual vigente de carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”, el análisis de consistencia y el análisis de la señalización de tránsito.

8.1. Verificación del cumplimiento de las recomendaciones del manual de carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”

A continuación se muestran los resultados obtenidos de los diferentes elementos de diseño geométrico, fruto de la contrastación con el manual vigente de carreteras.

8.1.1. Camino vecinal: HU-644 (La Esperanza–Malconga)

Información general del camino estudiado:

- Tramo seleccionado : K6+000 – K8+500
- Longitud total : 2.5 km.
- Número de curvas :19
- Número de desarrollos :5
- Número de tangentes entre curvas “S” : 10



Tabla.8.1 Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza-Malcongá)

Porcentajes de cumplimiento de elementos de diseño geométrico del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza -Malcongá)	
EN PLANTA	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
L _{min.} "S"	77%
L _{máx.}	95%
R _{min}	100%
Relacion de radios	33%
Visibilidad en curvas :D _p	42%
Peralte	11%
Sa	37%
EN PERFIL	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
i _{máx.}	86%
i _{mín.}	100%
T _{v máx.}	86%
EN SECCIONES TRANSVERSALES	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
Ancho calzada (mín.)	8%
Ancho de berma (mín.)	85.50%
COORDINACIÓN PLANTA-PERFIL	
Parámetro verificado	% de cumplimiento
Superposición de curvas	100%

Fuente: Elaboración propia

8.1.2. Camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca – Santo Domingo de Nauyán)

Información general del camino estudiado:

- Tramo seleccionado : K4+000 – K7+000
- Longitud total : 3km.
- Número de curvas : 36



- Número de desarrollos : 7
- Número de tangentes entre curvas “S” : 14

Tabla.8.2 Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Santo Domingo de Nauyán)

Porcentajes de cumplimiento de elementos de diseño geométrico del camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca -Nauyán)	
EN PLANTA	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
Lmin."S"	58%
Lmáx.	100%
Rmin	86%
Relacion de radios	46%
Visibilidad en curvas :Dp	69%
Peralte	31%
Sa	39%
EN PERFIL	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
imáx.	47%
imín.	100%
Tv máx.	73%
EN SECCIONES TRANSVERSALES	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
Ancho calzada (mín.)	22%
Ancho de berma (mín.)	77%
COORDINACIÓN PLANTA-PERFIL	
Parámetro verificado	% de cumplimiento
Superposición de curvas	100%

Fuente: Elaboración propia



8.1.3. Camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna–San Francisco de Cayrán)

Información general del camino estudiado:

- Tramo seleccionado :K1+500 – K4+573
- Longitud total : 3.073 km.
- Número de curvas : 27
- Número de tangentes entre curvas "S" : 12

Tabla 8.3. Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino vecinal: HU-658(Cayhuayna-San Francisco de Cayrán)

Porcentajes de cumplimiento de elementos de diseño geométrico del camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna-Cayrán)	
EN PLANTA	
Parámetros verificados	Porcentaje de cumplimiento
Lmin."S"	64%
Lmáx	100%
Rmin	92%
Relacion de radios	50%
Visibilidad en curvas :Dp	80%
Peralte	68%
Sa	44%
EN PERFIL	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
imáx.	100%
imín.	100%
Tv máx.	100%
EN SECCIONES TRANSVERSALES	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
Ancho calzada (mín.)	25%
Ancho de berma (mín.)	89%
COORDINACIÓN PLANTA-PERFIL	
Parámetro verificado	% de cumplimiento
Superposición de curvas	91%

Fuente: Elaboración propia



8.1.4. Camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)

Información general del camino estudiado:

- Tramo seleccionado :K0+000 – K3+387
- Longitud total : 3.387 km.
- Número de curvas :39
- Número de desarrollos :3
- Número de tangentes entre curvas "S" : 21

Tabla 8.4. Porcentajes de cumplimiento del diseño geométrico del camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)

Porcentajes de cumplimiento de elementos de diseño geométrico del camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)	
EN PLANTA	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
Lmin."S"	70%
Lmáx	100%
Rmin	74%
Relacion de radios	77%
Visibilidad en curvas :Dp	72%
Peralte	97%
Sa	10%
EN PERFIL	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
imáx.	87.50%
imín.	100%
Tv máx.	87.50%
EN SECCIONES TRANSVERSALES	
Parámetros verificados	% de cumplimiento
Ancho calzada (mín.)	8%
Ancho de berma (mín.)	77%
COORDINACIÓN PLANTA PERFIL	
Parámetro verificado	% de cumplimiento
Superposición de curvas	100%

Fuente: Elaboración propia



Para un mejor análisis general de la verificación realizada anteriormente del porcentaje de cumplimiento de los elementos de diseño de cada uno de los caminos estudiados, se materializa en la siguiente tabla 8.5, el cual nos muestra el porcentaje promedio de cumplimiento.

Tabla 8.5. Porcentajes de cumplimiento promedio de los elementos de diseño geométrico de los caminos estudiados

Elementos de diseño geométrico con porcentaje promedio de cumplimiento					
Ruta N°	HU-644	HU-808	HU-658	HU-649	Porcentaje Promedio de cumplimiento
ELEMENTOS	Esperanza - Malconga	Loma Blanca - Nauyán	Cayhuayna - Cayrán	HU-645 - Pomacucho	
L _{min} "S"	77%	58%	64%	70%	67%
L _{máx}	95%	100%	100%	100%	99%
R _{min}	100%	86%	92%	74%	88%
Relacion de radios	33%	46%	50%	77%	52%
Visibilidad en curvas :Dp	42%	69%	80%	72%	66%
Peralte	11%	31%	68%	97%	52%
Sa	37%	39%	44%	10%	33%
l _{máx} .	86%	47%	100%	87.50%	80%
l _{min}	100%	100%	100%	100%	100%
Tv máx.	86%	73%	100%	87.50%	87%
Ancho calzada (mín.)	8%	22%	25%	8%	16%
Ancho de berma (mín.)	85.50%	77%	89%	77%	82%
Superposición de curvas	100%	100%	91%	100%	98%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla.8.5, la longitud de recta mínima entre curvas reversas presenta un 64% de cumplimiento promedio, siendo insuficiente para asegurar una conducción cómoda y segura. Esta situación afecta la percepción óptica del camino, aumentando el riesgo en la maniobra.

El radio mínimo presenta un 88% de cumplimiento promedio. El más alto se obtiene en el camino HU-645 (La Esperanza-Malconga), con el 100% de cumplimiento; el más bajo presenta el camino HU-649 (Emp.HU-645 – Pomacucho), con el 74% de cumplimiento, ello se debe a que en este camino existen siete curvas de desarrollos, cuyos valores de los radios se encuentran muy por debajo de las menores establecidas por el manual vigente. Situación que se torna riesgosa desde el punto de vista de la



seguridad, que obligan a los conductores a ajustar su velocidad de circulación provocando variaciones de velocidad, lo que genera situaciones de inseguridad.

En el caso de relación de radios entre curvas consecutivas, sólo cumple el 52% en promedio, lo que nos indica que las carreteras presentan serias falencias en el aspecto de consistencia, por la baja homogeneidad entre los radios de curvas consecutivas, lo que puede producir conductas indeseables como una disminución repentina de velocidad o un cambio brusco de trayectoria, generando así maniobras de riesgo. El manual vigente DG-2013, estipula que se debe evitar pasar bruscamente de una zona de curvas de radios grandes a otra de marcadamente menores, debe intercalarse en forma gradual.

En cuanto a la distancia de visibilidad en curvas horizontales, se observa que éstas cumplen casi satisfactoriamente en la mayoría de las curvas de los caminos estudiados, obteniendo un 66% de cumplimiento promedio; no obstante, el 36% no cumplen con la distancia mínima de visibilidad hacia adelante y la mayoría de los cuales cuentan con radios pequeños, lo que implica que el conductor se vea limitado de realizar con seguridad ciertas maniobras ante la eventualidad de un peligro inminente que puede ser motivo de accidentes.

Para el caso de los peraltes se advierte que el porcentaje de cumplimiento es de 52%, siendo insuficientes como medida de seguridad; ya que no serían capaces de estabilizar a los vehículos y podrían deslizarse hacia el exterior de las curvas.

En lo que concierne al Sobre ancho, presenta un 33% de cumplimiento promedio. Situación que influye negativamente en los conductores de mantener su vehículo en el carril de circulación.

En el caso de pendientes máximas longitudinales no presentan mayores problemas para la seguridad, pues se observa un 80% de cumplimiento



promedio. Para el caso del camino HU-649 (Emp.HU-645 – Pomacucho), presenta un 97% de cumplimiento, siendo la máxima; sin embargo, la mínima es del 11%, que corresponde al camino HU-645 (La Esperanza-Malconga), Esta situación podría ser peligrosa para la seguridad, especialmente en fuertes pendientes inclinadas y en bajadas, al aplicarse los frenos bruscamente a los vehículos que podría resbalarse, sobre todo cuando la calzada se torna resbalosa por el efecto de las lluvias.

Del mismo modo, se analiza que la longitud de tangente máxima vertical presenta un 87% de cumplimiento promedio, lo que indica que en su mayor parte la vía opera en condiciones de seguridad.

En cuanto al ancho de la calzada se observa que el porcentaje de cumplimiento es demasiado bajo, con tan sólo el 16% de cumplimiento promedio; situación que advierte peligro de seguridad para circular cómodamente, especialmente al cruzarse dos vehículos que viajan en sentidos opuestos y a velocidad de diseño, pues existe mayor probabilidad de producirse un choque.

Finalmente, se observa que las bermas cumplen satisfactoriamente en los cuatro caminos estudiados, haciendo el 82% de cumplimiento promedio. Esto indica que existe suficiente espacio para detenerse ocasionalmente y realizar maniobras de emergencia ante una eventualidad.

8.2. Levantamiento de señalización

Fruto de la verificación, a continuación se muestran las señalizaciones existentes y las condiciones en las que se encuentran, los cuales se visualizan a través de tablas.



8.2.1. Camino vecinal : HU-644 (La Esperanza–Malconga)

Tabla 8.6 Resultados de señalización del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza –Malconga)

		Nº de Dispositivos	Estado de Conservación	Observación
TIPO DE SEÑAL VERTICAL	Reglamentarias			
	Preventivas	1: Curva a la izq. (P-2B)	Mala	Pérdida de tonalidad.
		1: señal zona urbana (P-49)	Mala	
Informativas	3: hitos kilométricos (I-8)	Mala	Los tres hitos están destrozados y en malas condiciones.	

Fuente: Elaboración propia

8.2.2. Camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca – Santo Domingo de Nauyán)

Tabla 8.7 Resultados de señalización del camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca –Nauyán).

		Nº de Dispositivos	Estado de Conservación	Observación
TIPO DE SEÑAL VERTICAL	Reglamentarias	2 : Prohibido adelantar (R-16)	Buena	Buena visibilidad
	Preventivas	2 : Zona urbana (P-56)	Buena	Buena visibilidad
	Informativas	4 : hitos kilométricos. (I-8)	Mala-Regular	tres hitos en estado de conservación regular y una mala, ya que está destrozada.

Fuente: Elaboración propia



8.2.3. Camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna–San Francisco de Cayrán)

Tabla 8.8 Resultados de señalización del camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna –Cayrán).

		Nº de Dispositivos	Estado de Conservación	Observación
TIPO DE SEÑAL VERTICAL	Reglamentarias			
	Preventivas	2: Curva en U-izq. (P-5-2B)	Mala	Pérdida de Tonalidad en el color y obstaculizado por la vegetación
		1: Badén (P-34)	Mala	
	Informativas	2: hitos km. (I-8)	Mala	Hitos deteriorados.
1: Localización (I-18)		Mala		

Fuente: Elaboración propia

8.2.4. Camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)

Tabla 8.9 Resultados de señalización del camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 – Pomacucho).

		Nº de Dispositivos	Estado de Conservación	Observación
TIPO DE SEÑAL VERTICAL	Reglamentarias			
	Preventivas	1: curva a la izq. (P-2B)	Regular	Tonalidad del color disminuido
	Informativas	3: hitos km. (I-8)	Mala	Los hitos se encuentran deterioradas y en el resto, la tonalidad de color de fondo está
		2: Localización (I-18)	Regular	

Fuente: Elaboración propia

8.3. Resultados y análisis de la evaluación de la consistencia del diseño geométrico

Fruto de la aplicación de la metodología planteada, se muestran los resultados obtenidos del cálculo de la velocidad de operación (V85), como



también la calificación de la consistencia del trazado. La velocidad de operación (V85) se ha calculado con el modelo colombiano, de Sánchez Ordoñez; y la calificación, con el criterio de Lamm. Todo ello, según la metodología planteada para cada caso.

8.3.1. Camino vecinal: HU-644 (La Esperanza–Malconga)

Tabla 8.10 Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza- Malconga ,sentido- ida)

Nº de Curva	Radio	Pendiente	V85	$\Delta V85$	Calificación de la consistencia
1	200	5.32	57.18	—	—
2	25.29	4.38	47.7	9.48	Buena
3	25.29	5.32	40.72	6.98	Buena
4	25.29	12.85	31.47	9.25	Buena
5	18.48	10.21	25.73	5.74	Buena
6	18.48	6.2	39.76	14	Regular
7	83.2	4.38	46.23	6.47	Buena
8	15.23	13.4	24.64	21.59	Mala
9	47.47	5.32	42.53	17.9	Regular
10	15.23	8.98	40.6	1.93	Buena
11	15.23	8.99	39.31	1.29	Buena
12	345.42	4.38	72.33	33	Mala
13	53.02	5.33	56.29	16.04	Regular
14	15.23	5.33	40.82	15.47	Regular
15	119.72	6.94	49.76	8.94	Buena
16	15.23	9.41	23.02	26.74	Mala
17	196.26	9.41	82.66	59.6	Mala
18	180.61	8.98	63.09	19.57	Regular
19	80.65	8.98	52.46	10.63	Regular

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la diferencia de velocidad entre curvas consecutivas supera en cuatro puntos los 20km/h (22% de las curvas), lo que lleva a calificar como MALA consistencia del trazado desde el punto de vista de velocidades de operación. En efecto, los conductores deberán desacelerar bruscamente para circular con seguridad por esos puntos.

Asimismo, existen siete puntos (33%) donde la velocidad entre curvas consecutivas varía entre 10 y 20km/h, indicativo de una REGULAR consistencia del trazado, lo que implica que la carretera presenta



algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Lo anterior se debe por enlazar curvas consecutivas de radio pequeño con radios grandes y a la presencia de cinco curvas de vuelta (desarrollos), generados por ceñir el trazado a la topografía existente, y a la variación de radios de curvatura, que está entre 15.23m y 345m.

No obstante, en el 45% de las curvas la diferencia de velocidad de operación entre curvas consecutivas es menor a 10km/h, indicativo de una BUENA consistencia del trazado.

8.3.2. Camino vecinal:HU-808 (Loma Blanca – Santo Domingo de Nauyán)

Tabla 8.11. Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca - Nauyán ,sentido - ida)

Nº de Curva	Radio	Pendiente	VBS	AVBS	Calificación de la consistencia
1	6.1	11.36	15		
2	50	15.07	45.82	30.82	Mala
3	38.25	7.72	41	4.82	Buena
4	86.67	12.85	58.27	17.27	Regular
5	62.51	8.42	46.9	11.37	Regular
6	23.92	6.2	42.07	4.83	Buena
7	52.54	12.92	45.42	3.35	Buena
8	7.29	13.4	17.05	28.37	Mala
9	93.52	8.5	46.82	29.77	Mala
10	6.17	8.68	41.53	5.29	Buena
11	10	8.32	38.42	3.11	Buena
12	46.32	7.67	42.21	3.79	Buena
13	50.79	8.53	44.11	1.9	Buena
14	88.32	1.28	58.3	14.19	Regular
15	122.65	4.51	52.97	5.33	Buena
16	17.02	7.39	43.78	9.19	Buena
17	6.58	10.47	15.42	28.36	Mala
18	44.38	6.62	41.88	26.46	Mala
19	95.45	14.32	62.6	20.72	Mala
20	107.5	7.73	51.74	10.86	Regular
21	50	9.32	41.65	10.09	Regular
22	6.5	7.62	39.83	1.82	Buena
23	21.37	9.32	27.22	12.61	Regular
24	19.35	14.32	28.18	0.96	Buena
25	115.39	9.3	63.25	35.07	Mala
26	80	9.32	52.68	10.57	Regular
27	50	9.32	41.65	11.03	Regular
28	98.25	7.15	49	7.75	Buena
29	8.28	10.13	17.02	31.98	Mala
30	82	5.31	45.71	28.69	Mala
31	101.67	5.31	50.64	4.93	Buena
32	7.73	13.78	17.66	32.98	Mala
33	67.93	9.68	48.84	31.18	Mala
34	76.25	11.93	53.83	4.99	Buena
35	84.55	7.35	48.68	5.15	Buena
36	105.64	7.85	51.12	2.44	Buena

Fuente: Elaboración propia



Se observa que la diferencia de velocidad entre curvas consecutivas supera en varios puntos los 20km/h. En el 31.5% de las curvas se produce esta situación, lo que lleva a calificar como MALA consistencia del trazado desde el punto de vista de velocidades de operación. En efecto, los conductores deberán desacelerar bruscamente para circular con seguridad por esas secciones.

Hay otros cinco puntos (14%) donde la velocidad entre curvas consecutivas varía entre 10 y 20km/h, indicativo de una REGULAR consistencia del trazado, lo que implica que la carretera presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

En los dos casos se debe por la presencia de siete curvas de vuelta (desarrollos), generados por ceñir el trazado a la topografía existente, y a la variación de radios de curvatura, que está entre 6.1m y 122m. No obstante en el 54.5%, la velocidad de operación entre curvas consecutivas es inferior a 10km/h, indicativo de una BUENA consistencia del trazado, lo que implica mayor seguridad en la circulación.

8.3.3. Camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna–San Francisco de Cayrán)

Tabla 8.12. Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna-Cayrán, Sentido-Ida)

Nº de Curva	Radio	Pendiente	V25	AV25	Calificación de la consistencia
1	100	5.25	47.18	-	-
2	80	5.25	49.18	2	Buena
3	90	5.25	49.38	0.2	Buena
4	45	5.25	45.28	4.1	Buena
5	20	5.25	40.98	4.3	Buena
6	30	5.25	40.98	0	Buena
7	106.18	5.25	49	8.02	Buena
8	328.41	5.25	25.36	23.64	Mala
9	2177.46	5.25	193.8	168.44	Mala
10	20	-7.54	165.24	28.56	Mala
11	8	-2.1	31.29	133.95	Mala
12	40	4.85	41.5	10.21	Regular
13	90	4.85	47.78	6.28	Buena
14	20	4.85	42.78	5	Buena
15	90	4.85	46.98	4.2	Buena
16	90	8.33	49.78	2.8	Buena
17	90	2.38	58.96	9.18	Buena
18	30	8.47	43.78	15.18	Regular
19	95	0.97	60	16.22	Regular
20	20	0.97	21.95	38.05	Mala
21	8	3.64	14.82	7.13	Buena
22	20	3.64	23.45	8.63	Buena
23	20	3.64	23.45	0	Buena
24	20	3.64	23.45	0	Buena
25	95	3.64	60.83	37.38	Mala

Fuente: Elaboración propia



En el 25% de las curvas la diferencia de velocidad entre elementos consecutivos supera los 20km/h (p.k.: 2800, 3230, 3330, 3400, 4350 y 4540 en el sentido de ida Cayhuayna – Cayrán), indicativo de una MALA consistencia del trazado, lo que implica que en estos puntos la vía presenta problemas de seguridad e inclusive llegan a ser críticas, por lo que los conductores deberán desacelerar bruscamente para circular con seguridad en dichas secciones. Esto se debe por intercalar curva de radio grande a curvas de radio pequeño y viceversa, lo que contraviene lo indicado por el manual, la de intercalar radios sucesivos de forma gradual.

Hay otros tres puntos (12.5%) donde la velocidad entre elementos consecutivos varía entre 10 y 20km/h, indicativo de una REGULAR consistencia del trazado, lo que implica que el trazado presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen ser críticas.

No obstante, en el 62.5% de las curvas la velocidad de operación entre curvas consecutivas es inferior a 10km/h, indicativo de una BUENA consistencia del trazado, lo que implica que los vehículos circulan aproximadamente con velocidades de operación cercanos a la velocidad de proyecto.



8.3.4. Camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)

Tabla 8.13. Resultados de evaluación de la consistencia del camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho ,sentido - ida)

Nº de Curva	Radio	Pendiente	V85	AV85	Catificación de la consistencia
1	46.65	2.18	26.04		
2	54.71	5.64	44.51	18.47	Regular
3	23.69	9.92	28.98	15.53	Regular
4	23.99	6.58	40.54	11.56	Regular
5	16.7	4.94	39.8	0.74	Buena
6	142	4.94	52.04	12.24	Regular
7	23.99	7.44	45.25	6.79	Buena
8	11.85	8.68	39.32	5.93	Buena
9	22.02	2.18	23.75	15.57	Regular
10	18.07	8.02	39.86	16.11	Regular
11	8.03	9.07	38.7	1.16	Buena
12	18.65	12.44	27	11.7	Regular
13	18.65	12.44	27	0	Buena
14	36.47	3.93	6.96	20.04	Mala
15	10.47	2.18	16.38	9.42	Buena
16	15.89	15.24	25.9	9.42	Buena
17	12.69	0.87	17.5	8.4	Buena
18	8.04	1.13	14	3.5	Buena
19	21.3	9.69	27.36	13.36	Regular
20	24.43	9.69	29.31	1.95	Buena
21	12.18	6.7	39.37	10.06	Regular
22	22.54	6.89	39.92	0.55	Buena
23	8.41	7.02	38.92	1	Buena
24	11.54	6.38	38.67	0.25	Buena
25	9.58	7.1	38.59	0.08	Buena
26	10.5	7.1	48.16	9.57	Buena
27	9.67	7.1	38.56	9.6	Buena
28	8.01	5.9	38.36	0.2	Buena
29	14.28	5.13	38.93	0.57	Buena
30	9.8	7.59	38.73	0.2	Buena
31	14.03	15.81	24.55	14.18	Regular
32	3.28	6.79	38.06	13.51	Regular
33	10.91	6.38	38.39	0.33	Buena
34	15.33	1.13	20	18.39	Regular
35	18.45	5.9	39.63	19.63	Regular
36	14.9	6.79	39.4	0.23	Buena
37	11.88	4.11	38.96	0.44	Buena
38	7.75	8.31	38.43	0.53	Buena
39	8.1	7.02	38.3	0.13	Buena

Fuente: Elaboración propia

Se observa aproximadamente que en el 63% de las curvas consecutivas la variación de velocidad de operación no es crítica, siendo inferior a los 10km/h, indicativo de una BUENA consistencia del trazado, lo que implica que la carretera no presenta problemas de seguridad en dichos puntos.

Sin embargo, existen catorce puntos (34%) donde la velocidad entre curvas consecutivas varía entre 10 y 20km/h, indicativo de una REGULAR consistencia del trazado, lo que implica que la carretera presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas. Ello se debe por intercalar curvas de radio grande a curvas de radio pequeño y viceversa, generados por ceñir el trazado a la topografía existente, ya que se debe ascender en 3km, con tres desarrollos, un desnivel de 233m; lo que genera gran diferencia de



inclinación de la rasante entre ellos, presentando en algunos, una pendiente promedio de 15%, lo que contraviene lo establecido por el manual. En este tramo existe una sola curva (3%), que califica como MALA la consistencia del trazado.

8.4. Conclusiones del estudio de los caminos seleccionados

A continuación se presentan los resultados combinados.

8.4.1. Camino vecinal: HU-644 (La Esperanza–Malconga)

Es una vía de la Red Vial Vecinal que empalma a la Vía Nacional PE-18A (La Esperanza) y se localiza en el Distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco, de 12km de longitud aproximada y une la ciudad de Huánuco con el C.P. de Malconga, pasa por localidades como Cachuna y Sariapampa.

El tramo estudiado se encuentra entre el p.k. 6000m y el p.k. 8500m, con una longitud de 2.5km, de topografía accidentada, propio de la serranía del Perú.

Desde el punto de vista de seguridad, se encontró que los elementos de diseño presentan serios problemas, reflejados en los valores de cumplimiento de porcentajes menores con respecto al manual de Diseño de Carreteras. Tal es así, que la calzada sólo cumple el 8%, cuyo ancho varía entre 3.10m y 5.20m. Aunque el radio mínimo cumple el 100%; sin embargo, la relación de radios entre curvas consecutivas alcanza el 33% de cumplimiento, que califica como MALA consistencia del trazado, lo que evidencia una carretera con probabilidades de que los conductores se vean sorprendidos ante ciertas configuraciones indeseables en la geometría, razón por la cual la seguridad se ve afectado.

Lo anterior se debe a la presencia de cuatro curvas de desarrollo, generados por ceñir el trazado a la topografía existente y por enlazar



curvas consecutivas de radio pequeño con curvas de radio marcadamente grande, especialmente en curvas de desarrollo. Existen otras siete curvas, que representan el 39%, donde la calificación de la consistencia es REGULAR, lo que implica que el trazado presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin mayores problemas.

Las señalizaciones existentes son insuficientes en demasía, ya que solo cuenta con cinco dispositivos y se encuentran en malas condiciones.

La acción conjunta de estos tres aspectos, inciden negativamente en algunos puntos específicos de la vía, y por ende operan en condiciones inseguras en tales puntos.

Para atender estos problemas se recomienda a corto plazo reforzar con señalizaciones los puntos críticos. A mediano plazo recomienda como medida correctiva un mejoramiento puntual de trazado, es decir, de los puntos críticos, buscando una mejor homogeneidad de radios. Asimismo, se recomienda incorporar más señalizaciones y las existentes sustituir por nuevas señalizaciones.

8.4.2. Camino vecinal:HU-808 (Loma Blanca – Santo Domingo de Nauyán)

Es una vía de la Red Vial Vecinal que se localiza al Oeste de la ciudad de Huánuco; en el Distrito, Provincia y Departamento de Huánuco, tiene una longitud aproximada de 10.5km y une la ciudad de Huánuco con el C.P. de Santo Domingo de Nauyán, pasa por la localidad de Yacupunta.

El tramo estudiado se encuentra entre el p.k. 4000m y el p.k. 700m, con una longitud de 3km, que discurre por una ladera de topografía accidentada.

Aunque la vía fue mejorada hace unos años atrás; sin embargo, desde el punto de vista de seguridad presenta ciertas falencias en su diseño geométrico, la misma que se ven reflejados en los valores de



cumplimiento de porcentajes demasiado menores. Así por ejemplo, la calzada sólo alcanza el 22% de cumplimiento, cuyo ancho varía entre 2.90m y 5.57m. La pendiente máxima alcanza el 47% de cumplimiento. Por su parte, el radio mínimo alcanza el 86% de cumplimiento y la mayoría de los que no cumplen son las curvas de desarrollo; en la mayoría de las cuales la variación de velocidad de operación supera los 20km, que califica como MALA consistencia del trazado, lo que evidencia que los conductores deberán desacelerar bruscamente para circular con seguridad por esos puntos. Razón por la cual, el nivel de seguridad, en dichas vías se ve reducido.

Lo anterior se debe a la presencia de siete curvas de desarrollo, generados por ceñir el trazado a la topografía existente y por enlazar curvas consecutivas de radio pequeño con curvas de radio marcadamente grande, que varían entre 6.10m y 122.65m. Existen otras siete curvas, donde la calificación de la consistencia es REGULAR, lo que implica que el trazado presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

En todo el tramo estudiado existen 8 dispositivos, los cuales se encuentran en buenas condiciones, excepto el hito kilométrico km 7 que se encuentra destrozada; sin embargo, son insuficientes para cubrir todo el trazado.

En efecto, aunque en la mayor parte del tramo la vía se comporta de manera satisfactoria; no obstante, en algunos puntos específicos opera en condiciones inseguras.

Para atender estos problemas se recomienda a corto plazo reforzar con señalizaciones las zonas peligrosas. A mediano plazo se recomienda como medida correctiva un mejoramiento puntual de trazado, es decir, de los puntos críticos, buscando una mejora en las características



geométricas. Asimismo, se recomienda incorporar más señalizaciones y las existentes sustituir por nuevas señalizaciones.

8.4.3. Camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna–San Francisco de Cayrán)

Es una vía de la Red Vial Vecinal que se localiza al Sur Oeste de la ciudad de Huánuco; en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Provincia y Departamento de Huánuco, tiene una longitud aproximada de 4.573km y une esta ciudad con el mencionado distrito.

El tramo estudiado se encuentra entre el p.k. 1500m y el p.k. 4573m, con una longitud de 3.073km, que discurre siguiendo la configuración de una quebrada, de topografía accidentada.

Desde el punto de vista de seguridad presenta moderadamente falencias en su diseño geométrico, la misma que se ven reflejados en los porcentajes de cumplimiento. Así por ejemplo, sólo dos curvas no cumplen con radio mínimo establecido por el manual vigente; no hay problemas, en cuanto a pendiente. Los únicos parámetros con bajo cumplimiento y que son relevantes es la calzada (25%), relación de radios (50%) y longitud mínima en tangentes (52%).

En cuanto a la consistencia, sí que presenta serios problemas, ya que existe una curva con radio demasiado grande que alcanza los 2177.46m, lo que genera una baja consistencia; además, otro punto donde se genera baja consistencia es en las dos curvas de desarrollo, debido a su radio reducido. Esta situación produce que la geometría de la vía no se ajusta a las expectativas de los conductores y por tanto que estos pueden verse sorprendido ante estas configuraciones indeseables, produciendo una alta variabilidad en la velocidad que puede conllevar a los accidentes.



A lo largo del tramo estudiado se cuenta con seis dispositivos existentes, siendo insuficientes para cubrir todo el trazado; así como se encuentran en malas condiciones, algunos cubiertos por la vegetación.

En efecto, la geometría de este camino, aunque si bien es cierto que satisface adecuadamente en la mayor parte del tramo; no obstante, presenta ciertas falencias en su diseño, específicamente en ciertas zonas puntuales.

Para solucionar estos problemas se recomienda a corto plazo, como medida preventiva, incorporar señalizaciones en aquellas zonas peligrosas; y a mediano plazo, estudiar la mejora del trazado en los puntos críticos, es decir, rediseñar localmente la carretera.

8.4.4. Camino vecinal: HU-649 (Emp.HU-645 - Pomacucho)

Es una vía de la Red Vial Vecinal que se localiza al Norte de la ciudad de Huánuco; en el Distrito de Santa María del valle, Provincia y Departamento de Huánuco, tiene una longitud aproximada de 3.387km, la cual se inicia en el Emp. HU-645.

El tramo estudiado se encuentra entre el k0+000 y k3+387 (poblado de Pomacucho); discurre por un terreno accidentado, que asciende constantemente hasta llegar al poblado, salvando un desnivel aproximadamente de 233m, razón por la cual cuyos pendientes alcanzan hasta un 15%, muy por encima de lo establecido, lo cual se confirma con el 13% de incumplimiento obtenido. Por su parte, el ancho de calzada, sólo cumple el 8%, por lo que peligra la seguridad para los usuarios.]

Los demás elementos de diseño geométrico también se encuentran muy por debajo de lo permitido, lo cual evidencia problemas de seguridad para la circulación.



El radio mínimo cumple el 74% y las que no cumplen, entre ellos las curvas de desarrollo, se encuentran muy por debajo de lo permitido; asimismo, la relación de radios consecutivos alcanza el 77% de cumplimiento. Esto hace que la carretera presente inconsistencia en su trazado, lo que implica menor seguridad para los usuarios, situación que se debe por enlazar curvas consecutivas de radio pequeño con curvas de radio marcadamente grande, generados por ceñir el trazado a la topografía existente.

Sólo existen 6 señalizaciones, siendo estos insuficientes para cubrir todo el trazado; además, se encuentran en estado de conservación de regular a mala.

La acción conjunta de estos tres aspectos, afecta el nivel de seguridad; pero únicamente en ciertas zonas específicas del trazado.

Para atender estos problemas se recomienda a corto plazo, como medida preventiva, incorporar más señalizaciones en los puntos críticos. A mediano plazo, se propone una mejora puntual del trazado, con mejores características geométricas, dentro de los límites razonables de seguridad y economía.



CAPITULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

La investigación ha arrojado los resultados que se indican a continuación:

- La presente tesis de pregrado trata sobre el estudio de seguridad vial para caminos vecinales de la Provincia de Huánuco, desde la perspectiva de su geometría y que tiene en cuenta los siguientes aspectos:
 - ✓ El cumplimiento del manual vigente de carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)".
 - ✓ La consistencia del trazado.
 - ✓ La señalización de tránsito.
- El objetivo de la norma vigente (DG-2013), es lograr un diseño geométrico de carreteras eficientes, con niveles adecuados de seguridad; para cuyo efecto tiene establecido valores límites normales para los elementos de diseño. En tal sentido, en el desarrollo de esta tesis se encontró que la mayoría de ellos, en un mayor porcentaje cumplen satisfactoriamente con los valores límites establecidos por la norma; no obstante, se deduce que en un menor porcentaje incumplen y se comportan de modo insatisfactorio, por lo que los conductores en su recorrido van a encontrar elementos geométricos (como curvas de radio pequeño, calzadas angostas o fuertes pendientes) que los obligan a disminuir su velocidad de circulación, provocando situaciones de inseguridad. Estas aseveraciones se reflejan en los resultados siguientes de cumplimiento promedio:
 - ✓ Lmín "S" : 67%
 - ✓ Rmín. : 88%



✓ Relación de radios	: 52%
✓ Dv en curvas (mín.)	: 66%
✓ Peralte (e%)	: 52%
✓ Sa (mín.)	: 33%
✓ Tv máx.	: 87%
✓ $i_{máx.}$: 80%
✓ Ancho de calzada (mín.)	: 16%
✓ Ancho de berma (mín.)	: 82%

- Una de las formas de analizar el nivel de seguridad en la geometría de las carreteras es mediante la técnica del análisis de la consistencia del trazado, determinada por las características geométricas del mismo. Una vía con una consistencia mayor, implica mayor seguridad en la circulación; y en su defecto, cuanto menor sea la consistencia, implica menor seguridad en la circulación. Para su evaluación se fundamenta en procedimientos y rangos ya establecidos por investigadores como Lamm (1995) y Sánchez (2007), cuyos modelos se adoptaron en esta tesis; con el de Sánchez, se estimaron las velocidades de operación; y, con el de Lamm, se calificaron la consistencia del trazado. Este último, mediante un rango de variación de velocidad entre elementos consecutivos califica como MALA la variación superior a 20km/h, entre los elementos donde esto ocurre se presenta inconsistencia del trazado; si varía entre 10km/h y 20km/h, califica como REGULAR, lo que implica que el trazado presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas; y, si la variación es menor a 10km/h, califica como BUENA, indicativo de que el trazado no presenta problemas de consistencia, lo que incide favorablemente sobre la seguridad en la circulación.
- Según lo anterior, se encontró aproximadamente en un 55% de las curvas consecutivas, cuyas velocidades de operación son menores a 10km/h, que califican como BUENA consistencia, indicativo de que el



trazado no presenta problemas de seguridad; 25%, varía entre 10km/h y 20km/h, que califican como REGULAR consistencia, indicativo de que el trazado presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas; y, 20%, supera los 20km/h, que califican como MALA consistencia, indicativo de que el trazado presenta problemas para la seguridad, que incluso llegan a ser críticas.

- La señalización de tránsito contribuye a mejorar la seguridad vial en las carreteras, de tal manera que advierte a los usuarios, de las condiciones requeridas para circular sin riesgos creados por las condiciones del camino. En tal sentido, se estudió dicho aspecto con el fin de averiguar si los dispositivos existentes son los suficientes para cubrir todo el trazado y las condiciones en las que se encuentran. Los resultados muestran una insuficiencia de éstas para cubrir todo el trazado, ya que los tramos investigados poseen escasamente en número de 5 a 8 dispositivos, y la mayoría de los cuales se encuentran en MALAS condiciones, lo que se refleja en los siguientes resultados obtenidos:
 - ✓ Tramo HU-644: 5 dispositivos (2 preventivas y 3 informativas), en estado de conservación MALA.
 - ✓ Tramo HU-808: 8 dispositivos (2 reglamentarias, 2 preventivas y 4 informativas), en estado de conservación que varía de BUENA a REGULAR.
 - ✓ Tramo HU-658: 6 dispositivos (3 preventivas e informativas), en estado de conservación MALA.
 - ✓ Tramo HU-649: 6 dispositivos (1 preventiva y 5 informativas), en estado de conservación MALA.
- Para atender estos problemas se propone a corto plazo, reforzar con señalizaciones. A mediano plazo, se recomienda un mejoramiento puntual de trazado; entendido éste, en realizar rectificaciones puntuales de la geometría, destinados a eliminar puntos o sectores que afectan la



seguridad vial; en ese sentido, se propone buscar una mayor homogeneidad de radios, ampliando el radio de las curvas, dando mayor visibilidad en curvas, señalizando adecuadamente las limitaciones en la circulación; en fin, rediseñar localmente el trazado, con mejores características geométricas dentro de los límites razonables de seguridad y economía.

- De esta forma con las consideraciones y el estudio de estos tres aspectos básicos del trazado se pudo hacer un análisis más integral sobre el nivel de seguridad con las que operan los caminos vecinales en el escenario geográfico de la Provincia de Huánuco, donde cada uno de ellos relacionan directamente la seguridad vial con las características que presenta la carretera, y a su vez, estas características geométricas con las características que presenta el territorio de la Provincia, lo que permite sacar conclusiones de forma particular y conjunta respecto a su incidencia sobre la seguridad vial. En ese sentido y sobre la base de cuyos resultados obtenidos se puede concluir que la geometría de los caminos estudiados en la mayor parte de los tramos se comportan de modo suficiente; sin embargo, no son satisfactorias, dado que existen ciertos sectores puntuales del trazado que operan en condiciones inseguras, que no garantizan la mínima seguridad necesaria, los cuales son capaces de ocasionar accidentes de tránsito. En efecto, esta situación se constituye en el principal argumento para que la hipótesis planteada en la presente investigación quede rechazada parcialmente.

9.2. RECOMENDACIONES

Con el fin de complementar la labor emprendida en esta tesis se sugieren a continuación líneas de investigación y otros temas de interés que deben ser abordados.

- Es conveniente señalar, que las conclusiones obtenidas en la presente



investigación se fundamenta sobre la base de una selección de cuatro tramos estudiados, en cuatro rutas diferentes; no obstante, esta base de tramos seleccionados quizás sean insuficientes y poco representativos. Por lo tanto, con el fin de dar mayor representatividad, se recomienda ampliar la investigación emprendida en esta tesis, incorporándose para ello más tramos al análisis de las rutas estudiadas, o en todo caso, realizar el estudio con nuevas rutas y más tramos.

- La presente investigación desarrollada se limita únicamente a caminos vecinales de la Provincia de Huánuco y, siendo la seguridad vial un requisito elemental que debe garantizarse en las carreteras, cualquiera que sea su categoría; por lo tanto, se recomienda extender dicho estudio, aplicado a carreteras departamentales de la Provincia (HU-108 y HU-111), teniendo en cuenta los mismos criterios estudiados en esta tesis.
- Un tema de interés que conviene estudiar es el efecto de la superficie de rodadura sobre el nivel de seguridad en la operación de los caminos vecinales, ya que éstas vías al estar conformados la totalidad de su calzada por material afirmado (ripio), se deterioran más rápidas que las pavimentadas, con la consiguiente pérdida de transitabilidad, lo que afecta las condiciones de seguridad en la circulación.
- El estudio de la consistencia del trazado como elemento que interviene en la seguridad vial es relativamente nuevo; razón por la cual, en nuestro país aún no se cuenta con modelos propios desarrollados. Por ello, se recomienda realizar investigaciones tendientes a obtener modelos de predicción de velocidades adaptados a nuestro medio, es decir, para cada región geográfica de nuestro país y aplicable según categoría de vías.



CAPITULO 10

BIBLIOGRAFIA

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Dirección General de Caminos y Ferrocarriles: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2013)”.Lima, diciembre del 2013.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), Dirección General de Caminos y Ferrocarriles: Manual de Dispositivos de control de tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Lima, mayo del 2000.
- Sánchez, J. (2008). “La Evaluación de la Consistencia del Diseño Geométrico de Carreteras: un aporte a la seguridad vial”, Universidad de Cauca – Colombia.
- Sánchez, J. (2011). Tesis Doctoral: “Metodología para la Evaluación de la Consistencia del Trazado de Carreteras Interurbanas de dos Carriles”, Universidad Politécnica de Madrid – Madrid.
- Manríquez, D. (2010). Tesis Pregrado: “Estudio de seguridad vial para caminos llanos de la Región del Bío-Bío del Programa Caminos Básicos 5000”. Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ingeniería – Departamento de Ingeniería Civil, Concepción – Chile, junio del 2010.
- Pérez a., Camacho F. y García A. (2011).”La Velocidad de Operación y su Aplicación en el Análisis de la Consistencia de Carreteras para la Mejora de la Seguridad Vial. Cuaderno Tecnológico dela PTC, Madrid – España, 2011.
- Pulgar Vidal, J. (1946). Historia y geografía del Perú, Lima - Perú
- Lamm, R., et al.(1988).Possible design procedure to promote desig consistency in highway geometric design on two – lane rural roads. Washington.



- Lamm, R., et al. (1995). Safety module for highway geometric design. Washington.
- Voigt, A. (1996). Evaluation of alternative horizontal curve design approaches on rural two-lane highways. Texas, Report N° TTI-04690-3
- Anderson, I. (1999). Relationship to safety of geometric design consistency measures for rural two-lane highways. Washington-1658.
- Cardoso, J. (1998). Improvement of models on the relations between speed and road characteristics- Portugal.

En línea:

- a) www.mtc.gob.pe > Inicio MTC > Transportes > Caminos y Ferrocarriles
- b) www.aate.gob.pe/transparencia.../situacion_redes_viales_SINAC.pdf
- c) www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones.../Est/.../Libro.pdf



ANEXOS

ANEXO 1:

Glosario de Términos de uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial

Versión Actualizada – junio 2013



ACCIDENTE DE TRÁNSITO: Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada.

AFIRMADO: Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.

ALTITUD: Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla "msnm" (metros sobre el nivel del mar).

AUTOPISTA DE PRIMERA CLASE: Carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00m; 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 (ingresos y salidas), sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

AUTOPISTA DE SEGUNDA CLASE: Carreteras con un IMDA entre 6.000 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 instalara 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), pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel; y con puentes peatonales en zonas urbanas.

AUTORIDAD COMPETENTE: Entidad pública encargada de la administración y gestión de la infraestructura vial pública. Ministerio de Transportes y Comunicaciones

BACHEO: Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura.

BANQUETA: Obra de estabilización de taludes consistente en la construcción de



una o más terrazas sucesivas en el talud. También se usa el término banqueteta para construir una terraza en el talud aledaño a la carretera destinada a que se cumpla el requisito de la distancia mínima de visibilidad de parada del vehículo.

BERMA: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

BOMBEO: Inclinação transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

CALZADA: Ver SUPERFICIE DE RODADURA.

CAMBIO DE ESTÁNDAR: Modificación de las características de una vía, ya sea en forma integral o progresiva para alcanzar niveles de servicio adecuados.

CAMINO: Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

CARRETERA: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CARRETERA AFIRMADA: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de AFIRMADO.

CARRETERA NO PAVIMENTADA: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

CARRETERA PAVIMENTADA: Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida).

CARRETERA SIN AFIRMAR: Carretera a nivel de subrasante ó aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.



CARRIL: Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

CLASIFICADOR DE RUTAS: Documento oficial del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), clasificadas en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural. Incluye las carreteras existentes y en proyecto, el Código de Ruta y su definición según puntos o lugares principales que conecta.

CÓDIGO DE RUTA: Identificación simplificada de una vía del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

CONSERVACIÓN VIAL: Ver MANTENIMIENTO VIAL

CONSTRUCCIÓN: Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes. Ministerio de Transportes y Comunicaciones

CORTE A MEDIA LADERA: Sección transversal de la carretera que se desarrolla en zona de corte abierto o combinada con el terraplén.

CORTE CERRADO: Sección transversal de la carretera que se desarrolla en zona de corte.

COTA DE RASANTE: Valor numérico de un punto topográfico que representa el nivel terminado o rasante referido a un BENCH MARK (BM).

COTA DE TERRENO: Valor numérico de un punto topográfico del terreno referido a un BENCH MARK (BM).

CURVA HORIZONTAL: Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal. Ministerio de Transportes y Comunicaciones

CURVA VERTICAL: Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

DERECHO DE VÍA: Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra



comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO: Señales, marcas, semáforos y dispositivos auxiliares que tienen la función de facilitar al conductor la observancia estricta de las reglas que gobiernan la circulación vehicular, tanto en carreteras como en las calles de la ciudad.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA: Distancia mínima que necesita ver el conductor de un vehículo, delante de su vehículo, para detenerlo al observar un obstáculo ubicado en su carril, para evitar impactarlo.

EJE DE LA CARRETERA: Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

EJES LONGITUDINALES DEL SINAC: Carreteras que recorren longitudinalmente al país, uniendo el territorio nacional desde la frontera norte hasta la frontera sur.

EJES TRANSVERSALES DEL SINAC: Carreteras transversales o de penetración, que básicamente unen la costa con el interior del país.

ELEMENTOS VIALES: Conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y obras complementarias.

EMERGENCIA VIAL: Daño imprevisto que experimenta la vía por causa de las fuerzas de la naturaleza o de la intervención humana, y que obstaculiza o impide la circulación de los usuarios de la vía.

ENSANCHE DE PLATAFORMA: Obra de una carretera que amplía su sección transversal, utilizando parte de la plataforma existente.



ESTACADO: Puntos señalados en el terreno mediante estacas que indican posiciones.

ESTACIÓN: Punto del terreno en el cual se ubica el aparato topográfico para efectuar la medición correspondiente.

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA: Conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios.

GUARDAVÍA: Estructura metálica flexible que por lo general se instala en los bordes de la bermas, separadores centrales y otros lugares de la vía, con fines de señalización y contención de vehículos livianos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA): Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambos sentidos durante 24 horas de una muestra vehicular (conteo vehicular), para un período anual.

INFRAESTRUCTURA VIAL DE CARRETERAS: Toda carretera que conforma o no el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

INVENTARIO VIAL: Registro ordenado, sistemático y actualizado de todas las carreteras existentes, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

JERARQUIZACIÓN VIAL: Ordenamiento de las carreteras que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) en niveles de jerarquía, debidamente agrupadas en tres redes viales (Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural), sobre la base de su funcionalidad e importancia.



LADERA: Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

MANTENIMIENTO PERIÓDICO: Conjunto de actividades programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a: i) reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello, ii) reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento, iii) reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y señalización, iv) reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y v) reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura.

MANTENIMIENTO RUTINARIO: Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes.

MANTENIMIENTO VIAL: Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

MEJORAMIENTO: Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento; así como la construcción y/o adecuación de los puentes, túneles, obras de drenaje, muros, y señalizaciones necesarias.

NIVELES DE SERVICIO: Indicadores que califican y cuantifican el estado de



servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

OBRA: Infraestructura vial ejecutada en un **ÁREA DE TRABAJO**, teniendo como base un Expediente Técnico aprobado, empleando generalmente recursos: mano de obra, materiales y equipo.

OBRA PÚBLICA: Obra que ejecuta en forma directa o indirecta una entidad del Estado con la finalidad de servir al público.

OPERACIÓN VIAL: Conjunto de actividades que se inician al término de una intervención de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio adecuado. Estas están referidas al cuidado y vigilancia de los elementos confortantes de la vía incluyendo la preservación de la integridad física del Derecho de Vía, el control de cargas y pesos vehiculares, los servicios complementarios, medidas de seguridad vial así como la prevención y atención de emergencias viales.

ÓVALO O ROTONDA: Intersección dispuesta en forma de anillo (circular u oval) al que acceden, o del que parten, tramos de carretera, siendo único el sentido de circulación en el anillo.

PENDIENTE DE LA CARRETERA: Inclinación del eje de la carretera, en el sentido de avance.

PERFIL LONGITUDINAL: Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera.

PERALTE: Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.



POSTES DE KILOMETRAJE: Elementos de concreto Portland que sirven para señalar las progresivas de la carretera cada kilómetro.

PLANO TOPOGRÁFICO: Representación gráfica pormenorizada a escala de una extensión de terreno.

PLANOS DEL PROYECTO: Representación conceptual de una obra vial constituido por plantas, perfiles, secciones transversales y dibujos complementarios de ejecución. Los planos muestran la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles del trabajo a ejecutar.

PLATAFORMA: Superficie superior de una carretera, incluye calzadas o superficie de rodadura, bermas, veredas, separadores centrales y cunetas, según corresponda.

PLAZOLETA DE CRUCE: Sección ensanchada de una carretera de un solo carril, destinada a facilitar el adelantamiento o el volteo del tránsito.

PONTÓN: Denominación utilizada para referirse a puentes de longitud menor a 10 m.

PROPIEDAD RESTRINGIDA: Faja de terreno lateral y colindante al Derecho de Vía, donde está prohibido ejecutar construcciones permanentes que puedan afectar a la seguridad vial, a la visibilidad, o dificulten posibles ensanches. Su ancho se establece por resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

PUENTE: Estructura requerida para atravesar un accidente geográfico o un obstáculo natural o artificial.

QUEBRADA: Abertura entre dos montañas, por formación natural o causada por erosión de las aguas.

RAMAL: Bifurcación de una carretera que tiene un punto de inicio fijo, siendo que su punto final no se conecta necesariamente con otra vía similar o de mayor rango vial.



RASANTE: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

RED VIAL: Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural)

RED VIAL DEPARTAMENTAL O REGIONAL: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un Gobierno Regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.

RED VIAL NACIONAL: Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.

RED VIAL VECINAL O RURAL: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados ó zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.

REGISTRO NACIONAL DE CARRETERAS (RENAC): Instrumento de gestión de carácter oficial donde se inscriben las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

REHABILITACIÓN: Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

RIESGO VIAL: Probabilidad de que la infraestructura vial sufra daños, como consecuencia de fenómenos de la naturaleza y/o antrópicos.



ROCA FIJA: Masas de rocas medianas o fuertemente litificadas que, debido a su cohesión y consolidación, requieren necesariamente el empleo sistemático de explosivos para su disgregación.

ROCA SUELTA: Masas de rocas cuyos grados de fracturamiento, cohesión y consolidación, necesiten el uso de maquinaria y/o requieran explosivos, siendo el empleo de este último en menor proporción que para el caso de roca fija.

SECCIÓN TRANSVERSAL: Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.

SEGURIDAD VIAL: Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad.

SEÑALIZACIÓN VIAL: Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario.

SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS (SINAC): Conjunto de carreteras conformantes de la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural.

SUBRASANTE: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

SUPERFICIE DE RODADURA: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

TALUD: Inclinação de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.

TRÁNSITO: Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía



TROCHA CARROZABLE: Vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera.

USUARIO: Persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza la infraestructura vial pública.

VEHICULO: Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

VEHICULO LIVIANO: Vehículo automotor de peso bruto mayor a 1,5 t hasta 3,5 t.

VEHICULO PESADO: Vehículo automotor de peso bruto mayor a 3,5 t.

VELOCIDAD DE DISEÑO: Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.

VELOCIDAD DE OPERACIÓN: Máxima velocidad autorizada para la circulación vehicular en un tramo o sector de la carretera.

VÍA: Camino, arteria o calle, que comprende la PLATAFORMA y sus obras complementarias.



LUFFI

ANEXO 2:

Relación de radios



Figura 302.06

Relación de radios - Grupo 1

Relación entre radios que enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia, así como mediante tangente de longitud menor o igual que 200 m para carreteras del grupo 1

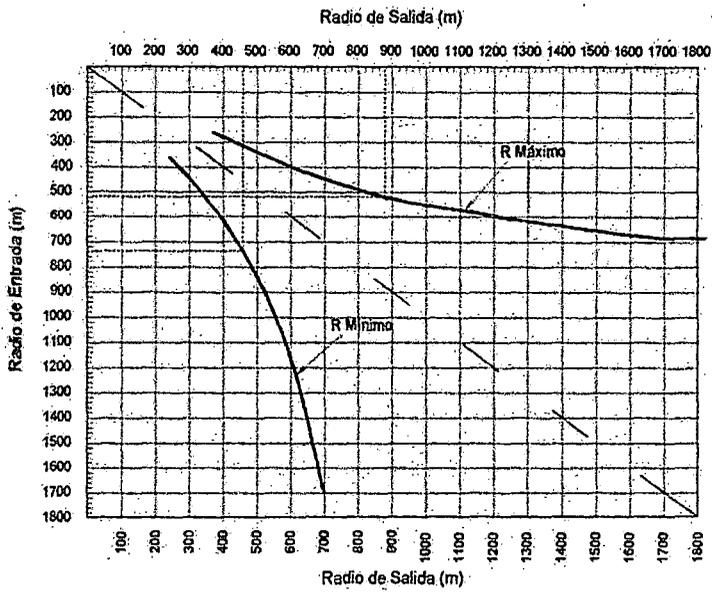
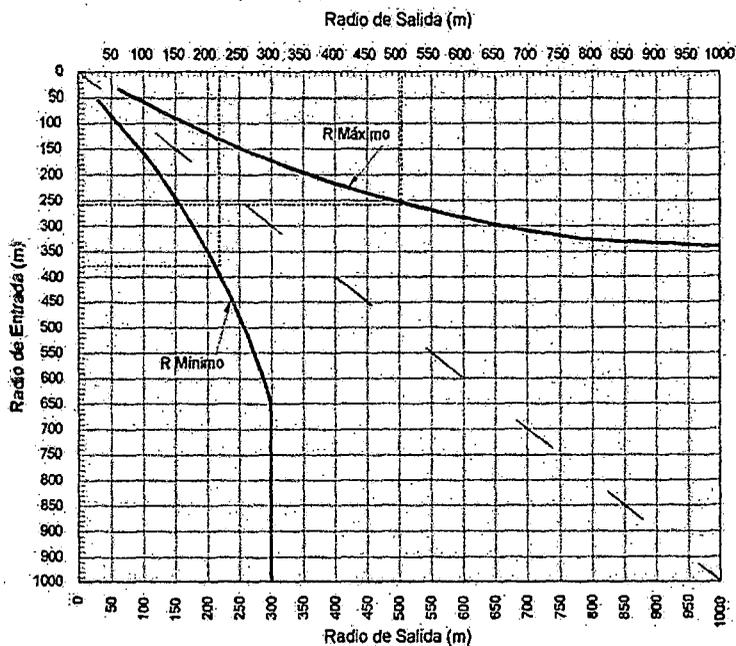


Figura 302.07

Relación de radios - Grupo 2

Relación entre radios que enlacen curvas circulares consecutivas sin tangente intermedia, así como mediante tangente de longitud menor o igual que 200 m, para carreteras del grupo 2





ANEXO 3:

Tablas de verificación del cumplimiento del Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2013)"



VERIFICACION DEL CAMINO VECINAL: HU-644 (LA ESPERANZA - MALCONGA)

Verificación del Diseño Geométrico del camino vecinal: HU-644 (La Esperanza-Malconga, sentido - ida)									
VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO GEOMETRICO									
EN PLANTA:									
CURVAS						TANGENTES			
N° de curva	Parámetros verificados					N° de tg	Parámetros verif.		
	Rmín:10m	e:Min:2.5 Máx:12%	%	Sa	Rel. Rad Rmi:10		Dp mín:20m	Lmín.S: 28m	Lmáx: 334m
1	si	no	si	—	si	1	si	si	
2	si	si	no	no	no	2	—	si	
3	si	no	si	si	no	3	si	si	
4	si	no	si	si	no	4	no	si	
5	si	no	no	si	no	5	no	si	
6	si	si	no	si	no	6	si	si	
7	si	no	no	no	si	7	si	si	
8	si	no	si	no	no	8	si	si	
9	si	no	no	no	si	9	—	si	
10	si	no	no	no	no	10	si	si	
11	si	no	no	si	no	11	si	si	
12	si	no	si	no	si	12	—	si	
13	si	no	no	no	si	13	—	si	
14	si	no	no	no	no	14	—	si	
15	si	no	no	no	si	15	si	no	
16	si	no	no	no	no	16	si	si	
17	si	no	si	no	si	17	si	si	
18	si	no	si	si	si	18	—	si	
19	si	no	no	no	no	19	no	si	
EN PERFIL:									
TANGENTES									
N° de tang.	Parámetros verificados				Pendientes (m)				
	Máx =10%		Mín=0.5%		Tv máx: ≥10%, 5% < i < 10%, Tv máx=3km			Tvmax=180m;	
1	si	si	si	si	si	si	si	si	
2	no	si	si	no	si	si	si	si	
3	si	si	si	si	si	si	si	si	
4	si	si	si	si	si	si	si	si	
5	si	si	si	si	si	si	si	si	
6	si	si	si	si	si	si	si	si	
7	si	si	si	si	si	si	si	si	
EN SECCIONES TRANSVERSALES:									
N° Curva o tg	Parámetros verificados								
	Ancho de calzada				Ancho de berma				
	en Curvas		en Tang.		en Curvas		en Tang.		
	mín =5m+Sa		Mín=5m		min=0.5m		min=0.5m		
		Der.	Izg.	Der.	Izg.	Der.	Izg.		
1	no	no	si	no	si	no	si		
2	no	no	si	no	si	no	si		
3	no	no	si	no	si	si	si		
4	no	no	si	no	si	si	si		
5	no	si	si	si	si	si	si		
6	no	no	no	no	si	si	si		
7	no	no	si	no	si	si	si		
8	no	no	si	no	si	si	si		
9	no	no	no	no	si	si	si		
10	no	no	no	no	si	si	si		
11	no	no	no	no	si	no	si		
12	no	no	si	no	si	si	si		
13	no	no	si	no	si	si	si		
14	no	si	si	si	si	si	si		
15	no	no	si	no	si	si	si		
16	no	no	si	no	si	no	si		
17	no	si	si	si	si	si	si		
18	no	no	si	no	si	si	si		
19	no	no	si	no	si	si	no		
COORDINACIÓN DEL TRAZO EN PLANTA - PERFIL:									
Criterio verificado									
superposición de curvatura									
Horiz.	Vert.	No Hay mayores problemas de reparaciones del trazado, debido a que el cambio de pendiente entre curvas verticales son insignificantes, lo que implica una carretera con buena visibilidad.							

Fuente: Elaboración propia



VERIFICACION DEL CAMINO VECINAL: HU-808 (LOMA BLANCA - NAUYÁN)

Verificación del Diseño Geométrico del camino vecinal: HU-808 (Loma Blanca-Nauyán sentido - ida)									
VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA:									
N° de curva	CURVAS Parámetros verificados						N° de tg	TANGENTES Parámetros verif.	
	Rmin:10m	e:Min:2.5 Máx:12%	%	Sa	Rel Rad Rmi:10	Dp min:20m		Lmin.S: 28m	Lmáx: 334m
1	no	si	si	si	no	no	no	no	no
2	si	si	si	no	no	si	no	no	si
3	no	si	si	no	no	si	no	no	si
4	no	si	si	no	no	si	no	no	si
5	no	si	si	no	no	si	no	no	si
6	no	si	si	no	no	si	no	no	si
7	no	si	si	no	no	si	no	no	si
8	no	si	si	no	no	si	no	no	si
9	no	si	si	no	no	si	no	no	si
10	no	si	si	no	no	si	no	no	si
11	no	si	si	no	no	si	no	no	si
12	no	si	si	no	no	si	no	no	si
13	no	si	si	no	no	si	no	no	si
14	no	si	si	no	no	si	no	no	si
15	no	si	si	no	no	si	no	no	si
16	no	si	si	no	no	si	no	no	si
17	no	si	si	no	no	si	no	no	si
18	no	si	si	no	no	si	no	no	si
19	no	si	si	no	no	si	no	no	si
20	no	si	si	no	no	si	no	no	si
21	no	si	si	no	no	si	no	no	si
22	no	si	si	no	no	si	no	no	si
23	no	si	si	no	no	si	no	no	si
24	no	si	si	no	no	si	no	no	si
25	no	si	si	no	no	si	no	no	si
26	no	si	si	no	no	si	no	no	si
27	no	si	si	no	no	si	no	no	si
28	no	si	si	no	no	si	no	no	si
29	no	si	si	no	no	si	no	no	si
30	no	si	si	no	no	si	no	no	si
31	no	si	si	no	no	si	no	no	si
32	no	si	si	no	no	si	no	no	si
33	no	si	si	no	no	si	no	no	si
34	no	si	si	no	no	si	no	no	si
35	no	si	si	no	no	si	no	no	si
36	no	si	si	no	no	si	no	no	si
37	no	si	si	no	no	si	no	no	si
38	no	si	si	no	no	si	no	no	si
39	no	si	si	no	no	si	no	no	si
40	no	si	si	no	no	si	no	no	si
41	no	si	si	no	no	si	no	no	si
42	no	si	si	no	no	si	no	no	si
43	no	si	si	no	no	si	no	no	si
44	no	si	si	no	no	si	no	no	si
45	no	si	si	no	no	si	no	no	si
46	no	si	si	no	no	si	no	no	si
47	no	si	si	no	no	si	no	no	si
48	no	si	si	no	no	si	no	no	si
49	no	si	si	no	no	si	no	no	si
50	no	si	si	no	no	si	no	no	si
51	no	si	si	no	no	si	no	no	si
52	no	si	si	no	no	si	no	no	si
53	no	si	si	no	no	si	no	no	si
54	no	si	si	no	no	si	no	no	si
55	no	si	si	no	no	si	no	no	si
56	no	si	si	no	no	si	no	no	si
57	no	si	si	no	no	si	no	no	si
58	no	si	si	no	no	si	no	no	si
59	no	si	si	no	no	si	no	no	si
60	no	si	si	no	no	si	no	no	si
61	no	si	si	no	no	si	no	no	si
62	no	si	si	no	no	si	no	no	si
63	no	si	si	no	no	si	no	no	si
64	no	si	si	no	no	si	no	no	si
65	no	si	si	no	no	si	no	no	si
66	no	si	si	no	no	si	no	no	si
67	no	si	si	no	no	si	no	no	si
68	no	si	si	no	no	si	no	no	si
69	no	si	si	no	no	si	no	no	si
70	no	si	si	no	no	si	no	no	si
71	no	si	si	no	no	si	no	no	si
72	no	si	si	no	no	si	no	no	si
73	no	si	si	no	no	si	no	no	si
74	no	si	si	no	no	si	no	no	si
75	no	si	si	no	no	si	no	no	si
76	no	si	si	no	no	si	no	no	si
77	no	si	si	no	no	si	no	no	si
78	no	si	si	no	no	si	no	no	si
79	no	si	si	no	no	si	no	no	si
80	no	si	si	no	no	si	no	no	si
81	no	si	si	no	no	si	no	no	si
82	no	si	si	no	no	si	no	no	si
83	no	si	si	no	no	si	no	no	si
84	no	si	si	no	no	si	no	no	si
85	no	si	si	no	no	si	no	no	si
86	no	si	si	no	no	si	no	no	si
87	no	si	si	no	no	si	no	no	si
88	no	si	si	no	no	si	no	no	si
89	no	si	si	no	no	si	no	no	si
90	no	si	si	no	no	si	no	no	si
91	no	si	si	no	no	si	no	no	si
92	no	si	si	no	no	si	no	no	si
93	no	si	si	no	no	si	no	no	si
94	no	si	si	no	no	si	no	no	si
95	no	si	si	no	no	si	no	no	si
96	no	si	si	no	no	si	no	no	si
97	no	si	si	no	no	si	no	no	si
98	no	si	si	no	no	si	no	no	si
99	no	si	si	no	no	si	no	no	si
100	no	si	si	no	no	si	no	no	si
101	no	si	si	no	no	si	no	no	si
102	no	si	si	no	no	si	no	no	si
103	no	si	si	no	no	si	no	no	si
104	no	si	si	no	no	si	no	no	si
105	no	si	si	no	no	si	no	no	si
106	no	si	si	no	no	si	no	no	si
107	no	si	si	no	no	si	no	no	si
108	no	si	si	no	no	si	no	no	si
109	no	si	si	no	no	si	no	no	si
110	no	si	si	no	no	si	no	no	si
111	no	si	si	no	no	si	no	no	si
112	no	si	si	no	no	si	no	no	si
113	no	si	si	no	no	si	no	no	si
114	no	si	si	no	no	si	no	no	si
115	no	si	si	no	no	si	no	no	si
116	no	si	si	no	no	si	no	no	si
117	no	si	si	no	no	si	no	no	si
118	no	si	si	no	no	si	no	no	si
119	no	si	si	no	no	si	no	no	si
120	no	si	si	no	no	si	no	no	si
121	no	si	si	no	no	si	no	no	si
122	no	si	si	no	no	si	no	no	si
123	no	si	si	no	no	si	no	no	si
124	no	si	si	no	no	si	no	no	si
125	no	si	si	no	no	si	no	no	si
126	no	si	si	no	no	si	no	no	si
127	no	si	si	no	no	si	no	no	si
128	no	si	si	no	no	si	no	no	si
129	no	si	si	no	no	si	no	no	si
130	no	si	si	no	no	si	no	no	si
131	no	si	si	no	no	si	no	no	si
132	no	si	si	no	no	si	no	no	si
133	no	si	si	no	no	si	no	no	si
134	no	si	si	no	no	si	no	no	si
135	no	si	si	no	no	si	no	no	si
136	no	si	si	no	no	si	no	no	si
137	no	si	si	no	no	si	no	no	si
138	no	si	si	no	no	si	no	no	si
139	no	si	si	no	no	si	no	no	si
140	no	si	si	no	no	si	no	no	si
141	no	si	si	no	no	si	no	no	si
142	no	si	si	no	no	si	no	no	si
143	no	si	si	no	no	si	no	no	si
144	no	si	si	no	no	si	no	no	si
145	no	si	si	no	no	si	no	no	si
146	no	si	si	no	no	si	no	no	si
147	no	si	si	no	no	si	no	no	si
148	no	si	si	no	no	si	no	no	si
149	no	si	si	no	no	si	no	no	si
150	no	si	si	no	no	si	no	no	si
151	no	si	si	no	no	si	no	no	si
152	no	si	si	no	no	si	no	no	si
153	no	si	si	no	no	si	no	no	si
154	no	si	si	no	no	si	no	no	si
155	no	si	si	no	no	si	no	no	si
156	no	si	si	no	no	si	no	no	si
157	no	si	si	no	no	si	no	no	si
158	no	si	si	no	no	si	no	no	si
159	no	si	si	no	no	si	no	no	si
160	no	si	si	no	no	si	no	no	si
161	no	si	si	no	no	si	no	no	si
162	no	si	si	no	no	si	no	no	si
163	no	si	si	no	no	si	no	no	si
164	no	si	si	no	no	si	no	no	si
165	no	si	si	no	no	si	no	no	si
166	no	si	si	no	no	si	no	no	si
167	no	si	si	no	no	si	no	no	si
168	no	si	si	no	no	si	no	no	si
169	no	si	si	no	no	si	no	no	si
170	no	si	si	no	no	si	no	no	si
171	no	si	si	no	no	si	no	no	si
172	no	si	si	no	no	si	no	no	si
173	no	si	si	no	no	si	no	no	si
174	no	si	si	no	no	si	no	no	si
175	no	si	si	no	no	si	no	no	si
176	no	si	si	no	no	si	no	no	si
177	no	si	si	no	no	si	no	no	si
178	no	si	si	no	no	si	no	no	si
179	no	si	si	no	no	si	no	no	si
180	no								



VERIFICACION DEL CAMINO VECINAL: HU-658 (CAYHUAYNA – CAYRAN)

Verificación del Diseño Geométrico del camino vecinal: HU-658 (Cayhuayna - Cayrán sentido - ida)									
VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO									
EN PLANTA:									
CURVAS						TANGENTES			
N° de curva	Parámetros verificados					N° de tg	Parámetros verif.		
	Rmín:10m	e: Min:2.5 Máx:12%	%	Sa	Rel. Rad Rmi:10		Dp mín:20m	Lmín.S: 28m	Lmáx: 334m
1	SI	SI	SI	SI	SI	1	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI	2	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI	3	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI	4	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI	SI	5	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI	SI	6	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	SI	7	SI	SI	SI
8	SI	SI	SI	SI	SI	8	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI	SI	SI	9	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI	10	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	SI	11	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI	12	SI	SI	SI
13	SI	SI	SI	SI	SI	13	SI	SI	SI
14	SI	SI	SI	SI	SI	14	SI	SI	SI
EN PERFIL:									
TANGENTES									
N° de tang.	Pendiente (m)			Tv máx: $\geq 10\%$, 5% < i < 10%, Tv máx = 3km			Tv máx = 180m;		
	Máx = 10%	Mín = 0.5%							
1	SI	SI					SI		
2	SI	SI					SI		
3	SI	SI					SI		
4	SI	SI					SI		
5	SI	SI					SI		
6	SI	SI					SI		
7	SI	SI					SI		
8	SI	SI					SI		
9	SI	SI					SI		
10	SI	SI					SI		
11	SI	SI					SI		
12	SI	SI					SI		
13	SI	SI					SI		
14	SI	SI					SI		
EN SECCIONES TRANSVERSALES:									
N° Curva o tg	Parámetros verificados								
	Ancho de calzada				Ancho de berma				
	en Curvas mín = 5m + Sa		en tang. Mín = 5m		en Curvas mín = 0.5m		en tang. mín = 0.5m		
	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	
1	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
5	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
6	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
7	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
8	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
9	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
10	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
11	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
12	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
13	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
14	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
COORDINACIÓN DEL TRAZO EN PLANTA - PERFIL:									
Criterio verificado superposición de curvatura									
Horiz.	Vert.	Pese a la no coincidencia de varias curvaturas, entre la horizontal y vertical, no hay problemas de reparación del trazado, debido a que el cambio de inclinación de la rasante entre curvas verticales consecutivas no es significativo; excepto entre los p.k.3290 y 3350, existe la posibilidad de presentarse problemas, debido al cambio de pendiente considerable.							
H11	H5								

Fuente: Elaboración propia



ANEXO 4:

Levantamiento de Señalización de los Caminos Estudiados

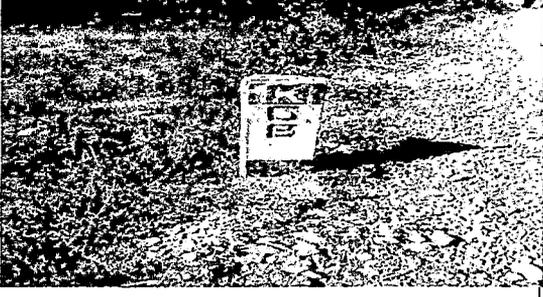


LEVANTAMIENTO DE SEÑALIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL: HU-644 (LA ESPERANZA – MALCONGA)

CAMINO VECINAL : HU-644 (LA ESPERANZA – MALCONGA)

SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 6+000 Sentido: ida (Derecha) Conservación: Mala	
Señal zona escolar	Clasificación: Preventiva Código : P-49 Ubicación: Km. 7+200 Sentido: ida (izquierda) Conservación: Mala	
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 7+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Mala (destrozado)	
Curva a la Izquierda	Clasificación: Preventiva Código : P-2B Ubicación: Km. 7+040 Sentido: ida (derecho) Conservación: Mala	



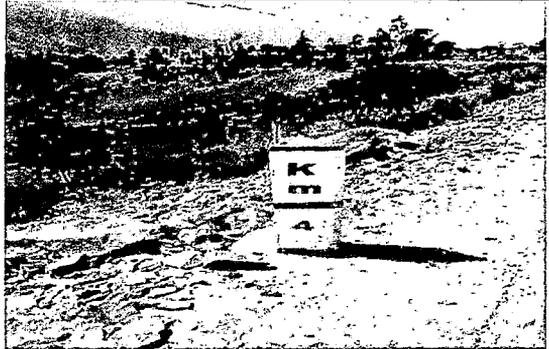
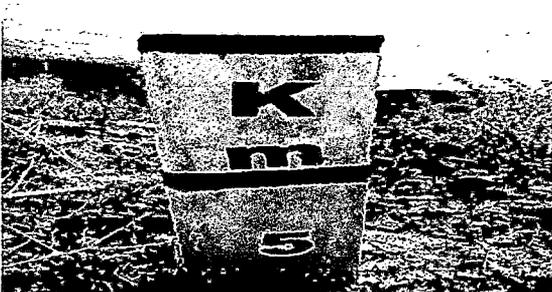
SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 8+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Mala	

Fuente: Elaboración propia

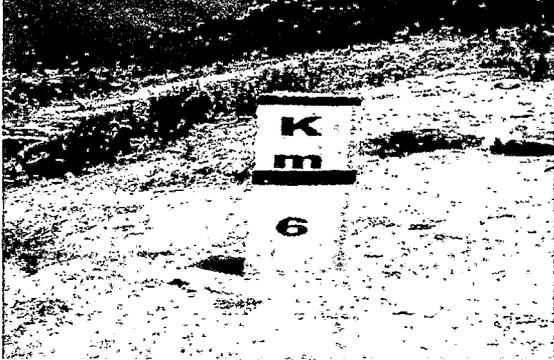
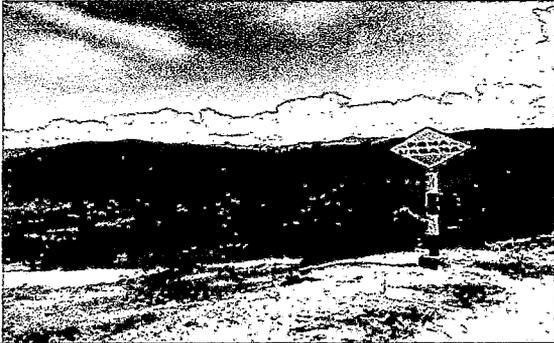


LEVANTAMIENTO DE SEÑALIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL: HU-808 (LOMA BLANCA – NAUYÁN)

CAMINO VECINAL: HU-808 (LOMA BLANCA – NAUYÁN)

SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 4+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Buena	
Prohibido adelantar	Clasificación: Reguladora Código : R-16 Ubicación: Km. 4+760 Sentido: ida (izquierda) Conservación: Buena	
Prohibido adelantar	Clasificación: Reguladora Código : R-16 Ubicación: Km. 4+560 Sentido: ida (derecha) Conservación: Buena	
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 5+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Buena	



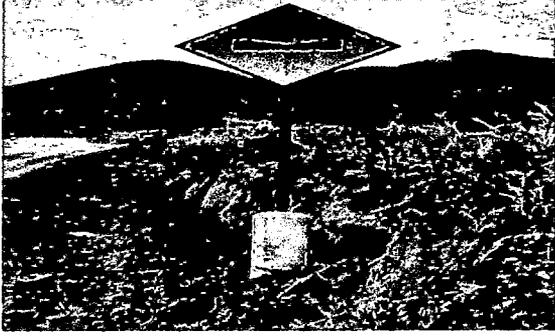
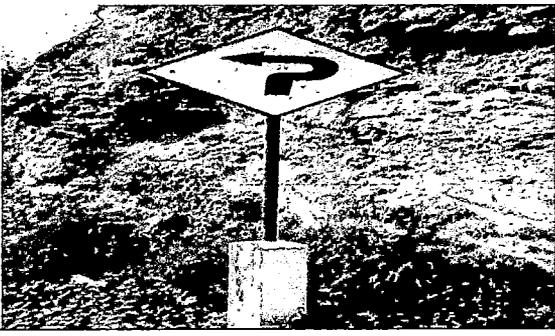
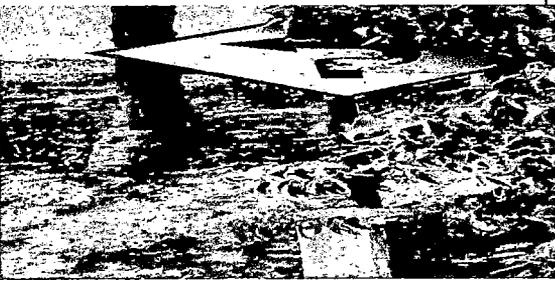
SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Zona Urbana	Clasificación: Preventivo Código : P-56 Ubicación: Km. 5+880 Sentido: ida (derecho) Conservación: Buena	
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 6+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Regular	
Zona Urbana	Clasificación: Preventivo Código : P-56 Ubicación: Km. 6+260 Sentido: ida (izquierda) Conservación: Buena	
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 7+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Mala (destrozado)	

Fuente: Elaboración propia

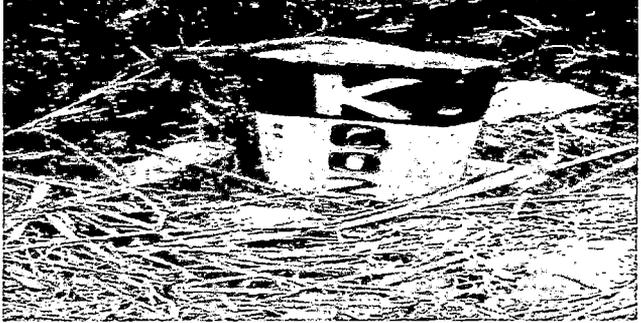
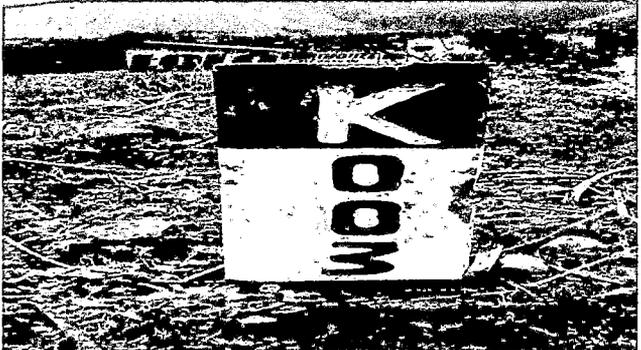


**LEVANTAMIENTO DE SEÑALIZACION DEL CAMINO VECINAL: HU-658
(CAYHUAYNA – CAYRAN)**

CAMINO VECINAL : HU-658 (CAYHUAYNA – CAYRAN)

SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Badén	Clasificación: Preventiva Código : P – 34 Ubicación: Km. 2+950 Sentido: ida (derecho) Conservación: Mala	
Curva en U - Izquierda	Clasificación: Preventiva Código : P-5-2B Ubicación: Km. 3+180 Sentido: ida (derecho) Conservación: Mala	
Curva en U - Izquierda	Clasificación: Preventiva Código : P-5-2B Ubicación: Km. 4+340 Sentido: ida (derecho) Conservación: Mala (cubierto por vegetación)	
Poblado de Acobambilla	Clasificación: Informativa Código : I - 18 Ubicación: Km. 3+130 Sentido: ida (derecho) Conservación: Regular	



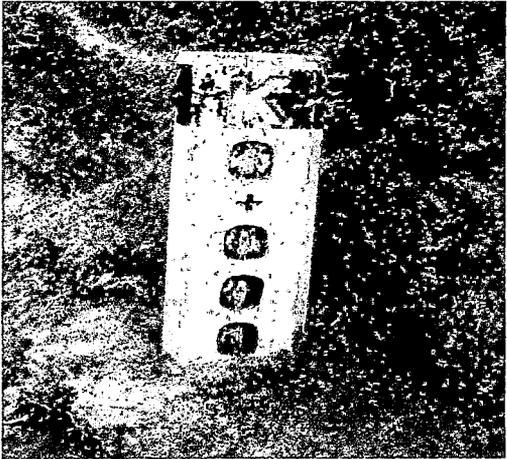
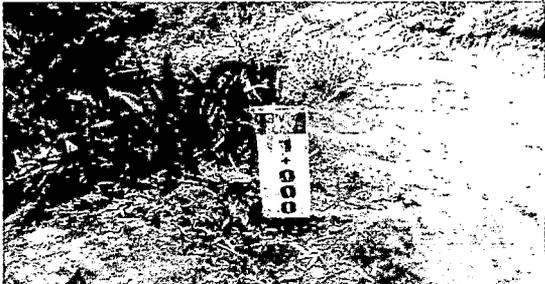
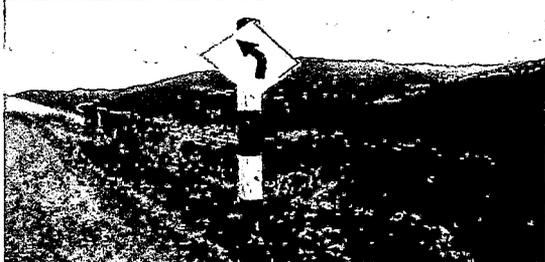
SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 2+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Mala	
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 3+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Mala	

Fuente: Elaboración propia

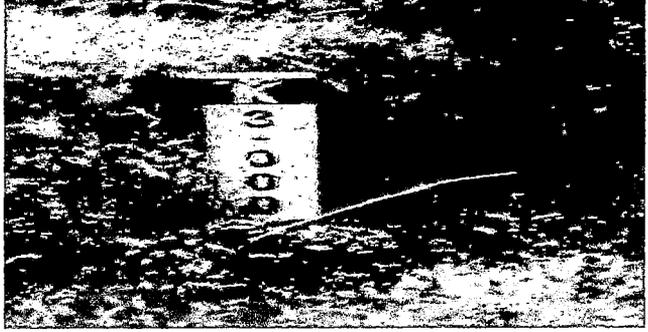


**LEVANTAMIENTO DE SEÑALIZACIÓN DEL CAMINO VECINAL: HU-649
(Emp.HU-645 – POMACUCHO)**

CAMINO VECINAL:HU-649 (Emp.HU-645 – POMACUCHO)

SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 0+000 Sentido: ida (Derecho) Conservación: Mala (deteriorado)	
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 1+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Mala	
Pontón Tucuhuaganán	Clasificación: Informativa Código : I-18 Ubicación: Km. 1+160 Sentido: vuelta (derecho) Conservación: Mala	
Curva a la Izquierda	Clasificación: Preventiva Código : P-2B Ubicación: Km. 2+720 Sentido: ida (derecho) Conservación: Regular	



SEÑAL	INFORMACIÓN	IMAGEN
Hito kilométrico	Clasificación: Informativa Código : I-8 Ubicación: Km. 3+000 Sentido: ida (Izquierda) Conservación: Mala	
Poblado de Pomacucho	Clasificación: Informativa Código : I-18 Ubicación: Km. 3+010 Sentido: Ida (Izquierda) Conservación: Regular	

Fuente: Elaboración propia



ANEXO 5:

Valores de Elementos Geométricos de Diseño



**VALORES DE ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO
VECINAL: HU-644 (LA ESPERANZA – MALCONGA)**

ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL:
HU-644 (LA ESPERANZA-MALCONGA)

DESCRIPCION PLANTA CURVA								DESCRIPCION PLANTA TANGENTE				DESCRIPCION PERFIL TANGENTE			
CURVA	RADIO	PEND.	PERAL.	So	BERMA		CALZ.	TANG.	LONG.	BERMA		CALZ.	TANG.	PEND.	LONG.
					DER.	IZQ.				DER.	IZQ.				
1	200.00	+5.3 %	2'	0.50	.50	.30	4.00	1	67.4	.40	.60	4.40	1	+3.4 %	270.00
2	25.29	+4.3 %	8'	0.50	.70	.40	4.40	2	48.2	.60	.80	4.90	2	+10.2 %	265.00
3	25.29	+5.3 %	2'	1.00	.50	.70	4.00	3	75.8	.60	.50	4.40	3	-0.5 %	200.00
4	25.29	-12.8 %	0.5'	1.00	.50	.70	4.00	4	24.0	.80	.60	4.90	4	+8.9 %	250.00
5	18.485	+10.2%	3.5'	0.50	.50	.80	4.00	5	27.3	.50	.90	5.60	5	+6.8 %	335.00
6	18.485	+6.2 %	3'	0.50	.40	.70	4.40	6	37.7	.90	.60	4.40	6	+6.9%	500.00
7	83.20	+4.3 %	0.2'	0.50	.50	.50	3.70	7	168.8	.50	.60	3.00	7	+8.9 %	240.00
8	15.23	+13.4%	1'	1.20	1.20	1.00	3.60	8	179.8	.55	1.40	3.30			
9	47.473	+5.3 %	2'	0.50	.40	.70	4.40	9	57.3	.55	1.40	3.30			
10	15.23	+8.9 %	1'	0.50	.40	1.00	3.30	10	62.2	.55	1.40	3.30			
11	15.23	+8.9 %	1'	0.50	.40	1.00	3.30	11	56.9	.20	1.10	3.10			
12	345.42	+4.3 %	1'	0.50	.50	.60	3.60	12	183.1	.60	.60	3.60			
13	53.025	+5.3%	2'	0.50	.50	.75	3.9	13	136.1	.80	.60	3.70			
14	15.23	+5.3 %	1'	0.60	.60	1.10	4.00	14	71.1	1.40	.80	5.20			
15	119.72	+6.9 %	2'	0.50	.80	.50	3.10	15	339.9	.60	.60	3.60			
16	15.23	+9.4 %	3.5'	0.50	.70	.40	4.40	16	125.5	.60	.50	3.00			
17	196.26	+9.4 %	1'	0.60	.60	1.10	4.00	17	102.7	1.40	.50	5.20			
18	180.61	+8.9 %	1'	0.50	0.50	0.60	3.60	18	104.7	.50	.60	3.00			
19	80.65	+8.9 %	1'	0.50	0.60	1.00	4.20	19	55.0	.30	.60	3.60			
								20	13.5	.50	.60	3.00			



**VALORES DE ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO
VECINAL: HU-658 (CAYHUAYNA – CAYRÁN)**

ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL:
HU-658 (CAYHUAYNA – CAYRÁN)

DESCRIPCION PLANTA CURVA							DESCRIPCION PLANTA TANGENTE				DESCRIPCION PERFIL TANGENTE				
CURV	RADIO	PEND.	PERAL	So	BERMA		CALZAD.	FANG.	LONG.	BERMA		CALZADA	TANG.	PEND.	LONG.
					IZO	DER				IZO.	DER.				
1	100.0	+5.2 %	3'	30	.70	.50	4.60	1	185.3	.70	.80	4.80	1	-1.4 %	100.9
2	80.0	+5.2 %	2'	.35	.40	.80	4.40	2	102.9	.50	.60	4.15	2	+5.2 %	354.2
3	90.0	+5.2 %	2'	.10	.50	.70	4.20	3	169.5	.65	.70	4.75	3	-2.9 %	47
4	45.0	+5.2 %	5'	.30	.80	.40	5.20	4	52.6	.60	.65	4.35	4	+5.0 %	883.1
5	20.0	+5.2 %	3'	.70	.80	1.20	7.00	5	17.8	.65	.70	4.75	5	-7.5 %	41.6
6	30.0	+5.2 %	4'	.30	.80	.50	5.30	6	11.2	.60	.50	4.40	6	-2.1 %	101.7
7	106.1	+5.2 %	5'	.35	.70	.85	5.45	7	67.2	.50	.40	4.70	7	+4.8%	258.4
8	328.4	+5.2 %	3'	0.15	.65	.40	4.70	8	109.5	.60	.80	4.60	8	+8.3 %	90.0
9	2,177.4	+5.2 %	3'	.25	.75	.40	4.45	9	151.6	.40	.50	4.60	9	+2.3 %	180.0
10	20.0	-7.5 %	7'	.40	.90	.60	5.30	10	56.9	.60	.50	4.20	10	+6.4%	95.0
11	8.0	-2.1 %	2'	1.50	.90	2.0	7.30	11	24.1	.50	.40	4.40	11	+5.9%	175.0
12	40.0	+4.8%	9'	.50	1.00	.80	5.20	12	62.6	.60	.45	4.55	12	+0.9 %	64.2
13	90.0	+4.8%	4'	.25	.55	.70	4.25	13	31.6	.50	.60	3.90	13	+3.6 %	174.7
14	20.0	+4.8%	3'	.30	.60	.80	4.00	14	194.8	.50	.55	4.60			
15	90.0	+4.8%	1'	.20	.70	.60	4.55	15	182.3	.30	.50	4.20			
16	90.0	+8.3 %	1'	.20	.60	.70	4.00	16	97.9	.50	.40	3.50			
17	90.0	+2.3 %	3'	.20	.70	.80	4.40	17	176.8	.70	.50	4.30			
18	30.0	+6.4%	3'	.20	.80	.50	4.20	18	37.9	.50	.60	4.20			
19	95.0	+0.9 %	1'	.20	.55	.70	3.95	19	16.6	.60	.40	4.30			
20	20.0	+0.9 %	2'	.20	.50	.70	4.10	20	24.1	.60	.50	4.20			
21	8.0	+3.6 %	3'	1.80	1.0	2.3	5.50	21	12.8	.60	.50	4.70			
22	20.0	+3.6%	3'	.40	.90	.80	4.80	22	23.9	.60	.50	4.70			
23	20.0	+3.6 %	2'	.30	.80	.80	5.40	23	26.5	.55	.40	4.50			
24	20.0	+3.6 %	3'	.30	.80	.80	4.80	24	62.6	.50	.30	4.70			
25	95.0	+3.6 %	3'	.30	.80	.70	3.90								



**VALORES DE ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO
VECINAL: HU-808 (LOMA BLANCA – NAUYÁN)**

ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL:
HU-808 (LOMA BLANCA-NAUYÁN)

DESCRIPCION PLANTA CURVA								DESCRIPCION PLANTA TANGENTE					DESCRIPCION PERFIL TANGENTE		
CURV	RADIO	PEND.	PERAL	So	BERMA		CALZ	TANG.	LONG.	BERMA		CALZ	TANG	PEND.	LONG.
					DER	IZO.				DER	IZO.				
1	6.1	+11.3 %	4'	1.00	.50	1.20	8.0	1	16.5	.40	.60	4.60	1	-11.1%	135.0
2	50.0	+15.0%	2'	0.50	.60	.50	3.6	2	16.3	.40	.74	5.00	2	+13.7%	215.0
3	38.2	+7.7%	1'	0.60	.50	.60	3.6	3	138.5	.50	.60	3.50	3	+8.4%	138.5
4	88.6	+12.8%	1'	.50	3.0	.50	4.9	4	97.4	.50	.50	4.70	4	+16.2%	115.0
5	62.5	+8.4%	2'	.50	2.8	1.00	4.5	5	83.2	.60	1.80	4.30	5	+13.4051 %	255.0
6	23.9	+6.2%	3'	1.50	.50	1.50	4.6	6	58.2	.30	.90	3.30	6	+8.5%	168.0
7	52.5	+12.9%	1'	.50	3.0	.50	4.9	7	59.6	.40	.50	4.40	7	+7.6%	140.0
8	7.2	+13.4%	10'	1.00	1.0	1.0	8.5	8	47.2	.40	2.40	3.60	8	+9.3%	218.0
9	93.5	+8.5%	1'	.50	.50	.60	3.6	9	5.9	.70	.90	3.20	9	+6.2%	127.0
10	6.1	+8.6%	2'	.50	2.60	.50	5.0	10	74.4	1.10	1.50	3.20	10	+7.6%	197.0
11	10.0	+8.3%	1'	1.30	1.00	1.30	3.1	11	14.7	1.00	1.50	3.10	11	+7.7%	121.0
12	46.3	-7.6%	1'	.50	.20	.50	3.1	12	120.0	.50	1.20	4.30	12	+10.1%	287.0
13	50.7	+8.5%	1'	.50	.60	.50	5.0	13	59.2	.30	.70	3.60	13	+11.5%	268.0
14	88.3	+1.2%	1'	.50	.60	.50	5.0	14	54.5	.60	1.0	3.10	14	+7.3%	200.0
15	122.6	+4.5%	1'	.70	.40	.60	3.5	15	26.3	.80	3.30	3.10	15	+11.2%	181.0
16	17.0	+7.3%	1'	.70	.40	.60	3.5	16	41.3	.35	.60	4.00			
17	6.5	+10.4%	11'	.70	.80	.40	5.5	17	75.2	.50	.80	3.00			
18	44.3	+6.2%	1'	.80	1.4	.80	3.5	18	53.0	.90	.70	4.20			
19	95.4	+14.3%	1'	.70	.60	.40	4.8	19	65.8	.90	.70	3.10			
20	107.5	+7.7%	1'	.70	.60	.40	5.6	20	20.6	.50	.40	3.00			
21	6.5	+7.6%	11'	.50	.60	.50	5.5	21	42.3	.30	2.50	3.00			
22	50.0	+9.3%	2'	1.0	1.0	.60	3.6	22	65.4	.60	.60	3.10			
23	21.3	+9.3%	2'	.50	.60	.50	3.6	23	66.8	.40	.80	3.50			
24	19.3	+14.3%	1'	.50	3.0	.50	4.9	24	29.0	.40	.90	3.70			
25	115.3	+9.3%	1'	.50	3.0	.50	4.9	25	40.5	.20	.60	2.90			
26	80.00	+9.3%	1'	.60	.50	.60	3.6	26	26.5	.70	.50	3.00			
27	50.0	+9.3%	1'	.60	.50	.60	3.5	27	18.4	1.30	.50	3.30			
28	8.2	+10.1%	9'	.70	.60	.40	4.6	28	29.5	.40	0.20	3.70			
29	98.2	+7.3%	1'	1.0	1.0	1.0	3.5	29	21.2	0.50	0.60	3.60			
30	82.6	+5.3%	1'	.70	.50	.40	3.5	30	58.9	0.70	0.80	3.10			
31	101.6	+5.3%	1'	.60	.60	.50	3.6	31	49.5	.60	1.00	2.90			
32	7.7	+13.7%	10'	.70	.40	.60	8.5	32	73.6	.80	1.00	3.60			
33	67.9	+9.6%	1'	1.0	1.0	1.4	3.5	33	20.2	.40	0.20	4.00			
34	76.2	+11.9%	3'	1.0	1.4	1.10	5.6	34	58.7	0.50	0.60	3.00			
35	84.5	+7.3%	3'	1.0	1.4	1.10	5.6	35	27.6	.40	.90	3.60			
36	105.6	+7.8%	1'	0.6	.50	.60	3.6	36	189.6	.60	1.00	3.10			
								37	114.3	.80	1.00	3.70			



**VALORES DE ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO
VECINAL: HU-649 (Emp.HU-645 – POMACUCHO)**

**ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL:
HU-649(Emp.HU-645 – POMACUCHO)**

DESCRIPCION PLANTA
CURVA

CURV	RADIO	PEND.	PERAL	S _c	BERMA		CALZ.
					DER.	IZQ.	
1	46.6	+2.1%	3'	.70	50	60	5.0
2	54.7	+5.6%	4'	.80	.40	.74	3.9
3	23.6	+9.9%	2'	.85	50	60	3.5
4	23.9	+8.5%	7'	30	50	50	4.1
5	16.7	+4.9%	8'	.70	2.6	80	3.0
6	142.0	+4.9%	10'	50	.70	1.0	4.4
7	23.9	+7.4%	8'	.60	90	80	3.5
8	11.8	+6.6%	6'	.30	.70	90	3.5
9	22.0	+2.1%	8'	.25	.90	.80	3.2
10	18.0	+8.0%	4'	.30	.80	.60	4.8
11	8.0	+9.0%	3'	.40	.50	50	2.6
12	18.6	+12.4%	8'	1.50	70	50	2.8
13	18.6	+12.4%	5'	.50	.40	80	3.1
14	36.4	+3.9%	2'	.10	50	1.0	3.5
15	10.4	+2.1%	3'	.40	.60	60	3.1
16	15.8	+15.2%	4'	.90	1.0	.80	3.2
17	12.6	+0.8%	3'	.60	1.6	70	3.7
18	8.0	+1.1%	4'	.20	.70	90	3.3
19	21.3	+9.6%	4'	.35	1.5	2.3	5.1
20	24.4	+9.6%	4'	.30	.40	.50	3.1
21	12.1	+6.7%	6'	.20	.40	2.1	3.2
22	22.5	+5.8%	6'	1.20	.65	.30	3.4
23	8.4	+7.0%	7'	.40	.70	.80	3.7
24	11.5	+6.3%	7'	.30	.40	1.00	3.5
25	9.5	+7.1%	6'	.30	.80	.60	3.1
26	10.5	+7.1%	5'	.30	1.0	.40	4.2
27	9.6	+7.1%	7'	.90	95	.50	3.2
28	8.0	+5.9%	6'	.60	70	50	4.5
29	14.2	+5.1%	6'	.25	70	80	3.8
30	9.8	+7.5%	6'	.20	1.4	.50	3.6
31	14.3	+15.8%	7'	.10	40	90	2.9
32	32.6	+6.7%	5'	.20	20	80	5.0
33	10.9	+6.3%	6'	.60	60	.60	3.1
34	15.3	+1.1%	6'	.40	60	1.0	2.9
35	18.4	+5.9%	6'	.20	2.8	9.0	8.0
36	14.9	+6.7%	7'	.00	40	90	2.9
37	11.8	+4.1%	6'	.10	60	60	3.1
38	7.7	+8.3%	6'	.15	60	1.00	2.9
39	8.10	+7.0%	6'	.10	2.8	9.0	8.0

DESCRIPCION PLANTA
TANGENTE

TANG.	LONG.	BERMA		CALZ.
		DER.	IZQ.	
1	32.1	.50	.40	4.60
2	57.3	.40	.74	5.00
3	9.1	50	60	3.50
4	167.6	50	50	4.70
6	57.5	.60	1.80	4.30
7	152.3	.30	.90	3.30
8	20.1	.40	50	4.40
9	87.4	.40	2.40	3.00
10	19.7	.70	90	3.20
11	25.7	1.10	1.50	3.20
12	3.4	1.00	1.50	3.10
13	74.3	.60	1.20	4.30
14	103.9	.30	.70	3.60
15	263.4	60	1.0	3.10
16	47.8	.80	3.50	3.10
17	70.3	35	.60	4.00
18	158.3	50	60	3.00
19	28.0	90	.70	4.20
20	67.4	.60	70	3.10
21	112.7	.50	.40	3.00
22	129.7	.30	2.50	3.60
23	16.0	60	.60	3.10
24	34.6	.40	.80	3.50
25	32.8	.40	90	3.70
26	12.4	.75	.30	2.80
27	28.5	60	.20	2.80
28	80.8	.20	.60	2.90
29	39.6	.70	50	3.00
30	123.5	1.30	.50	3.30
31	71.5	40	0.20	3.70
32	42.3	0.50	0.60	3.80
33	37.0	0.70	0.80	3.10
34	80.3	.60	1.00	2.90
35	93.6	.80	1.00	3.60
36	26.8	.80	1.00	3.60
37	12.5	.60	1.00	2.60
38	139.3	.80	1.00	7.27
39	4.1	--	.40	2.00

TANG.	PEND.	LONG.
1	+5.5%	280.8
2	+6.7%	144.2
3	+9.8%	549.5
4	+12.2%	414.9
5	+4.9%	357.8
6	+6.8%	318.6
7	+7.5%	418.5
8	+4.1%	571.6



ANEXO 6:

Planos de Señalización de los Caminos Estudiados



ANEXO 7:

Planos del Diseño Geométrico de los Caminos Estudiados: Planta, Perfil y Secciones Transversales



DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA



"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUÁNUCO - PERÚ

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna a los veinte ocho días del mes de mayo del 2015, siendo las diecisiete horas, se dio cumplimiento a la Resolución N° 048 -2015-UNHEVAL-FICA-D de fecha 21 de abril del 2015 y Resolución N° 292-2015-UNHEVAL-FICA-D y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual en el Auditorio de la facultad, los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de Tesis titulado "ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA CAMINOS VECINALES DE LA PROVINCIA DE HUANUCO-2014" para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil al de Bachiller Edgar, AQUINO DURAN.

Finalizado el acto de sustentación del Bachiller Edgar, AQUINO DURAN, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

Los Miembros del Jurado Declararon... APROBADO... con la nota de :

..... DIECISIETE (17)

Dándose por concluido dicho acto a las... Dieciocho y Medio ^{Horas}... del mismo día.

Con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES:..... NINGUNA


M.Sc. Erasmo A. Fernández Sixto
PRESIDENTE


Ing. Jorge Zavallosa Huaranga
SECRETARIO


Ing. Mauro A. Domínguez Magino
VOCAL

Masa / sec.