

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Estudio vial del punto negro, Curva del Diablo, km 140.5 Carretera
Central de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, 2021**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil**

Autor:

Bach. Jesús JAVIER MENDOZA

Asesor:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

Cerro de Pasco - Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Estudio vial del punto negro, Curva del Diablo, km 140.5 Carretera
Central de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, 2021**

Sustentada y aprobada ante los miembros del Jurado:

Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI
PRESIDENTE

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO
MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo final a Dios, A mis padres Víctor e Ida, a mis hermanos Isidro, Víctor, Ronald y en especial a mi hermana Isabel quien dejó desolado nuestros corazones con su partida, así mismo a mis sobrinas Daysa y Thaisa que en remplazo ahora cubre nuestras vidas.

Jesús Javier Mendoza

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, paso agradecer al Dios todo poderoso que siempre me ilumina en mi camino.

Por la elaboración del proyecto de tesis mi persona acude a agradecer a Cada uno de los docentes de la escuela de ingeniería civil que forjaron En mi educación durante los años transcurridos por la universidad, en su aprobación de la misma y del borrador de tesis agradezco a mi asesor de tesis Ing. Luis Villar REQUIS CARBAJAL.

En la ejecución del proyecto de investigación recurro a agradecer al equipo que me apoyaron, como; en el levantamiento topográfico y obtención de datos en campo.

Agradezco a los miembros del jurado por haber direccionado en buen sentido la investigación científica que mi persona encamino.

Y finalmente agradezco a esta universidad Daniel Alcides Carrión por haberme albergado por segunda oportunidad en una formación profesional, siempre será mi Alma mater.

RESUMEN

Por la necesidad de conocer si los factores viales en el punto negro “curva del diablo” Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, son adecuados según lo que indican las normas DG-2018 Y DGT-2014, y relacionar posibles causas a la gran incidencia de accidentes vehiculares en este punto, se realizó este estudio de tipo descriptivo transversal, evaluando valores de diseño de los elementos estables de vía, de entorno y las velocidades de giro real por cada tipo de vehículo; ligeros, ómnibus de 02 y 03 ejes, camión 02, 03 y 04 ejes, semirremolque 02 y 03 ejes, donde se midió a 20 unidades vehiculares por cada uno, comparándola con la velocidad máxima de operación para curvas horizontales, mediante la prueba de T Student para una muestra. Encontrándose que existe diferencia estadísticamente significativa entre ambas velocidades de todos los tipos de vehículo, cuyas diferencias se ubican por encima del valor de prueba, es decir que todos los tipos de vehículos estudiados recorren a velocidades superiores al indicado por la norma DG-2018, de las cuales los de tipo ligeros (automóviles y camionetas) presentaron la media mayor respecto al resto con una velocidad de giro de 55.82 km/h y los de tipo semirremolque de 03 ejes, presentaron la media menor respecto al resto con una velocidad de giro de 38.75 km/h. Así mismo se encontró que los valores de los elementos estables de vía como; el radio de curva, pendiente de peralte, el ancho de berma, el sobre ancho y el despeje lateral de la curva no cumplen con lo que indica la norma de diseño DG-2018, y respecto a los elementos estables de entorno se encontró que no cumple el diseño adecuado al no encontrarse; señales de información, línea central, demarcación de adelantamiento prohibido y tachas. Concluyéndose que existe factores viales que son inadecuados según la norma DG-2018, DGT-2014 en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca.

Palabras Clave: Velocidad real de giro, velocidad de operación, elementos estables de vía, elementos estables de entorno, punto negro.

ABSTRACT

Due to the need to know if the road factors in the black point "curva del diablo" Km 140.5 of the Cerro de Pasco - Huariaca road, are adequate according to what the DG-2018 and DGT-2014 regulations indicate, and to relate possible causes to Due to the high incidence of vehicular accidents at this point, this cross-sectional descriptive study was carried out, evaluating design values of the stable elements of the road, the environment and the real turning speeds for each type of vehicle; light trucks, buses with 02 and 03 axles, truck 02, 03 and 04 axles, semi-trailer 02 and 03 axles, where 20 vehicle units were measured for each one, comparing it with the maximum operating speed for horizontal curves, using the T test Student for a sample. Finding that there is a statistically significant difference between both speeds of all types of vehicle, whose differences are located above the test value, that is, that all types of vehicles studied travel at speeds higher than what is indicated by the DG-2018 standard, of which the light type (cars and trucks) presented the highest average compared to the rest with a turning speed of 55.82 km/h and the 03-axle semi-trailer type presented the lowest average compared to the rest with a turning speed of 38.75km/h. Likewise, it was found that the values of the stable track elements such as; the radius of the curve, the slope of the cant, the width of the berm, the over width and the lateral clearance of the curve do not comply with what is indicated by the DG-2018 design standard, and regarding the stable elements of the environment it was found that they do not meets the appropriate design when not found; information signs, center line, marking of prohibited overtaking and markings. Concluding that there are road factors that are inadequate according to the DG-2018, DGT-2014 standard in the black point "curva del diablo", Km 140.5 of the Cerro de Pasco - Huariaca road.

Keywords: Real turning speed, operating speed, stable elements of the road, stable elements of the environment, black point.

INTRODUCCIÓN

La carretera tramo Cerro de Pasco Huánuco, es parte de la principal carretera Central Marginal de nuestro país, específicamente en este tramo muestra una gran afluencia de vehículos automotores conformados por vehículos ligeros y pesados de más de 4000 vehículos por día. Hoy en día los hechos de tránsito específicamente los accidentes se han convertido en una pandemia mundial, que día a día enlutan familias, esta vía no es ajena a estos eventos, las mismas que se registran en diferentes puntos en todo el tramo, pero es de interés y llamativo que exista un punto específico denominado “curva del diablo” donde haya ocurridos eventos de tránsito en numerosas ocasiones dejando resultados de pérdidas materiales, daños físicos y fatales de seres humanos, lugar ubicado en el km 140.5, de la localidad de Pariamarca, Cerro de Pasco. Si bien es cierto que esta vía como obra ya tiene 76 años aproximadamente de haber sido construida que se ejecutó con las condiciones técnicas de su época, hoy en día existen métodos alternativos y modernos de diseño y construcción de estos tipos de obras, es por tal que mediante este estudio nos proponemos en ubicar las diferencias de diseño de los elementos estables y de entorno especialmente de esta curva y compararla con lo que dicta las normas actuales, a la vez cabe mencionar que dentro de las causas de un evento de tránsito es multifactorial como lo menciona la teoría, esta investigación se ceñirá en estudiar una de las variables; muy relacionado con estos tipos de accidentes que es la; velocidad ligado muchas veces al factor humano, es por cuanto estudiaremos la velocidad de giro en esta curva de los diferentes tipos de vehículos, que se dirigen en sentido de bajada, y la compararemos con la velocidad máxima de giro con la que debería operar los vehículos, y aportar así resultados que podrían ayudar en esta variable respecto a los eventos de tránsito que se vienen suscitando en esta la mal llamada “curva del diablo”.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema	3
	1.3.1.Problema general:	3
	1.3.2.Problemas específicos:	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
	1.4.1.Objetivo general:	4
	1.4.2.Objetivos específicos:.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	7
2.2.	Bases Teóricas - Científicas.....	11
2.3.	Definición de términos básicos	69
2.4.	Formulación de Hipótesis	70
	2.4.1.Hipótesis General:	70
	2.4.2.Hipótesis Específicas:	70
2.5.	Identificación de Variables.....	71

2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores.	72
------	---	----

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación:.....	73
3.2.	Nivel de investigación:.....	73
3.3.	Métodos de investigación:	73
3.4.	Diseño de investigación:	73
3.5.	Población y muestra.....	74
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	74
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	75
3.8.	Tratamiento estadístico	76

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	78
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados:	81
4.3.	Prueba de Hipótesis.	94
4.4.	Discusión de resultados.	106

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Velocidades de marcha teórica en función de la velocidad de diseño (km/h)</i>	25
<i>Tabla 2: Ecuaciones de Fitzpatrick, para la estimación de velocidades de operación</i>	26
<i>Tabla 3: Vehículos ligero (VL) radios máximos/mínimos y ángulos.....</i>	29
<i>Tabla 4: Ómnibus de dos ejes, radios máximos/mínimos y ángulos.....</i>	30
<i>Tabla 5: Ómnibus tres ejes radios máximos/mínimos y ángulos</i>	31
<i>Tabla 6: Ómnibus cuatro ejes radios máximos/mínimos y ángulos</i>	32
<i>Tabla 7: Semirremolque simple radios máximos/mínimos y ángulos.....</i>	33
<i>Tabla 8: Remolque simple radios máximos/mínimos y ángulos</i>	34
<i>Tabla 9: Semirremolque doble radios máximos/mínimos y ángulos</i>	35
<i>Tabla 10: Radios mínimos según tipo de vehículo</i>	36
<i>Tabla 11: Rangos de velocidad de diseño a función de la clasificación de carreteras por demanda y orografía.....</i>	39
<i>Tabla 12: Ancho mínimo de calzada en tangente.....</i>	40
<i>Tabla 13: Valores de ancho de bermas.....</i>	41
<i>Tabla 14: Valores de peralte máximo.....</i>	42
<i>Tabla 15: Distancia de visibilidad de parada (m).....</i>	48
<i>Tabla 16: Distancia de visibilidad de parada (m).....</i>	48
<i>Tabla 17: Espaciamiento de delineadores Chevron</i>	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráficos 1: Colisión entre vehículos.....	10
Gráficos 2: Vuelco	10
Gráficos 3: Caída de pasajeros.....	11
Gráficos 4: Choque frontal.....	15
Gráficos 5: Choque angular	15
Gráficos 6: Choque lateral	16
Gráficos 7: Choque posterior	16
Gráficos 8: Volcadura en tonel.....	17
Gráficos 9: Volcadura en campana.....	17
Gráficos 10: Giro mínimo para vehículos ligeros en trayectoria de 90°	29
Gráficos 11: Giro mínimo para ómnibus de dos ejes en trayectoria de 90°	30
Gráficos 12: Giro mínimo para Ómnibus tres ejes en trayectoria de 90°	31
Gráficos 13: Giro mínimo para Ómnibus cuatro ejes en trayectoria de 90°	32
Gráficos 14: Giro mínimo para Semirremolque simple, trayectoria de 90°	33
Gráficos 15: Giro mínimo para remolque simple en trayectoria de 90°	34
Gráficos 16: Giro mínimo para Semirremolque doble en trayectoria de 90°.....	35
Gráficos 17: Sección transversal típica a media ladera, vía de 02 carriles en curva .	40
Gráficos 18: Simbología de curva circular.....	46
Gráficos 19: Sobre ancho en curva horizontales.....	49

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Los accidentes de tránsito hoy en día son catalogados como una pandemia de gran magnitud mundial por la OMS, ya que se registra aproximadamente 1.2 millones de víctimas fatales en cada año a nivel mundial, así mismo 35 millones de víctimas no fatales (heridos). Significativamente se ha convertido entre una de las principales de mortalidad humana actualmente. En la vía de la carretera central específicamente el tramo Cerro de Pasco/Huánuco – Ciudad de Huariaca, muestra una gran afluencia de vehículos automotores conformados por vehículos ligeros y pesados, según (OSITRAN, 2014), circulan diariamente más de 1400 vehículos entre vehículos ligeros y pesados. Así mismo en relación a esta vía, no ha sido ajeno las incidencias de accidentes de tránsito dejando víctimas fatales y de heridos. De la cual en un punto denominado popularmente como la “curva del diablo” en la zona perteneciente al centro poblado de Pariamarca, Km140.5, donde se ha registrado más de un accidente vehicular en el transcurso del tiempo.

El término de “punto negro”, o como también “punto rojo”, no es jergal, sino, una expresión técnica que es aceptado por la ingeniería de tránsito y por la accidentología vial, para así denominar a los sitios y zonas de una vía de tránsito

que es caracterizado para denominar los sitios o zonas de una vía caracterizados por hechos de tránsito, en un periodo de tiempo dado, un número de siniestros viales anormalmente alto con relación a otros puntos de la misma o totalidad de la red vial. De tal manera en el tramo de la vía propuesta para el estudio existe uno como se mencionó anteriormente, donde ocurren comúnmente accidentes viales con una frecuencia atípica, donde ya ha cobrado relevancias míticas por la población conociéndolos como “curva del diablo” o “curva maldita”.

1.2. Delimitación del Problema

El incremento cuantitativo de accidentes de tránsito en los últimos tiempos en el punto negro; curva del Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco - Huariaca ha generado una ahondada preocupación en la sociedad en general de la región y aledañas que hacen uso de esta vía. Por tanto, la tarea del ingenierocivil mediante esta presente investigación es la estudiar factores viales que contribuyente o atenuante en la ocurrencia de estas, y proponer las acciones que permitan la disminución de las tasas de accidentes de tránsito. La importancia radica en ubicar estadísticamente este punto negro de esta vía, para que la comunidad activa que hace uso de esta vía lo considere, así mismo su impacto en determinar si existiese causas a nivel de la infraestructura vial probables de las ocurrencias trágicas a nivel de este punto de la vía, planteando un descarte o confirmación de aspectos como la velocidad con que realizan el giro los diversos vehículos, así mismo el diseño de la vía y pavimento, dispositivos de tránsito o diseño del entorno de la vía que pudieran estar vinculados a la accidentabilidad de este tramo de la vía.

Consecuentemente la investigación aportaría alcances útiles, habiendo detectados factores de relación, posteriormente se propondría aspectos de ingeniería que mejoren la seguridad de la vía en este punto crítico “**Punto Negro**”, mejorándose de esta manera la calidad en seguridad de servicio que se

le brindará al usuario, que se reflejaría en la reducción y prevención de accidentes para los que transitan esta vía.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los factores viales que son inadecuados según las normas vigentes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140?5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, 2021?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro según el tipo de vehículo en el punto negro “curva del diablo”, Km 140?5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y las velocidades de operación máxima según las normas vigentes?
- ¿Existen valores de elementos estables de vía en el punto negro “curva del diablo”, Km 140?5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes?
- ¿Existen diseños de elementos estables de entorno de vía en el punto negro “curva del diablo”, Km 140?5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar los factores viales que son inadecuados según las normas vigentes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- Calcular las velocidades de giro según el tipo de vehículo en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca,

y compararla con las velocidades de operación máxima según las normas vigentes.

- Encontrar los valores de elementos estables de vía en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y compararla con las Normas vigentes.
- Evaluar el diseño de elementos estables de entorno de vía en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, compararla con las Normas vigentes.

1.5. Justificación de la investigación

Hoy en día la excedencia de velocidad, sobrepasar los límites fijados de velocidad o la conducción rápida para las condiciones de una vía va involucrar muchos factores, que incluyen actitudes públicas, comportamiento de la persona, desempeño del vehículo, las características de la carretera, y estrategias de cumplir el reglamento en zonas de velocidad (límite razonable y seguro de velocidad para un determinado tramo de la vía). Sin embargo, la excedencia de velocidad en las vías se configuran en un factor importante que contribuye en al menos la tercera parte de los accidentes mortales de nuestro país. Así mismo los accidentes mortales son una pequeña proporción del total dentro del panorama en seguridad vial. Además del resultado de una gran proporción de personas que resulta herida debido a accidentes de tránsito relacionados al exceso de velocidad (OMS 2009).

Los tipos de origen de los accidentes de tránsito en el Perú son variables siendo el factor velocidad el de mayor porcentaje, es decir el factor humano que se representa en la pirámide de las causas principales, donde esta se ubica en la base como factor humano, seguidamente de mayor región de la pirámide se ubica el factor mecánico y en el aisberg de menos zona de la pirámide se ubica el factor

vía y entorno, estando en este factor las condiciones de diseño geométrico de la carretera y dispositivos de tránsito, que lógicamente le compete su estudio a expertos en estudios viales.

En la carretera central del tramo; cruce de Cerro de Pasco a la ciudad de Huariaca se encuentra con una vía con características de numerosas curvas por las configuraciones geográficas y de pendientes características por el mismo hecho que se transcurre de la ciudad más alta del mundo hacia urbes de menor altitud. Considerando las características de este tramo en relación a los eventos de accidentes de tránsito, llama la atención a cualquier poblador Pasqueño y de regiones aledañas el hecho que se susciten comúnmente accidentes de tránsito dejando resultados fatales y lesivos en la curva o punto negro del Km 140.5, dentro de la jurisdicción del centro poblado de Pariamarca, conociéndolos comúnmente como curvas del diablo o curvas de la muerte, pero que técnicamente en el presente estudio las nombraremos como Punto Negro.

1.6. Limitaciones de la Investigación

Entre las limitaciones que podríamos encontrarnos en el desarrollo de la investigación son:

- La inexistencia consolidada de datos respecto a un mapa crítico de los puntos negros dentro de este tramo de la vía, para lo cual acudiremos a las comisarias respectivamente del centro poblado de la Quinua, Chicrin y Huariaca.
- La inexistencia consolidada de datos respecto a estadística de mortalidad y número de heridos en accidentes de tránsito dentro de esta vía, para lo cual acudiremos a las comisarias respectivamente del centro poblado de la Quinua, Chicrin y Huariaca.
- Dificultades en la toma de datos en diseño geométrico del punto negro de la vía, por el hecho de la circulación interrumpida de los vehículos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

(Chambi, 2017); en su investigación planteándose su objetivo principal, evaluar según la norma vigente, el diseño geométrico de vías de tránsito y los dispositivos de control de tránsito como factores que intervienen en los punto de concentración de accidentes de tránsito en la vía Puno - Juliaca y sugerir acciones de mejora para su prevención. Concluyéndose lo siguiente:

- Se encontró 10 TCA, utilizando el método de índice de peligrosidad y el método de la Transportation Research Board (TRB).
- Se encontró que existe relación directa entre el volumen de flujo vehicular y el número de accidentes suscitados en la vía Puno-Juliaca, ya que se ubicó una relación de incremento directa proporcionalmente según el tiempo.
- Se encontró que hay relación directa entre los diseños geométricos encontrados y los TCA, esto porque los números geométricos tanto en curvas y tramos rectos no cumplen con lo dispuesto en las normas vigentes. DG-2014.
- Se encontró que existe relación directa entre los dispositivos de señalizaciones y los TCA, pero estas se pueden menguar con el

mejoramiento y adición de señales horizontales y verticales que notifiquen la existencia de un TCA.

- Las propuestas de mejora de los TCA, es elaborar un plan de reducción ya sea a corto y largo plazo. La aplicación de señales horizontales y verticales como un plan a corto plazo y la gestión entre las autoridades pertinentes con el Consejo Nacional de Seguridad Vial como un plan a largo plazo.

(Velásquez & Choque, 2016); en una investigación científica realizada con el propósito general de identificar las zonas de riesgos, y así elaborar el sistema de información vial de accidentes de tránsito en esa vía; Juliaca - Azángaro, Perú y concluyen lo siguiente:

- Se encontró 5 tramos en la vía regional Juliaca – Azángaro, analizando como referencia los cambios de velocidades de diseño de acuerdo al registro de velocidades.
- Realizó un análisis de 05 elementos de diseño geométrico; velocidad, ancho de calzada, ancho de berma, sobre ancho, peralte, de esto concluyó que los parámetros de diseño geométricos de esta vía estudiada no cumplen con los parámetros establecidos de acuerdo a la norma y manual de diseño geométrico de carreteras, (DG – 2014).

(Astochao, 2015); en su investigación científica propone como objetivo principal evaluar el impacto de la aceptación e implementación de un sistema piloto de inteligencia de transporte para disminuir los accidentes de tránsito en vías de nivel nacional para mejorar la seguridad vial resultando que:

- Se ubicó 18 tramos de concentración de accidentes, gracias a esta metodología de control de la calidad de la tasa, configurándose como la más aceptable, debido a que los cálculos se basan en el control de calidad de los análisis estadísticos para encontrar la tasa de accidentes de un punto en particular.

- Se encontró 13 tramos de concentración de accidentes mediante este método de número de accidentes, la tasa de accidentes y número - tasa, aquellos sub tramos donde se producen de tres a más accidentes, siendo particularmente no aceptables.
- En el método de grados o índice de peligrosidad resultó que el método no es el procedimiento adecuado para la identificación de TCA, debido a que no se tiene en cuenta la distribución de los accidentes en la vía, y solo registra aquellos accidentes que registran víctimas fatales.
- Se concluyó que los elementos geométricos de las curvas en aquellos tramos de concentración de accidentes cumple con la normativa actual, por lo que la razón principal de accidentes de tránsito en los TCA son la velocidad en exceso, seguido de aspectos climáticos como son presencia de neblina y nieve.

(Huamancayo, 2012); en su estudio de investigación se propuso con objetivo principal estudiar los tramos de concentración de accidentes de tránsito de la vía Libertadores, proponiendo la reducción de casos y resultó:

- Se encontraron 18 tramos donde se concentran accidentes, mediante la metodología del control de calidad de tasa, resultando así este, la más viable, debido a que el cálculo se basa en el minucioso control de calidad de aquellos análisis tipo estadísticos, esto para determinar si la tasa de accidentes en un punto o lugar en específico es inusual. El método este, considera un tramo de concentración de accidentes a los sub tramos donde se suscitan 2 a más accidentes.
- Mediante la metodología del índice de peligrosidad se concluye que este método no resultó. A priori un acto adecuado para determinar y ubicar los TCA, porque no se toma en cuenta la distribución de los accidentes en la vía porque solo toma en cuenta aquellos accidentes que registran fallecidos o heridos.

(Leiva, 2003); en su estudio de investigación se propuso como objetivo principal ubicar las soluciones que permitan reducir el número de accidentes viales y concluye lo siguiente:

- Que, para menguar los números de accidentes de vía, es insuficiente un buen diseño geométrico de la carretera, sino como también es necesario la adecuada señalización o dispositivos de tránsito, esto con el propósito de informar a los transportistas tanto de los lugares de llegada como de las calles y carreteras.
- Que la recopilación de informaciones de incidencias es importante para mejorar la calidad en los reportes estadísticos de accidentes de tránsito y contar con datos conglomerados anuales respecto a este tema.
- Que un buen diseño geométrico, una buena señalización más la iluminación de las vías, son aspectos fundamentales para ofrecer una eficiente seguridad vial, así mismo se hace compleja la solución a los problemas de accidentes viales.
- Se ubica que la cultura que se debe poseer sobre seguridad vial mediante una buena educación respecto a este aspecto, para así lograr eficientemente la reducción de este tipo de eventos, es necesario un proyecto que incluya a la educación vial, como una arma principal para combatir este mal, empezando estas enseñanzas desde edades preescolares continuando en los diversos niveles de educación.

2.2. Bases Teóricas - Científicas

2.2.1. Accidente de tránsito

El accidente de tránsito es definido como un evento fortuito donde se involucra muchos factores como el humano, vehículo, la vía dentro de un medio ambiente establecido, donde se produce una colisión o choque u otro evento que

involucre vehículos y vías transitorias que trae como resultados y consecuencias, daños materiales, humanos hasta pérdidas humanas (Chamba, 2013).

Tipos de accidentes de tránsito: Zambrana (2010)

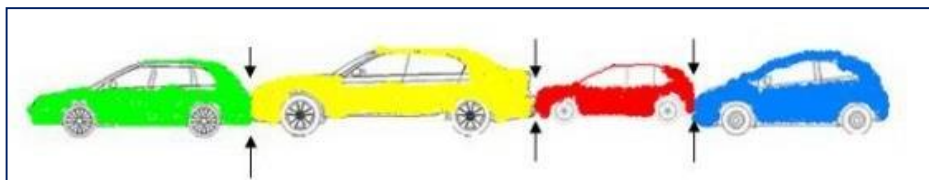
a) Atropello:

Este tipo se da entre un vehículo en movimiento y por lo menos una persona.

b) Colisión entre vehículos:

Este tipo de accidente se da entre dos o más vehículos.

Gráficos 1: Colisión entre vehículos



Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

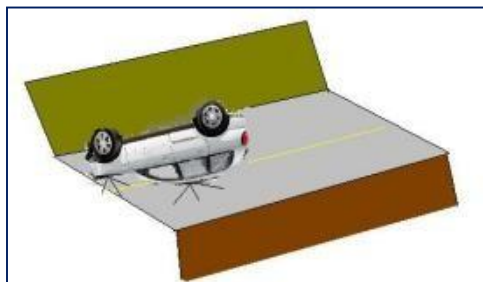
c) Colisión con punto fijo:

Este tipo de accidente se da entre el vehículo en movimiento y un objeto en inercia, pudiendo ser una casa, un parque, un poste una acerca inclusive pudiendo ser otro vehículo estacionado.

d) Vuelcos

Este tipo de accidente se da cuando el conductor del vehículo pierde el control del mismo.

Gráficos 2: Vuelco



Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

e) Accidente con semoviente:

Este tipo de accidente se da entre un vehículo y un semoviente.

f) Caída de pasajeros:

Este tipo de accidente se da cuando una persona se cae de un vehículo de transporte, sufriendo lesiones o muerte.

Gráficos 3: Caída de pasajeros



Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

g) Caída de objetos:

Este tipo de accidente se da cuando, los vehículos de transporte no aseguran correctamente la carga o violan las leyes de tránsito al exceder en cargas.

h) Despiste

Este tipo de accidente se da por la salida o abandono de la calzada contra la voluntad de su conductor.

Causa de los accidentes de tránsito (Zambrana, 2007)

Dentro de las causas que producen un accidente de tránsito pueden ser:

- Por factor humano.
- Por falla mecánica
- Por factores ambientales.
- Por factores de vía y su entorno

a) Factores humanos

Entre estas causas comunes se ubican a enfermedades o alteraciones físicas, impericia, imprudencia, negligencia, conducción temeraria, cansancio, falta de respeto a las señales de tránsito, estado etílico, bajo el efecto de sustancias psicotrópicas o drogas y exceso de velocidad.

b) Por fallas mecánicas

En estas causas se consideran aquellas como; llantas, frenos defectuosos, fallas en suspensión o transmisión, fallas en dirección.

c) Factores ambientales

Dentro de estas causas están incluidos aquellos como la lluvia, neblina, viento, inundación, tormenta, temblor, terremoto, luz solar en el amanecer, en el crepúsculo, oscuridad.

d) Factor vía y entorno

Dentro de estas causas se pueden especificar a los que se deben a defectos de diseño o ingeniería, tales como; calidad de asfalto, curvas sin peralte (inclinación de la carretera en sentido transversal para contrarrestar la fuerza centrífuga) o mal diseñados, curvas o pendientes muy inclinados, derrumbes, falta de dispositivos de señalización o demarcación, así mismo estado deteriorado de la vía, como son el hundimiento y baches, obstáculos en la carretera como deslizamientos, caída de piedras, vehículos mal estacionados, animales.

En este factor existen dos elementos; los estables y los cambiantes.

1. Elementos Estables

Se determinan:

- La calzada o vía:

Dentro de este factor se encuentran el planteamiento y construcción, pavimentación, trazado de la misma, ancho de vía, número de carriles,

resistencia al deslizamiento, peralte, gradiente, así como también su explotación mantenimiento y rehabilitación.

- El diseño del Entorno de la Vía:

En esto se refiere a los objetos y elementos que se colocan o diseñan como componentes de la vía ya que influye en su manejo, considerándose desde la localización de señales, bolardos, barreras protectoras, señalizaciones y otros objetos de mobiliario urbanístico. Así como también el problema que plantea en el diseño correcto de señalizaciones desde su aspecto perceptible.

Según lo dicho por (Luque Rodríguez y Álvarez Mántares, 2007) las carreteras pueden influir en un siniestro debido a parámetros y a algunas variables que entre otras serían:

- Tipo de vía, nominación o consideraciones de diseño.
- Mantenimiento y Conservación.
- Problemas que están relacionado con la geometría, como; perfil longitudinal, perfil vertical, curvas, rectas, adecuación del diseño de lavelocidad de diseño máximo genérica de la vía y concreta del tramo;dificultades con la percepción del trazo, debido al diseño geométrico y su relación con la naturaleza; anchos y perfiles verticales, distancia de visibilidad requeridas para el adelantamiento, cruce, galibo, paradas, etc.
- Intersecciones, bifurcaciones y cruces: definición geométrica; los carriles de aceleración o desaceleración con longitudes insuficientes; adaptarse al tráfico real, distancia de visibilidad requerida, conflicto en la percepción en laintersección, el enlace, control de velocidades, señalización definida, falta deelementos sea así de isletas, encauzamiento de flujos, refugios de peatones y

redondeles.

- Puntos especiales donde influye la longitud, inclinaciones longitudinales y transversales, distancias de seguridad, ajustes a la velocidad de diseño.
- Insuficiente o incorrecta señalización del sistema de información.
- inconvenientes en los accesos y propiedades colindantes a la vía.
- Problema relacionado con el estado de geometría de continuidad y homogeneidad.
- Dificultad con la estructura de pavimento y capa de rodadura esto con el material y textura.
- Adherencia especialmente en zonas de posible peligro así como en curvas, cambio de rasante, nudos.
- Elementos contaminados y extraños.
- Reflexión de luz.
- Colores.

2. Elementos Cambiantes

A los elementos cambiantes que producen o intervienen en la ocurrencia de incidentes según (Toledo Castillo, 2007) considera:

- La climatología e incidencia u obstrucciones temporales:
Estas serían cruce de animales, obras en la vía, peatones y otros vehículos, obstáculos, retenciones, etc.
- Las medidas de control de tráfico y la supervisión de la policía.
- Estas se dan cuando se realiza el control y gestión periódico de las señales luminosas, pasas de cebra y redondeles, cámara de control de tráfico, controles policiales de las infracciones del conductor, etc.

Clases de accidentes de tránsito (Huamancayo, 2012)

En su tesis encontramos que, los accidentes de tránsito se clasifican en:

A. Accidentes de tránsito simples.

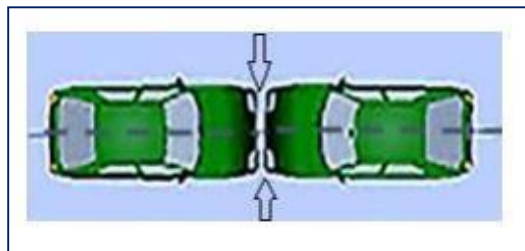
Son accidentes donde participan un solo vehículo en movimiento sobre la vía de circulación así como una relación directa o indirecta del hombre, entre estas tenemos:

Choque

Esta clase de accidentes es cuando existe colisión de un vehículo en dinámica, y entre las cuales se clasifican en:

- Choque Frontal: Es cuando un vehículo colisiona con su parte anterior.

Gráficos 4: Choque frontal



Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

- Choque Angular: Es cuando un vehículo impacta con cualquiera de sus ángulos.

Gráficos 5: Choque angular



Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

- Choque lateral: Es cuando un vehículo impacta por cualquiera de sus lados.

Gráficos 6: Choque lateral



Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

- Choque posterior: Es cuando un vehículo colisiona con su parte posterior.

Gráficos 7: Choque posterior



Fuente: García M. (2017)

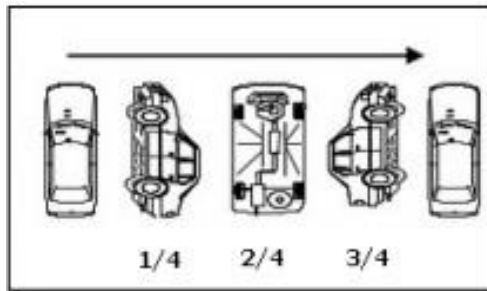
Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

Volcadura

Es el tipo de accidente de vehículo que sufre cuando se encuentra en traslación es decir en movimiento, pudiendo volcar por uno de sus lados, sea por delante o hacia atrás.

- Volcadura tipo tonel: Es cuando el vehículo se vuelca sobre cualquiera de sus lados laterales (es decir girar sobre su propio eje longitudinal tanto de izquierda como derecha).

Gráficos 8: Volcadura en tonel

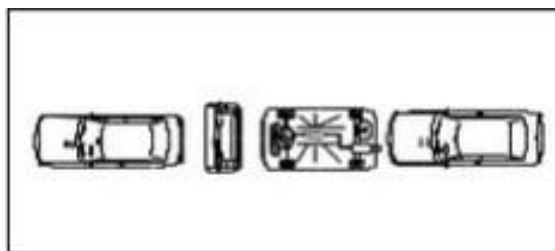


Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

- Volcadura tipo campana: Es cuando el vuelco que sufre el vehículo en movimiento es girando sobre el eje corto, comúnmente de sentido atrás hacia adelante, raramente de lo contrario.

Gráficos 9: Volcadura en campana



Fuente: García M. (2017)

Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/datos/6797/1/12781.pdf>

Incendio

Este tipo de accidente se da cuando el vehículo está en pleno movimiento y el incendio se da por falla del sistema eléctrico o mecánico. Este tipo de accidente consiste en la inflamación parcial o total del vehículo, puede haber una causa de fallo de explosión que regresa combustible generalmente de forma casual.

Despiste

Es una clase de accidente donde va a ver pérdida de contacto de las llantas de un vehículo con la superficie normalmente rodante de la vía; es decir es cuando

se sale de la vía circula ble. Así mismo puede ser que la salida se parcial o total.

- Despi staje parcial: Es cuando en el accidente no todas las llantas de la unidad pierden contacto con la parte vial de circulación.
- Despi staje total: Es cuando en el accidente todas las llantas de la unidad pierden contacto con la parte vial de circulación.

B. Accidentes de tránsito múltiple.

En estos tipos de accidente van a intervenir mínimo dos vehículos en traslación o un vehículo en movimiento y un peatón, y estas se sub clasifican en:

Choque

Es el accidente donde existe colisión de un vehículo a otro estando los dos en traslación o detenido.

- Choque frontal: Es cuando el choque se da entre las partes mediasanteriores de los dos vehículos que entran en contacto entre sí.
- Choque por embiste: Es cuando la colisión se da de la parte frontal contra la pared lateral de otro vehículo que está en marcha por el tipo de impacto se le denomina choque en "T" y pueden ser a la vez lateral derecho y izquierdo.
- Choque por alcance: Es cuando el choque que se produce entre vehículo en traslación que se mueven en un mismo sentido, impactando con la parte posterior al vehículo que le precede, y estos a su vez pueden ser céntricos y excéntricos.
- Choque lateral: Es cuando el accidente de choque, la colisión se produce entre ambos vehículos en movimiento, donde sus partes laterales toman contacto entre sí, estos a la vez pueden ser positivos cuando es en sentido contrario y negativo cuando están en el mismo sentido.

Caída de pasajeros.

Es el accidente donde existe caída del pasajero u persona de un vehículo en movimiento, generalmente ocurrido en unidades de transporte público que podría ser al subir o bajar o dentro del vehículo.

C. Accidentes de tránsito mixtos.

Estos accidentes son donde se combinan un accidente simple y un múltiple viceversa, por ejemplo:

- Despiste simple y el atropello múltiple
- Choque por embiste masivo y una volcadura simple.

D. Accidentes de tránsito en cadena

En estos tipos de accidentes van a participar por lo menos 03 vehículos, los que entran en contacto uno detrás de otro. para determinarse como tal debe producirse en la vía de circulación, los vehículos deben trasladarse en el mismo sentido y por lo mínimo el ultimo que impacta debe encontrarse en movimiento.

Fases de los accidentes de tránsito. Chihuahua (2011).

A. Fase de percepción

En esta fase se nota la situación de riesgo, valorándolo apropiadamente como tal para considerarlo un peligro posible y real; sin embargo, tal cual no ocurre en el lugar y tiempo donde el riesgo pudo haberse notado, en este sentido puede darse en tiempos:

- Es el punto de prevención posible, es aquel momento en que el conductor debió darse cuenta de la situación anormal que pudiera desembocar un siniestro.
- Es el punto de real prevención, es donde el conductor asume la conciencia del inminente hecho por suscitar.

B. Fase de decisión.

Es aquel momento donde el conductor va a reaccionar en todos los casos, tratando de evadir esa situación de conflicto. Esa reacción a la que se hace mención está representada por una serie de maniobras por eso que se denomina; maniobras evasivas, así mismo en esta fase pueden darse las siguientes etapas:

- Tiempo de reacción; es aquel donde el conductor se toma para decidir qué hacer ante esa situación de conflicto. Se considera hasta el inicio de la situación de desidia. el tiempo de reacción varía dependiendo de la condición del conductor, su asimilación para manejo de situaciones adversas, de la aptitud para el manejo, circunstancias modificatorias de su pericia en el volante varía el tiempo de reacción. pero según estándares de normalidad se considera un 3/4 de segundos.
- Punto de decisión, esta se da en el lugar del evento y desde cuando el conductor inicia la acción de la maniobra que ha decidido realizar, dependiendo de la asimilación intelectual de valoración de los riesgos que corresponden.
- Maniobra de evasión, es la acción que ejecuta el conductor para evitar la producción del accidente y estas pueden ser:
 - Frenar o disminuir la velocidad.
 - Acelerar.
 - El Giro/viraje a la izquierda o a la derecha.
 - Combinación de anteriores.

C. Fase de conflicto.

Esta fase es la única del desarrollo del siniestro de tránsito y se llega a este cuando el conductor no pudo evitar el accidente y lo momentos instantáneos pueden ser los siguientes:

- El punto de impacto, es el primer contacto entre los participantes del hecho de tránsito.
- El máximo enganche, es el efecto máximo debido a la presión entre los participantes, elementos como la energía cinética, las fuerzas intervinientes como de masa y otras que generan una de empuje, que es absorbida mutuamente por cada unidad respectivamente.
- El de desenganche, es el instante de separación de las unidades que participaron en el evento inmediato al máximo enganche, la fuerza de empuje liberada en el impacto llega a extinguirse por totalidad.
- La posición final, es cuando las unidades de tránsito y/o sus componentes sea objetos, vehículos, personas que participan en el evento quedan inmóviles registrándose ninguna fuerza remanente, así mismo se llega a ocupar el espacio con la posición final.

Seguridad Vial

Según (Nunes); la seguridad viene del vocablo latín "securitas", pues se refiere a todo aquello que está exento de peligro, riesgo o daño. Por lo tanto, la definición de seguridad vial supone la prevención de algún siniestro de vía y proteger la vida de las personas o disminuir los resultados negativos.

Según Pérez y Lastre, 2014; menciona que seguridad vial es que la vía presente todas las condiciones para que esté libre de riesgo, daños que pueden ser causados por algún factor de la vía en la transitabilidad de los. Así mismo seguridad vial se rigue en reglamentos, normas con la finalidad de menguar las posibilidades de que ocurran choques, averías, etc. Es decir, la finalidad de este concepto es proteger a las personas y bienes viales mediante el manejo o eliminación de aquellos riesgos y así permitir disminuir la cantidad y severidad de los siniestros de vía.

Tramos de concentración de accidentes de tránsito

Un tramo de concentración de accidentes de tránsito es aquel tramo que registra un número de siniestros de tránsito ya sea de un tipo característico particular, y que sea superior a aquellos tramos similares de la misma vía, asumiéndose que con la acción de mejora de la misma podría resultar en una significativa reducción del índice de accidentabilidad. Se utiliza para hacer referencia a los puntos de mayor peligrosidad de una red vial, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de seguridad vial, 2017).

Un tramo de concentración de accidentes es una de la red que presenta un riesgo de accidentes significativamente superior a la media de tramos de características semejantes, y en el que se espera que una actuación de mejora de la infraestructura pueda alcanzar una reducción efectiva de la accidentabilidad (Berardo, y otros, 2008) Un tramo de concentración de accidentes es un tramo de la red que presenta un riesgo de accidente significativamente superior a la media de tramos de características semejantes, y en el que se espera que una actuación de mejora de la infraestructura pueda alcanzar una reducción efectiva de la accidentalidad. **(Berardo y otros, 2008).**

Puntos negros

Según (Ministerio de salud, 2013); lo define a un tramo de una vía donde sehan producido cinco o más accidentes de tránsito con muertos o heridos en una temporada.

Un punto negro en termino resumidos es aquel lugar, zona, curva, donde existe alta concentración de accidentes. Pero una definición universal de esteno existe, siendo necesario mayor detalle para definirlo claramente, por el mismo hecho de una ambigüedad en relación a algunas características técnicas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015).

La (Dirección general de tráfico - DGT, 2018) define al punto negro así como;"aquel tramo de la vía de transporte vehicular donde debió haber sucedido al menos tres o más accidentes de tránsito, con resultados de víctimas mortales, hospitalizados y heridos no hospitalizados, que se hayan dado en una infraestructura vial perteneciente a la red de carreteras, la misma que se haya dado en un año natural".

Velocidad

Según Ortiz, 2004, menciona a la velocidad como una característica propia de motricidad que abarca a situaciones fundamentales e inherentes a la fisiología, a la psíquica, al metabolismo energético y al desarrollo biológico del ser humano.

Pero en general, el concepto de velocidad se indica como la relación entre el tiempo y el espacio que hace un elemento, es decir para un elemento vehicular indica su relación de dinámica o movimiento que se expresa en kilómetros por hora (km/h).

Para el caso de la velocidad de tipo constante, se define con aquella funciónlineal de la distancia y el tiempo que se expresa por la fórmula:

$$V=d/t$$

Donde:

V: Velocidad constante (km/h)

d: Distancia recorrido en km.

t = Tiempo recorrido en horas

1. Velocidad Especifica en las curvas horizontales

Para registrar la velocidad especifica en las curvas horizontales que se incluyen en un tramo homogéneo, se debe considerar ciertos parámetros como:

- La velocidad de diseño de tramo homogéneo donde se ubica la curva

horizontal.

- El sentido en el que se dirige el vehículo en la carretera.
- La velocidad que se asignó a la curva horizontal anterior.
- La longitud de aquel segmento en tangente anterior, para uso del manual se podría considerar, ese segmento en tangente a aquella distancia horizontal que es medido entre los puntos medios de las "espiralizadas" o entre el PT y el PC de las curvas si fuesen estos circulares.
- Su deflexión en la curva analizada.

2. Velocidad de marcha

Denominan también velocidad de cruce, es cuando se obtiene al dividir la distancia que recorre con el tiempo, esto durante el cual un vehículo esta en movimiento, esto bajo las condiciones prevalentes del tránsito, de la vía y de los dispositivos de entorno. Es una medida de calidad del servicio que una determinada vía proporciona a los conductores y que este varíe en el día, por motivos principal de modificación de volúmenes de tránsito.

Es recomendable que la velocidad de marcha, sea siempre inferior a la velocidad de diseño. Particularmente en aquellas curvas con diseño de velocidad bajo, suelen conducir a velocidades mayores, la que se traduce a menores condiciones de seguridad vial, por ende, es fundamental que la velocidad de diseño para configurar la curva horizontal, sea un reflejo conservacionista de la velocidad que se proyecta de la instalación construida.

Tabla 1: Velocidades de marcha teórica en función de la velocidad de

Velocidad de diseño	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0
Velocidad media de marcha	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	81,0	90,0	99,0	108,0	117,0
Rangos de velocidad media	25,5 @ 28,5	34,0 @ 38,0	42,5 @ 47,5	51,0 @ 57,0	59,5 @ 66,5	68,0 @ 76,0	76,5 @ 85,5	85,0 @ 95,0	93,5 @ 104,5	102,0 @ 114,0	110,5 @ 123,5

diseño (km/h)

Fuente: Manuel de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

3. Velocidad de Operación

Esta es aquella velocidad máxima con la que deben circular los vehículos en un determinado segmento de la vía de tránsito, claro que está en función a la velocidad de diseño, al estado del pavimento, condiciones prevalentes del tránsito, situaciones meteorológicas y grado de relación de éste con propiedades adyacentes y otras vías.

En caso que el tránsito e interferencias sean de nivel bajo, entonces la velocidad de operación del vehículo será de orden de la velocidad de diseño esto por tramo homogéneo, no debiéndose sobrepasar a esta. pero si el tránsito crece, las interferencias entre vehículos crecen, haciendo que se baje la velocidad de operación del grupo transitable. Esta definición es importante para evaluar aspectos de calidad en servicios que brinda una determinada carretera, así como los parámetros de comparación, entre la vía existente con características similares a una vía, con la finalidad de escoger una velocidad de diseño por tramos homogéneos, esto de acorde con los servicios que se desee aportar.

La definición para la estimación adecuada de la velocidad de operación, va a ser el denominado percentil 85 de la velocidad, que involucra en determinar la velocidad bajo donde circulan el 85% de los vehículos. Anotándose la

velocidad de operación en cada punto de la vía, por la cual será posible construir un diagrama de velocidades de operación; (velocidad de operación - distancia), es donde se puede evaluar aquellos lugares de la vía que pueden comprometer la seguridad en el trazado. Es así que el análisis del mencionado diagrama, va a constituir el método más común para evaluar la consistencia del diseño geométrico. las ecuaciones de Fitzpatrick se pueden apreciar en la tabla 02, donde se ven la estimación para determinar las velocidades de operación.

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

	Condiciones de alineamiento	Ecuación
1	Curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%)	$V_{85} = 102,10 - \frac{3077,13}{R}$
2	Curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%)	$V_{85} = 105,98 - \frac{3709,90}{R}$
3	Curva horizontal sobre pendiente (0% < i < 4%)	$V_{85} = 104,82 - \frac{3574,51}{R}$
4	Curva horizontal sobre pendiente (4% < i < 9%)	$V_{85} = 96,61 - \frac{2752,19}{R}$
5	Curva horizontal combinada con curvas cóncavas (sag)	$V_{85} = 105,32 - \frac{3438,19}{R}$
6	Curva horizontal combinada con curvas convexas sin limitación de visibilidad	(Nota 2)
7	Curva horizontal combinada con curvas convexas con limitación de visibilidad ($K \leq 43$ m / %)	$V_{85} = 103,24 - \frac{3576,51}{R}$; (nota 2)
8	Curva vertical cóncava sobre recta horizontal	V85 se asume como la velocidad deseada
9	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad no limitada ($K > 43$ m / %) sobre recta horizontal	V85 se asume como la velocidad deseada
10	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad limitada ($K \leq 43$ m / %) sobre recta horizontal	$V_{85} = 105,08 - \frac{149,69}{K}$

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

NOTAS:

- 1) Se usará la menor velocidad estimada con aquellas ecuaciones 1 o 2 para pendientes descendientes y 3 o 4 para pendientes ascendentes.

- 2) Además se debe comparar con la velocidad estimada con las ecuaciones 1 o 2 para pendientes descendientes y 3 o 4 para pendientes ascendientes y usar la menor, esto aseguraría que la velocidad que fueron estimadas a lo largo de curvas combinadas no será mejor que si solo la curva horizontal esté presente. Es decir, la inclinación de una curva convexa con visibilidad limitada vaya resultar en una mayor velocidad.
- 3) V85 percentil de velocidades de automóviles km/h.
- 4) R radio de curva en m.

Vehículos

Es necesario que en el diseño de una carretera se debe tener en consideración las características de los vehículos que transitarán en su vida útil, por lo que es primordial de estudios anticipados que permitan determinar qué tipos de vehículos, en qué proporción circulan por esa vía. Por su gran variedad que existen estos, será conveniente de agruparlos por su clase estableciendo así medidas representativas de cada clase. Siendo así que la mayor variedad de vehículos puede ser reducidos a unas cuantas. En cada una de estas clases se agrupan lo que se llama un vehículo de diseño. Sus características físicas variedad de tamaños las cuales transitan por la vía, van a ser importantes para la definición geométrica de la carretera, por tal es necesario evaluar todos los tipos de vehículos, estableciendo así grupos y obtener el tamaño representativo de cada grupo y usarlo en las proyecciones de la vía. estos vehículos escogidos de cada grupo se denominan vehículos de diseño.

A. Giro Mínimo de vehículos tipo

Hay un mínimo de espacio absoluto para ejecutar un giro de 180° en las curvas, la que queda definida por la trayectoria de la rueda delantera izquierda del vehículo, la que se llama trayectoria exterior, y por la rueda trasera derecha

como trayectoria interior, estos en sentido horario, así mismo debe considerarse el espacio libre requerido por la sección voladizo que existe entre el primer eje y elparachoques o el elemento más sobresaliente.

Anotar que la trayectoria exterior está determinada por el radio de vuelta mínimo que es propio del vehículo y será una característica de fabricación.

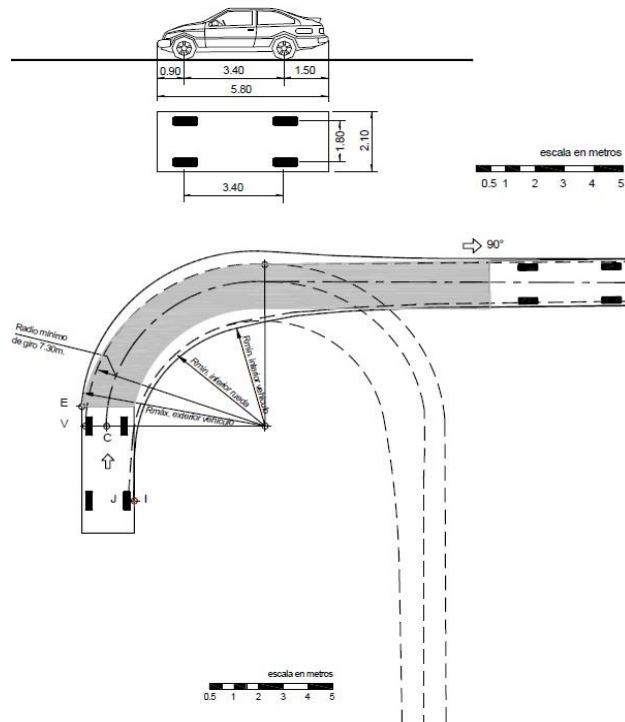
Así mismo la trayectoria interior será dependiente de la trayectoria externo, de la distancia entre el primer y último eje, del ancho del vehículo y de la circunstancia que estos ejes pertenecen a un vehículo del tipo unidad rígida o semirremolque articulado.

Por tal los camiones y ómnibuses en general, requerirán tamaños geométricos más generosas que en el caso de vehículos ligeros. Ello se debe a que, en la mayoría, son más anchos los primeros, tienen distancias entre ejes más largos y mayor radio mínimo de giro, que son las principales dimensiones de los vehículos que afectan al alineamiento horizontal y la sección transversal. se indican los radios máximos y mínimos y los ángulos para sus seis trayectorias establecidas para cada vehículo de diseño, para giros mínimos de trayectoria de 90° , según su curva de estudio. (Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018).

A continuación, se describen los giros mínimos para los tipos de vehículos, para trayectoria de 90° , que es la disposición geométrica de la curva en estudio.

1. Vehículo ligero

Gráficos 10: Giro mínimo para vehículos ligeros en trayectoria de 90



Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2014

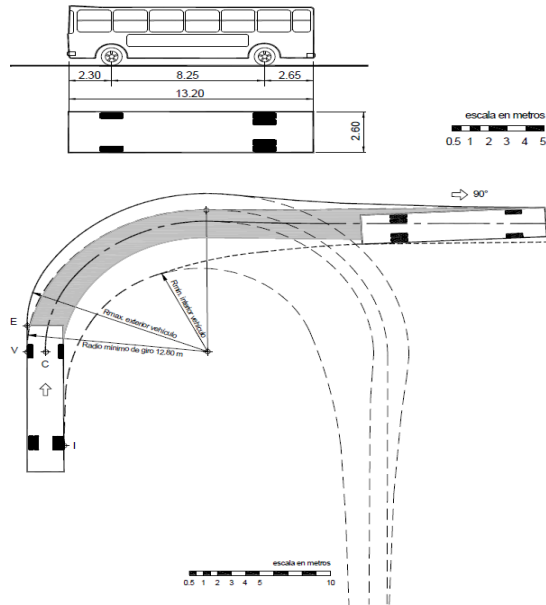
Tabla 3: Vehículos ligero (VL) radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Rmín Interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	7,76 m	5,14 m	5,28 m	17,8°
60°	7,84 m	4,73 m	4,88 m	24,2°
90°	7,87 m	4,59 m	4,74 m	26,4°
120°	7,88 m	4,54 m	4,69 m	27,3°
150°	7,88 m	4,52 m	4,67 m	27,6°
180°	7,88 m	4,51 m	4,66 m	27,7°

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

2. Ómnibus de dos ejes

Gráficos 11: Giro mínimo para ómnibus de dos ejes en trayectoria de 90°



Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG – 2018

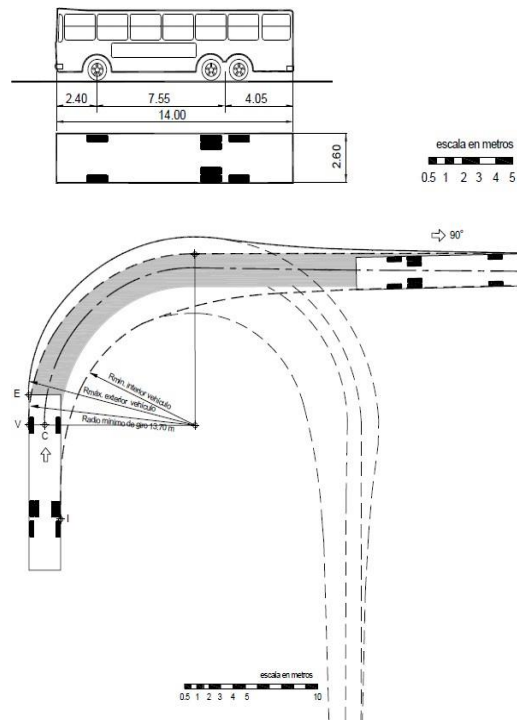
Tabla 4: Ómnibus de dos ejes, radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx Exterior vehículo (E)	R mín Interior Rueda (J)	Ángulo Máximo dirección
30°	13,76 m	10,17 m	20,2°
60°	14,09 m	8,68 m	30,0°
90°	14,24 m	7,96 m	34,9°
120°	14,31 m	7,59 m	37,4°
150°	14,35 m	7,40 m	38,7°
180°	14,37 m	7,30 m	39,3°

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

3. Ómnibus tres ejes

Gráficos 12: Giro mínimo para Ómnibus tres ejes en trayectoria de 90°



Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

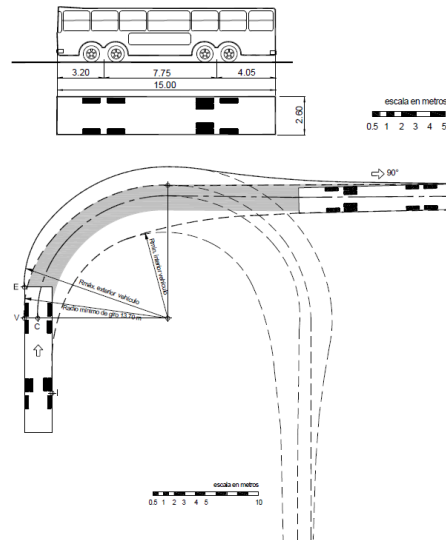
Tabla 5: Ómnibus tres ejes radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	14,66 m	10,80 m	19,1°
60°	14,95 m	9,67 m	27,2°
90°	15,07 m	9,20 m	30,7°
120°	15,12 m	9,00 m	32,2°
150°	15,14 m	8,91 m	32,9°
180°	15,15 m	8,87 m	33,2°

Fuente: Manual de carreteras; diseño geométrico DG - 2018

4. Ómnibus cuatro ejes

Gráficos 13: Giro mínimo para Ómnibus cuatro ejes en trayectoria de 90°



Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

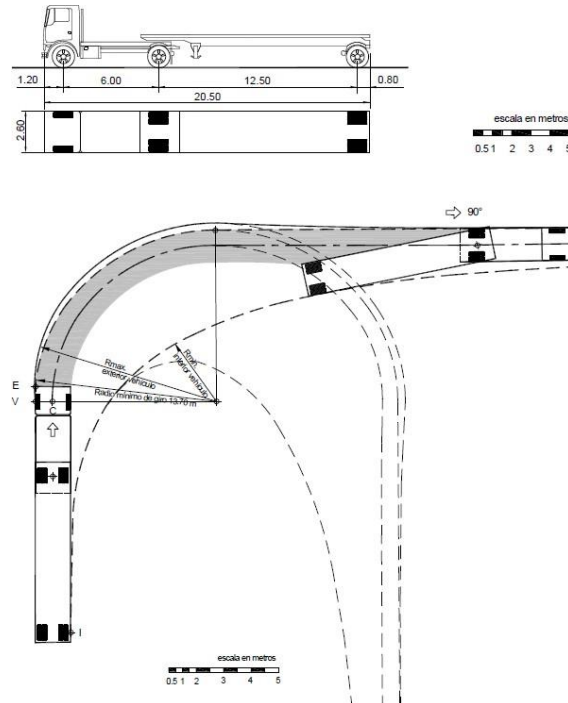
Tabla 6: Ómnibus cuatro ejes radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior vehículo (E)	R mín. Interior rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	15,06 m	10,83 m	19,3°
60°	15,45 m	9,63 m	27,7°
90°	15,61 m	9,12 m	31,4°
120°	15,68 m	8,89 m	33,0°
150°	15,70 m	8,79 m	33,8°
180°	15,72 m	8,74 m	34,1°

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

5. Semirremolque simple

Gráficos 14: Giro mínimo para Semirremolque simple, trayectoria de 90°



Fuente: Manuel de carreteras, Diseño geométrico DG – 2018

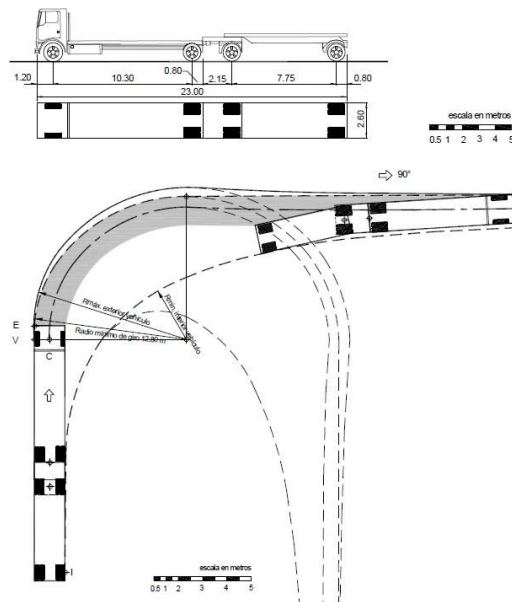
Tabla 7: Semirremolque simple radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30°	14,08 m	8,73 m	17,6°	15,1°
60°	14,20 m	6,89 m	23,2°	29,23°
90°	14,24 m	5,41 m	25,0°	41,1°
120°	14,26 m	4,19 m	25,7°	50,8°
150°	14,26 m	3,14 m	25,9°	58,5°
180°	14,27 m	2,22 m	25,9°	65,4°

Fuente: Manuel de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

6. Remolque simple

Gráficos 15: Giro mínimo para remolque simple en trayectoria de 90°



Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

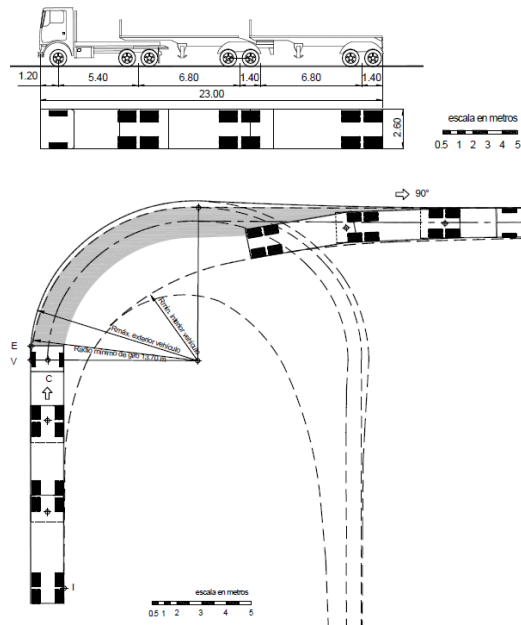
Tabla 8: Remolque simple radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. exterior Vehículo (E)	R mín. interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación camión	Ángulo máximo articulación remolque
30°	13,25 m	7,94 m	22,1°	5,6°	9,3°
60°	13,49 m	6,21 m	34,2°	10,6°	18,7°
90°	13,61 m	4,81 m	41,3°	14,6°	27,8°
120°	13,68 m	3,66 m	45,6°	17,8°	36,5°
150°	13,71 m	2,67 m	48,3°	20,3°	44,6°
180°	13,74 m	1,79 m	50,1°	22,2°	52,3°

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

7. Semirremolque doble

Gráficos 16: Giro mínimo para Semirremolque doble en trayectoria de 90°



Fuente: Manuel de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

Tabla 9: Semirremolque doble radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación camión	Ángulo máximo articulación remolque
30°	14,06 m	9,25 m	16,7°	12,1°	10,5°
60°	14,17 m	7,95 m	21,3°	22,1°	20,6°
90°	14,20 m	7,02 m	22,7°	28,7°	29,5°
120°	14,21 m	6,35 m	23,0°	32,6°	36,9°
150°	14,21 m	5,87 m	23,2°	34,7°	42,7°
180°	14,22 m	5,53 m	23,2°	35,8°	47,0°

Fuente: Manuel de carreteras; diseño geométrico DG - 2018

Tabla 10: Radios mínimos según tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 1,90/4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T2S1)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00/12,50	0,80	13,70
Remolque simple (C2R1)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T3S3)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,90	2,00	1

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

Diseño de vía y entorno

A. Diseño de vía

1. Clasificación de la Red Vial Manual. DG – (2018) MTC.

Las carreteras del Perú se clasifican, en función de la demanda en:

a. Autopistas de Primera Clase

Son vías con IMDA (índice medio diario anual) mayor a 6000 vehículos por día, poseen calzadas divididas por medio de un separador en el centro mínimo de 6.00 m, cada uno de las calzadas debe poseer dos o más carriles de 3.6 m de anchura mínimamente, así mismo que posean control de accesos, que provean flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasas a nivel, pero puentes peatonales en zonas urbanas, además que la superficie de esta vía debe ser pavimentada obligatoriamente.

b. Autopistas de segunda clase

Estas vías tienen un IMDA entre 4001 a 6000 vehículos por día, con una calzada dividido al centro por un separador central que puede variar entre 6.00 m hasta 1.00 m, con un sistema de contención de vehículos, así mismo cada calada debe poseer dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, teniendo un control parcial de

ingresos y salidas que proporcionen flujos de vehículos continuamente, pueden poseer cruces o pasos vehiculares a nivel además de puentes urbanos en zonas urbanas. Así mismo la superficie de rodadura de estas deben ser asfaltadas.

c. Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh./día, con una calzada de dos carriles de 3.6 m de ancho como mínimo. puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel de zonas urbanas, es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. Así mismo la superficie de rodadura debe ser pavimentada.

d. Carreteras de segunda clase

Estas vías con un IMDA entre 2000 a 400 vehículos por día, que poseen una calzada de dos carriles de 3.30 m de anchura mínimamente. pueden poseer cruces o pasos a nivel también en zonas urbanas, se recomienda en este tipo de vías que se cuente con puentes peatonales o con dispositivos de seguridad, que facilite la velocidad de operación. Así mismo la superficie de rodadura debe ser asfaltada o pavimentada.

e. Carreteras de tercera clase

Esta vía tiene un IMDA menores a los 400 vehículos por día, que posean calzadas de dos carriles de 3.00 m de ancho mínimamente. Excepcionalmente estas vías podrían tener carriles hasta 2.5 m, pero portando con el sustento técnico respectivo. así mismo estas vías podrían funcionar con soluciones básicas o las económicas, que

consisten en el uso de estabilizadores de suelos, asfalto, pavimento, o en afirmado en la superficie de rodadura.

f. Trochas Carrozables

Estas son carreteras transitables que no alcanzan las características geométricas de una carretera, generalmente tienen un IMDA de menor a 200 vehículos por día, sus calzadas deben poseer un ancho mínimamente de 4.00 m, donde se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, cada 500 metros por lo menos, la superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

Las vías en el Perú, en función a la orografía predominante del terreno donde circula el trazado se pueden clasificar en:

a) Terreno plano - tipo 1

Estas tienen pendientes transversales con relación al eje de la vía que son menores o iguales de 10%, y su pendiente longitudinal generalmente menores al 3% haciendo que haya un mínimo de movimiento de tierras, haciendo que no presenten dificultades en su trazado.

b) Terreno ondulado - tipo 2

Estas tienen un pendiente transversal al eje de la vía entre 11% y 50% así mismo sus pendientes longitudinales se ubican entre 3% y 6%, haciendo que haya un moderado movimiento de tierras, permitiendo alineamientos más o menos rectos sin dificultad mayor.

c) Terrenos accidentados - tipo 3

Estas tienen pendientes transversales al eje de vía entre 51% a 100% y la pendiente longitudinal que predomina se ubica entre 6% y 8% por tal requerirá importantes acciones de movimiento de tierras, presentando dificultades en su trazado.

d) Terreno escarpado - tipo 4

Estas tienen pendientes transversales a su eje de vía por encima al 100% además de su pendiente longitudinal que excepcionalmente son superiores al 8%, haciendo que haya un masivo y máximo movimiento de tierras, haciendo que se presente significativamente dificultades para su trazado.

Tabla 11: Rangos de velocidad de diseño a función de la clasificación de carreteras por demanda y orografía

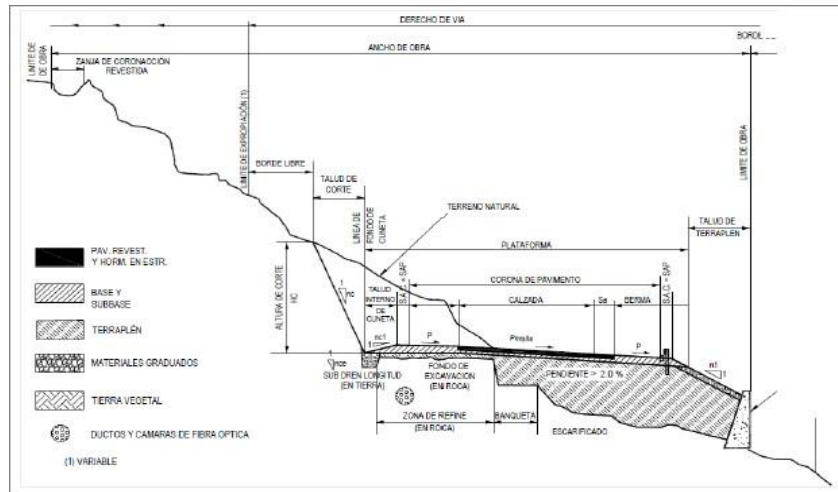
CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)															
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130					
Autopista de primera clase	Plano																
	Ondulado																
	Accidentado																
	Escarpado																
Autopista de segunda clase	Plano																
	Ondulado																
	Accidentado																
	Escarpado																
Carretera de primera clase	Plano																
	Ondulado																
	Accidentado																
	Escarpado																
Carretera de segunda clase	Plano																
	Ondulado																
	Accidentado																
	Escarpado																
Carretera de tercera clase	Plano																
	Ondulado																
	Accidentado																
	Escarpado																

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

1. Elementos de la sección transversal. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (DG - 2018).

Dentro de los elementos que forman parte de la sección trasversal de la carretera son; calzada, carriles, bermas, cunetas, taludes y obras complementarias tales como; ductos, barreras de seguridad, cámara para fibra óptica, guardavías, etc. que se ubican dentro de la vía proyectada.

Gráficos 17: Sección transversal típica a media ladera, vía de 02 carriles en curva



Fuente: Manual de Carreteras, DG - 2018

a. Calzada o superficie de rodadura

Esta es parte de la vía de tránsito que es destinado a la circulación de vehículos que puede estar conformado por uno o más carriles, exceptuandola berma.

Tabla 12: Ancho mínimo de calzada en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	Tráfico vehiculos/día				Tráfico vehiculos/día				Tráfico vehiculos/día				Tráfico vehiculos/día							
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				
40 km/h																				
50 km/h									7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,00				
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Notas:
a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

b. Berma

Este elemento es aquella franja longitudinal, adyacente y que va paralela a la calzada o superficie de rodadura de la vía, esta es usada

como zonas de estacionamiento de vehículos en caso de urgencias o emergencias, es decir como regiones viales de seguridad.

Tabla 13: Valores de ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera				
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase				
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño: 30 km/h																				0,50	0,50
40 km/h																	1,20	1,20	0,90	0,50	
50 km/h											2,60	2,60					1,20	1,20	1,20	0,90	0,90
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20			
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20			
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00			1,20	1,20			
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20			
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00								
110 km/h	3,00	3,00			3,00																
120 km/h	3,00	3,00			3,00																
130 km/h	3,00																				

Notas:

- Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1,20 m para Autopistas de Segunda Clase
- Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el [Tópico 304.12](#), debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

c. Peralte

Esta es un factor de diseño que indica la inclinación transversalmente de la vía en las zonas de giro o curvas, este está destinado a contrarrestar la fuerza centrífuga al giro de los vehículos.

Por la cual para hallar el peralte se usa la siguiente formula.

$$p = \frac{V^2}{127R} - f$$

Donde:

p: Peralte máximo relacionado a v

V: Velocidad de diseño en km/h

R: Radio mínimo absoluto en m

F: Coeficiente de fricción lateral asociado a V.

Tabla 14: Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

Fuente: Manual de carreteras, Diseño geométrico DG - 2018

2. Diseño geométrico. (Ministerio de transportes y comunicación - 2018)

En el proceso de diseño geométrico en planta y perfil tienen que corresponder a valores mínimos o máximos que sean deseables como se refiere la normativa, son las mismas a utilizar regularmente la que no genera alguna pérdida de alerta en la seguridad y comodidad del transeúnte vehicular, pero los mínimos o máximos absolutos o máximos absolutos o excepcionales, deben estar referidos a valores límites que el proyectista podría utilizar anticipadamente a una justificación técnica y económica de su aplicación, aun así a las restricciones en la comodidad del usuario conductor y del mantenimiento al límite los niveles de seguridad.

Dentro de las denominaciones de su trazado se consideran métodos y técnicas asociados con:

- Aquella forma geométrica de la carretera con relación al tráfico que se va a poner en servicio.
- Las dimensiones físicas.
- La relación con el terreno.

El aspecto del trazado debe de ser considerado en el diseño de un camino y este podría hacerse independientemente de otros factores como el drenaje, el pavimento, aunque podría ser reconsiderado en algunos puntos del trazado.

3. Alineamiento Horizontal. Chávez (2005).

Las normas y recomendaciones van a establecer aquellos criterios a utilizar la misma que el proyectista debe respetar, dentro de los límites razonables y económicos haciendo que un trazado satisfaga las necesidades de transitabilidad y calidad de servicio que se quiera conseguir con la vía.

Así mismo el adecuado diseño no necesariamente resulta de una aplicación mecánica de las normativas, adicionalmente puede requerir de unos juicios y flexibilidad por parte del diseñador y plantear así exitosamente una conjugación de los elementos de planta y elevación.

Aquellas posibles transiciones entre las situaciones deben presentarse en longitudes suficientes y así ir reduciendo las formas del trazado a lo largo de muchos elementos y llegar a los minutos absolutos, requeridos en un sector dado.

a) Consideraciones de diseño

A parte de parámetros cuantitativos de diseño según la norma en el alineamiento horizontal, debemos evaluar un número de controles las mismas que no están sujetas a demostraciones de fórmulas matemáticas, pero que si son importantes y necesarias para obtener vías seguras y de flujos de transito suave y armonioso.

Para evitar vías inseguras e incómodas a partir del diseño geométrico, se debe tener presente los siguientes criterios generales:

- Los alineamientos deben ser lo más posibles directos, seguridad en los contornos de topografía de aquella línea de ceros, esto debido a aquella línea de pendiente seleccionada.
- La velocidad de diseño específico no muy elevado a la velocidad de diseño.
- En cada curva el Angulo de deflexión debe ser tan pequeño en lo posible, viendo que las condiciones topográficas lo permitan y que la vía sea tan directa como se pueda.
- Se tiene un aspecto agradable en el alineamiento con tangente larga entre dos curvas del mismo sentido, esto cuando no se pueden percibir las dos curvas horizontales.
- La calzada, las bermas, los carriles deben estar separadas mediante sistemas de señalización horizontal como medidas de seguridad vial, esto de acuerdo con la dirección de transitabilidad.

b) Curvas circulares

Estas curvas se definen por el grado de radio, fijándose una determinada velocidad de diseño, para considerar el radio mínimo a utilizar en estas curvas se determina en función de:

- Peralte y rozamiento transversal movilizado.
- Visibilidad de parada en toda la longitud.
- Coordinación de trazado en planta y elevación, fundamentalmente para evitar la pérdida de trazado.

La mayoría de conductores en el tránsito de carreteras rurales adoptan una velocidad más o menos uniforme, esto si las condiciones de tránsito lo permitan, si pasan de un tramo tangente a una curva, y si estas no están diseñadas apropiadamente, el conductor deberá girarla a velocidades reducidas, esto por

comodidad y seguridad de los pasajeros, para mantener la velocidad promedio y deslindar del deslizamiento se deben compatibilizar los elementos de la curva tipo circular con geometrías que permitan tales maniobras.

c) Radios mínimos absolutos

Son los menores radios que podrían recorrerse con la velocidad diseñada en una curva horizontal así mismo de la máxima tasa de peralte, estos en condiciones aceptables de comodidad y seguridad en el transcurso del viaje terrestre.

El valor del radio mínimo para cada velocidad de diseño, tomando los criterios de seguridad ante el deslizamiento se dan mediante la expresión:

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

Rm: Radio mínimo absoluto

V: Velocidad directriz de diseño (Kph)

Pmax: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

fmax: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

d) Elementos de la curva circular

Los elementos de este tipo de curvas son las siguientes:

P.C.: Punto de inicio de curva

P.I.: Punto de intersección de dos alineadores seguidos

P. T.: Punto de tangencia

E: Distancia hacia la externa (m)

M: Distancia de la ordenada media (m)

R: Distancia de radio de curva

T: Longitud de tangente (P.C a P.I. a P.T. en metros)

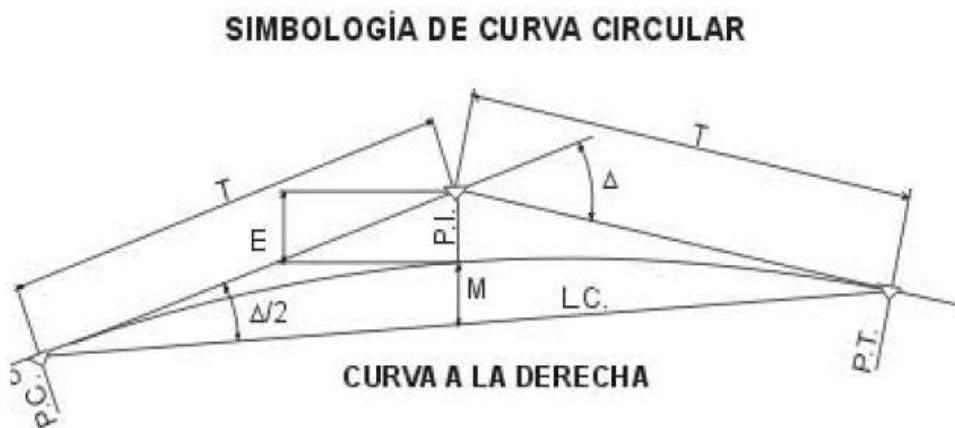
L: longitud de curva

L.C.: Longitud de cuerda (m)

Δ : Angulo de deflexión

p: Peralte, el valor máximo de la inclinación de calzada en relación al diseño de curva (%)

Gráficos 18: Simbología de curva circular



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018)

Radios Mínimos

Estas son los menores radios de la curva horizontal, las que se puedan recorrer con la velocidad de diseño y tasa máxima de peralte, las mismas en condiciones favorables de seguridad y comodidad, y para el cálculo se puede usar la fórmula siguiente:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Donde:

R_{mín}.: Radio mínimo

V: Velocidad de diseño

Pmax.: Peralte máximo relacionado a V (en tanto por uno)

fmax.: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

4. Distancia de visibilidad en curvas horizontales

Cuando en el lado interno de una curva horizontal hay obstrucciones a la visibilidad tales como; (paredes, barreras longitudinales, taludes de corte) se va a requerir un ajuste al diseño de esa sección transversal en el alineamiento, estocando la obstrucción no pueda ser removida.

Generalmente para diseñar esta curva horizontal, la línea de visibilidad requerida debe ser por lo menos igual a la distancia de parada correspondiente y se va a medir a lo largo del eje de centro del carril interno de la curva.

Por la cual el mínimo de ancho que deberá estar libre de obstrucciones a la visibilidad será hallado por la fórmula siguiente:

$$a = R(1 - \cos(28.65 \times Dv/R))$$

Donde:

a: Ordenada media/ancho mínimo libre en metros

R: Radio de la curva horizontal en metros

Dv: Distancia de visibilidad de parada o adelantamiento en metros

Para obtener el valor del despeje lateral se debe tener en cuenta datos como la distancia de visibilidad de parada y de adelantamiento las mismas que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 15: Distancia de visibilidad de parada (m)

Velocidad directriz (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
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	187	310	338	375	267	252	238

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Tabla 16: Distancia de visibilidad de parada (m)

CUADRO 2.9: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE	
Velocidad directriz	Distancia de visibilidad de
20	130
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540
90	615
100	670
110	730
120	775
130	815

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

5. Sobre Ancho

Esto va a permitir la compensación del mayor espacio requerido por los vehículos en las curvas. La fórmula de cálculo está dada por las normas peruanas de diseño de carreteras; propuesta por VOSHELL y recomendada por la AASHTO:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - l^2}) + V/10\sqrt{R}$$

Donde:

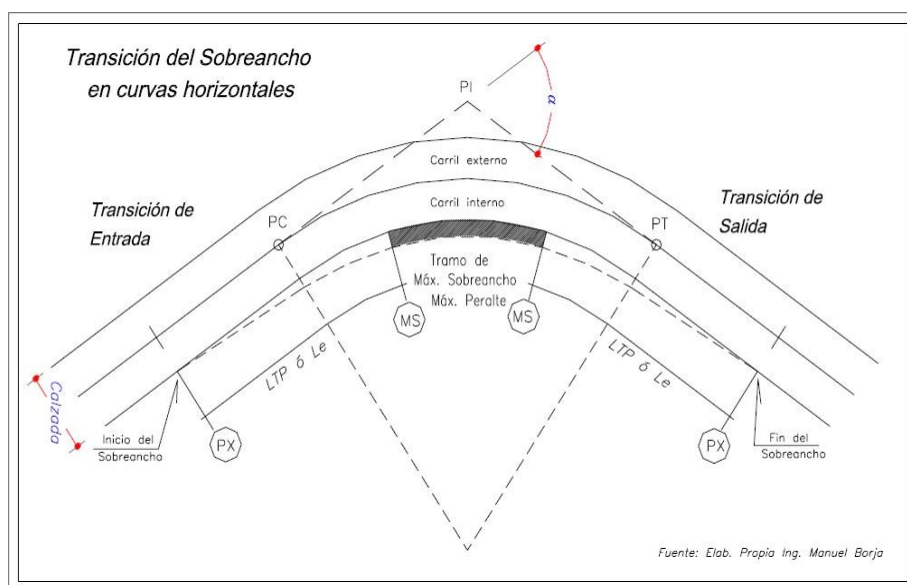
n: número de carriles

R: radio de la curva (m)

L: distancia entre el eje delantero y el eje posterior
de vehículo (m)

V: velocidad directriz (Km./h.)

Gráficos 19: Sobre ancho en curvas horizontales



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

B. Diseño de entorno de vía

1. Señales de tránsito

Para disponer y ubicar dispositivos de tránsito sea en calles, carreteras deben estar sustentados bajo un estudio de ingeniería, la misma que debe comprometer no solo las características de los señálas y la de vía sino también la funcionalidad en su entorno. el estudio dirige la responsabilidad del profesional y de autoridades respecto al riesgo que pueden ocasionar

por una señalización no adecuada.

A) Señales verticales. - Según el manual de seguridad vial, la señalización de tránsito vertical, ya sea reguladora, de reglamento, de prevención e informativa van a ser importantes para la seguridad vial, porque estos van a indicar a los conductores y peatones situaciones y localizaciones potencialmente peligrosas. Las mismas que deben contar con un plan de mantenimiento, así como deben estar bien diseñadas y bien localizadas, para que permitan alertar acerca de situaciones de peligro y que estas fácilmente puedan ser leídas entendidas, guiando así a los conductores con una seguridad máxima, un representante de señales preventiva se tiene al "chevron" que facilita advertir geometrías de lectura.

- ✓ En situaciones adversas por el factor ambiental, tener una buena visibilidad como en neblinas, lluvias, etc.
- ✓ Estar provisto de material retrorreflejante, para potenciar la visibilidad cuando exista reducida luz solar.
- ✓ Deben ser mantenidos apropiadamente para seguir su efectividad en el tiempo.
- ✓ La visibilidad de los delineadores nocturnos.

Pero, el incorrecto uso de las señales, por parte de las autoridades de tránsito, ocasionan e incentiva el falta de respeto por las mismas.

Ahora de acuerdo a las funciones que cumplen las señales se pueden clasificar en 03 grupos:

a. Señales reguladoras o de reglamentación: Estas poseen la función de notificar, avisar a los conductores de las carreteras las; prohibiciones, prioridades, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de la vía y sus incumplimientos

constituyen una falta que podría acarrear un delito.

- b. Señales de prevención:** La función de estas señales es advertir a los conductores sobre la existencia de riesgo y el tipo de su naturaleza y situaciones imprevistas presentes en la vía o zonas adyacentes ya sea de forma permanente o temporal.
- c. Señales de información:** Tienen estas con objetivo de orientar a los conductores y darles información para que puedan arribar a sus destinos de forma más simple y directa. Así como proporcionar información acerca de distancias a comunidades, ciudades y de servicios para los usuarios, como Km de rutas, nombre de avenidas, nombre de avenidas, sitios de interés turístico, etc.

B) Señalización horizontal.- Según el manual de seguridad vial los delineadores y la demarcación de las carreteras, son medidas de costo económico en el objetivo de reducir el número y severidad de accidentes de tránsito, las mismas que deberán ser consideradas para las siguientes funciones:

- Orientar en la circulación, indicando prohibiciones, prioridades, etc.
- Canalizar el flujo por dentro de una vía.
- Aportar de una guía lateral visual.
- Influenciar en el flujo y velocidad de circulación.
- Las mismas que tradicionalmente pueden ser demarcadas sobre el pavimento, tachas o delineadores.

a. Demarcaciones.- Las marcas en el pavimento o las demarcaciones, representan las señales de tipo horizontal las que se conforman por marcas bidimensionales sobre el pavimento,

como líneas transversales, horizontales, símbolos, letras y flechas que se enmarcan o adhieren sobre el asfalto o concreto vial, sardineles o estructuras adyacentes.

Parte de estas señalizaciones las conforman, los dispositivos elevados que se instalan sobre la superficie de rueda, también elevados marcas elevadas en el pavimento, con el de regular, canalizar el tránsito o indicar restricciones. Se emplea en reglamentar la circulación, guiar a los conductores de la vía, por ende, son elementos importantes para la operación vehicular y seguridad vial.

Desde el punto de vista de la seguridad estos para que aseguren su efectividad de las demarcaciones y demás señales, estas deben cumplir los siguientes aspectos:

- Deben estar visibles todo el tiempo, bajo toda circunstancia a la luz del día y de noche, se escogerá un adecuado color, de buena textura y contraste y adecuadas características retrorreflectivas.
- deben ser duraderos para evitar su mantenimiento y recambio frecuente, pero lamentablemente a la realidad por el hecho de la circulación constante, factores climáticos, estados del pavimento, requerirán mantenimiento más frecuente que otras señales.
- Ser resistente al deslizamiento de calzada debido al agua o humedad.
- Deben ser diseñadas y usadas en la vía donde el mensaje sea nítido y que puedan ser comprendidos por los usuarios con la suficiente anticipación para poder reaccionar y realizar la maniobra deseada.

Las marcas planas en el pavimento son las siguientes:

Línea de borde de calzada o superficie de rodadura

La línea continua que cumple la función de demarcar los bordes de la calzada, debe colocarse desde el ancho donde termina la superficie de rodadura si el caso sea que la berma este pavimentada, de lo contrario se pintará desde el borde del pavimento.

Línea de carril

Esta línea tiene la función de separar los carriles de la calzada, pero de vías de dos o más carriles que van en el mismo sentido.

Línea central

Esta línea cumple la función de separar los carriles de la calzada de vías en sentido bidireccional.

Líneas canalizadoras de tránsito

Tiene en función de dar forma gráfica de las islas canalizadoras del tránsito, esto en una intersección a nivel. La misma que será de color blanco o amarillo como este indicado en el diseño, así mismo se complementará con señales elevadas o las verticales.

Líneas demarcadoras de entrada y salida

Tiene la función de orientar al conductor y que facilite el ingreso al tránsito de una vía principal con comodidad y seguridad, a la salida cumple la función de menguar las posibilidades de accidentes, así mismo se complementaran con demarcaciones elevadas, postes delineadores, señal vertical si es necesario se instalaran dispositivos de seguridad para amortiguamiento.

b. Tachas y tachones.- Estos dispositivos cumplen la función de: orientar y alertar al usuario, va a permitir hacer las demarcaciones por sí solas, consiguiéndose una buena visibilidad en momentos de lluvia,

de noche debidos a su retrorreflectancia, así mismo alarman a los conductores que se hayan salido de la carretera, pero debe tenerse en cuenta en su colocación con tal que no afecten la estabilidad de los vehículos de dos ruedas, las características principales de estos son:

- Ser visibles en toda circunstancia
- Ser durables

Estos tachones también ayudan a controlar físicamente algunos movimientos de los vehículos, cabe mencionar que las vías que no poseen separador central son dificultosas de cruzar de manera segura, ya que al ingresar a la calzada un peatón puede en el medio totalmente desprotegido de los vehículos que transitan.

c. Delineadores.- Los delineadores como el delineador direccional, los postes plásticos y demás cumplen la función para la seguridad, reforzando la demarcación en tramos como en curvas, así como para demarcar plataformas de las vías durante condiciones climáticas adversas como en acumulación de lodos o nieves, las características más importantes en estos dispositivos son:

- Deben estar contruidos con material que no generen daños al vehículo y ocupantes ante un eventual impacto.
- Esta debe garantizar una buena visibilidad en situaciones de climas adversos si necesidad de mantenimiento riguroso.

Señal de delineador de curva horizontal (P-61) - "Chevron". su aplicación es en conjunto ubicados en el lado externo de la curva, en disposición perpendicular a la vista del conductor, estas pueden ser simples o dobles.

Tabla 17: Espaciamiento de delineadores Chevron

Espaciamiento de chevrone	
Radio de la Curva Horizontal (m)	Espaciamiento (m)
15	5
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (MTC - 2016)

Punto negro y/o curva del diablo kilómetro 140.4 vía Cerro de Pasco - Huariaca.

1. Historia

La carretera central inicio su construcción en el año 1924 la que duro 10 años, el proceso de construcción se ejecutó teniendo las consideraciones de la época y los tipos de vehículos existentes, se termino un superficie de rodadura en material afirmado, de dos carriles que llegaba a los 6.00 m de ancho, y los puentes poseían un carril sencillo con pequeños radios de curvatura, que dificultaban el paso de camiones de dos ejes o mas no articulados. Posteriormente el año 1950 la carretera fue mejorada, construyéndose puentes de dos carriles, así mismo la calzada fue ampliada a 6.60 m, con disposición de bermas en ambos lados de la vía, con que fue acondicionada para que la vía tenga un tráfico de 2000 vehículos por día. Actualmente en realidad esta carretera tiene un flujo vehicular de más de 1400 Veh./día, de las mismas que mayoritariamente son camiones que trasladan alimentos hacia la ciudad de Lima.

Esta carretera fue mejorada y ampliada por el gobierno de Oscar R. Benavides en el año de 1936, comprendiendo su recorrido hacia los departamentos de; Lima, Pasco, Junín, Huánuco, Ucayali, San Martín, La misma que está compuesta por cuatro tramos: Tramo I; Callao - Puente Ricardo Palma, con 50 km. Tramo II; Puente Ricardo Palma - Dv. Cerro de Pasco y la Oroya - Huancayo con 377.37 km. Tramo III; Dv. Cerro de Pasco - Huánuco - Tingo María con 243.77km. Tramo IV; Tingo María - Pumahuasi - Pucallpa con 257.76 km. Actualmente esta vía se encuentra pavimentada en su totalidad.

Imagen 01: *Construcción de Carretera Central*



Fuente: Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/explosiva-ruta-centro-160380-noticia/>.

2. Ubicación

La denominada curva del diablo se ubica en la carretera central tramo III, Cerro de Pasco - distrito de Huariaca, dentro del centro poblado de Pariamarca, distrito de Yanacancha, departamento de Pasco, específicamente le corresponde al Kilómetro 140.5, cuyas coordenadas de la curva son; 10.653807, -76.172212.

Imagen 02: Foto satelital de Punto Negro



Fuente: Recuperado de Google Hearth

Imagen 03: Punto negro ("curva del diablo" Km 140.5)



Fuente: Recuperado de Google Hearth

3. Condición actual

La condición en el presente de este tramo de la vía es que se encuentra en condiciones regulares, recientemente fue sometida a una mejora por parte del ministerio de transportes, así mismo la vía en el punto de estudio se encuentra cubierta por asfalto, vía de dos carriles, la situación de diseño de la vía en la curva lo determinaremos en los resultados del estudio.

Imagen 04: Foto, metros antes de la curva, sentido Pasco - Huánuco



Fuente: Recuperado de Google Earth

Imagen 05: Foto, metros antes de la curva sentido Huánuco - Pasco



Fuente: Recuperado de Google Earth

4. Antecedentes de accidentabilidad en la curva de estudio

La temida “Curva del diablo”, a la altura del kilómetro 140.5 de la Carretera Central Pasco-Huánuco (Pasco), cada vez hace honor a su nombre, ya que en los últimos años han ocurrido diversos accidentes de tránsito, justo a nivel de este punto, dejando fallecidos y heridos de leve a consideración en su gravedad. La población cercana lo cataloga común de estos hechos, atribuyéndole a estados sobrenaturales, como que esta curva estuviese maldita, los mitos son diversos, pero el hecho real es que a nivel de este punto se han dado hechos fatales para muchos, dejando en desgracia a familias.

A continuación, se muestra un panel de los últimos accidentes registrados fotográficamente:

Imagen 06: *Accidente de empresa "Estrella polar" 2016*



Fuente: Diario Correo

Imagen 07: *Accidente de camión*



Fuente: Prensa Chelelo y Borolas

Imagen 08: *Accidente: empresa "Cruzero Express"*



Fuente: Diario Chelelo y Borolas

Imagen 09: *Accidente empresa "Crucero Perú"*



Fuente: Diario Chelelo y Borolas

Imagen 10: *Accidente semitrailer*



Fuente: Diario Correo

Imagen 11: *Accidente empresa "Expreso Crucero"*



Fuente: Diario Chelelo y borolas

Imagen 12: *Accidente empresa "Universo"*



Fuente: Diario Correo

Imagen 13: *Accidente semitrailer*



Fuente: Diario Cheleo y Borolas

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1 Accidente de tránsito: Hecho fortuito cualquiera, ocurrencia que se dan entre uno o más vehículos en una carretera pública o privada. (Glosario de términos - MTC, 2008)

2.3.2 Investigación de accidente de tránsito: Chihuahua (2011), menciona los Delitos y faltas contempladas en el Código Penal relacionados al tránsito.

2.3.3 Punto negro: conceptualmente no existe una que es aceptada universalmente a lo que se refiere como punto negro, pero de manera general es definida como la ubicación de alto riesgo de accidentes de tránsito, así como un tramo de una vía donde ocurren accidentes de tránsito con mayor frecuencia. (MTC, M. d., 2013).

2.3.4 Velocidad de operación: Es la velocidad máxima con la que pueden circular los vehículos en un determinado sector de una vía, siendo esto en relación

a la velocidad de diseño, teniendo en cuenta las condiciones prevalentes del tránsito, estado del pavimento, factor meteorológicas y grado de relación con otras vías y propiedades adyacentes. (Berard, 2005).

2.3.5 Diseño geométrico de la vía: Es la parte más importante del proyecto de una carretera, realizado en base a los estudios de condiciones, factores existentes, y cumplir al máximo los fines fundamentales de funcionalidad, de seguridad, de comodidad, de integración a su entorno, de armonía, de estética, de economía, de elasticidad. (MTC, M. d., 2013).

2.3.6 Dispositivos de tránsito: Estas son señales de tránsito, instalados a nivel de la vía o sobre él, destinados a reglamentar el tránsito, orientar o informar a los conductores mediante palabras o símbolos determinados. (MTC, M. d., 2013).

2.3.7 La calzada o vía: Es la estructura vial principal que incluye su planteamiento, trazado, pavimentación, ancho de vía, número de carriles, gradiente, resistencia a deslizamiento, peralte, uso, mantenimiento y rehabilitación. (MTC, M. d., 2013).

2.3.8 El diseño del entorno de vía: Procedimiento que se refiere a los fines y elementos que se suponen como dispositivos de la vía que van a influir en el manejo, considerando; localización de señales, bolardos, barreras de protección, demarcaciones, y otros elementos de mobiliarios urbanos. (MTC, M. d., 2013).

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Existen factores viales que son inadecuados según las normas vigentes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca 2022.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro según el tipo de vehículo en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía

Cerro de Pasco – Huariaca, y las velocidades de operación máxima según las normas vigentes.

- Existen valores de elementos estables de vía en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes.
- Existen diseños de elementos estables de entorno de vía en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes.

2.5. Identificación de variables

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Velocidades de giro en el punto negro ("curva del diablo")
- Diseño de elementos estables de vía en el punto negro ("curva del diablo")
- Diseño de elementos estables de entorno de vía en el punto negro ("curva del diablo")

VARIABLES DEPENDIENTES

- Punto negro vial "Curva del diablo" Km 140.5 del tramo III de la carretera central.

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Técnica e Instrumentos
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Velocidades de giro en el punto negro ("curva del diablo")</p>	<p>Velocidad de cruce, es cuando se obtiene al dividir la distancia que recorre con el tiempo, esto durante el cual un vehículo está en movimiento</p>	<p>OPERACION VIAL</p>	<p>VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. LIGEROS VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. OMNIBUS 02 EJES VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. OMNIBUS 03 EJES VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. CAMION 02 EJES VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. CAMION 03 EJES VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. CAMION 04 EJES VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. SEMIRREMOLQUE 02 EJES. VELOCIDAD DE GIRO EN VEH. SEMIRREMOLQUE 03 EJES</p>	<p>Revisión documentaria histórica</p> <p>Observación Análisis</p>
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Diseño de elementos estables de vía en el punto negro ("curva del diablo")</p>	<p>Dentro de este factor se encuentran el planteamiento y construcción, pavimentación, trazado de la misma, ancho de vía, número de carriles, resistencia al deslizamiento, peralte, gradiente, así como también su explotación mantenimiento y rehabilitación.</p>	<p>INFRAESTRUCTURA VIAL</p>	<p>RADIO DE CURVA ANCHO DE CALZADA ANCHO DE CARRIL ANCHO DE BERMA PENDIENTE PERALTE PENDIENTE MÁXIMA LONGITUDINAL DESPEJE LATERAL SOBRE ANCHO DE CURVA LONGITUD MÍNIMA DE TANGENTE</p>	
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Diseño de elementos estables de entorno de vía en el punto negro ("curva del diablo")</p>	<p>En esto se refiere a los objetos y elementos que se colocan o diseñan como componentes de la vía ya que influye en su manejo, considerándose desde la localización de señales, bolardos, barreras protectoras, señalizaciones y otros objetos de mobiliario urbanístico. Así como también el problema que plantea en el diseño correcto de señalizaciones desde su aspecto perceptible.</p>	<p>INFRAESTRUCTURA VIAL</p>	<p>SEÑALES VERTICALES SEÑALES HORIZONTALES</p>	
<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Punto negro vial "Curva del diablo" Km 140.5 del tramo III de la carretera central.</p>	<p>Tramo de una vía donde se han producido cinco o más accidentes de tránsito con muertos o heridos en una temporada.</p>	<p>ACCIDENTOLOGIA VIAL</p>	<p>FACTORES VIALES ADECUADOS FACTORES VIALES INADECUADOS</p>	

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Aplicativo: El presente estudio cumple las condiciones de metodología en investigación científica el del tipo aplicativo, basándose en lo dicho por Carrasco, S. (2009), en razón, de que se utilizó conocimientos de la ingeniería, a fin de aplicarlas en relacionarlas con los accidentes de tránsito.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de Investigación del presente estudio es Descriptivo.

3.3. Métodos de Investigación

Los métodos usados fueron: Observación, síntesis, análisis, descriptivo, estadístico, entre otras.

3.4. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es de tipo no experimental, transversal o transeccional descriptivo y de enfoque cuantitativo. Esto por lo mencionado por Gómez M. (2006) No experimental Porque es una investigación científica que se realizó sin la manipulación deliberada de las variables, con el solo objetivo de observar fenómenos tal y como se den en su contexto natural, para después analizarlos. Transeccional descriptivo; esto debido por que tiene como objetivo averiguar la incidencia y los valores como se manifiesta una o más variables,

dentro del enfoque cuantitativo. A la vez que se recolectó datos en un único momento, en un solo tiempo. Su propósito fue describir y analizar la incidencia de las variables y su interrelación en un momento dado.

3.5. Población y Muestra

Población

Estuvo constituido por todos los vehículos que recorren la "curva del diablo" de la carretera nacional PE-3N, Km 104.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca.

Muestra

Tipo de Muestreo: La muestra es no probabilístico por conveniencia, se realizó la selección de los vehículos que atravesen en bajada el punto negro "curva del diablo" de la carretera nacional PE-3N, vía Cerro de Pasco - Huariaca, km 140.5.

Unidad de Análisis: Es cada tipo de vehículo que recorre en sentido de bajada los elementos estables en el punto negro km 140.5 "curva del diablo" de la carretera nacional PE-3N, tramo de la carretera central, de la vía Cerro de Pasco – Huariaca.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas con la que se recogió la información son:

Revisión documentaria histórica: El método utilizado para la recolección de datos de accidentes de tránsito ocurridos en la curva en estudio, correspondió a la recopilación documental.

Observación: Se aplicó este medio por que se obtendrá información directa y confiable sobre las mediciones de las velocidades de giro real por tipo de vehículos en la curva en estudio, así mismo los valores de los elementos estables de vía y de su entorno de la curva estudiado.

Análisis: se procedió a realizar análisis y cálculos para obtener ciertos datos y compararlos con valores según norma

Para obtener la recopilación de la información se utilizó el siguiente instrumento:

Ficha 01 de recolección de datos: Ficha que se elaboró como instrumento de medida de velocidad de giro real: que constó de los siguientes datos a recolectar fecha de toma de datos, tipo de vehículo, tiempo de recorrido del tramo marcado de la curva Tramo.

Ficha 02 única de recolección de valores de los elementos estables de vía: que constó de los siguientes datos a recolectar; fecha de trabajo, ancho de calzada, ancho de carril, ancho de berma, bombeo, radio de giro, pendiente de peralte, gradiente longitudinal, despeje lateral, sobre ancho de curva, datos que se obtuvieron de las mediciones in-situ y del levantamiento topográfico de la curva.

Ficha 03 única de recolección de valores de los elementos estables de entorno de vía: que constó de los siguientes datos a recolectar; señales verticales tipos de las cuales que se encuentren, señales horizontales tipos de las cuales como; demarcaciones, tachas y delineadores.

3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Se procesó mediante la utilización de una computadora COR I3, en el sistema operativo Windows7_OS. Programas SPSS versión 25 y el visualizador de imágenes Windows.

Se organizaron los datos de velocidades reales de giro encontrados por cada tipo de vehículo en tablas descriptivas (**tabla de recolección de datos**).

Se organizaron los datos geométricos del diseño de la vía encontrados en cuadro comparativo a los valores establecidos según norma, Manual de carreteras, Diseño geométrico (DG - 2014).

Se organizaron los datos del diseño del entorno de vía encontrados en cuadro comparativo a los establecidos según norma, manual de control de tránsito automotor para calles y carreteras (MTC - 2016).

3.8. Tratamiento Estadístico

Se procedió a realizar el análisis de los resultados de acuerdo a las variables estudiadas.

La prueba estadística para encontrar la diferencia entre la media de las velocidades reales de giro encontradas por cada tipo de vehículo y la media propuesta por la norma de las velocidades de operación máxima para cada tipo de vehículo se dio mediante el cálculo de medias T de Student para única muestra, con nivel de significancia de 95% de probabilidad.

$$T = \frac{Z}{\sqrt{V/v}} = Z \sqrt{\frac{v}{V}}$$

Donde:

- Z es una variable aleatoria distribuida según una normal típica (de media nula y varianza 1).
- V es una variable continua que persigue una distribución χ^2 con grados de libertad.
- Z y V son independientes.

Planteamiento de hipótesis estadístico:

Ho: Existe diferencia significativa entre las velocidades reales de giro de vehículos, en el punto negro "curva del diablo" km 140.5 de la ruta Cerro de Pasco - Huariaca con las velocidades de operación máxima de la norma DG - 2018.

H1: No existe diferencia significativa entre las velocidades reales de giro de vehículos, en el punto negro "curva del diablo" km 140.5 de la ruta Cerro de Pasco - Huariaca con las velocidades de operación máxima de la norma DG 2018.

Normalidad:

- P-valor \geq acepta Ho

- P-valor < acepta H1

En un cuadro comparativo se realizó la comparación y evaluación de los datos geométricos del diseño de la vía encontrados en la "curva del diablo" con las normas del Manual de carreteras, Diseño geométrico (DG - 2018).

En un cuadro comparativo se realizó la comparación y evaluación de los datos de diseño de entorno de vía encontrados en la "curva del diablo" con las normas del Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (MTC - 2016).

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Consideraciones de Diseño en la "curva del diablo"

- 1. Clasificación de Vía: Se procedió a clasificar la vía de acuerdo a las normas vigentes.**

Se considera IMDA DE 1474 (Provias Descentralizado "Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Dv. Cerro de Pasco – Tingo María").

a. Clasificación por demanda

IMDA: 1474 veh./día	
CARRETERA DE SEGUNDA CLASE menor o igual a 4000 veh./día	
Ancho mínimo de carril	3 m
Superficie de rodadura	Pavimento
Nro mínimo de carriles	2

b. Clasificación por Orografía

Pendiente Transversal	51% - 100%
Pendiente Longitudinal	6% - 8%
TERRENO ACCIDENTADO (tipo 3)	

c. Según su Función: Es considerada como Carretera de la Red Vial Primaria.

2. Vehículo de Diseño

Al ser una Red vial primaria transitada por todo tipo de vehículos, se considera el vehículo de diseño de mayores dimensiones geométricas para su tránsito por esta vía la que es el "Vehículo WB - 19, equivalente al veh. T3S2 (según el reglamento Nacional de Vehículos - 2003)".

3. Velocidad de Diseño

Clasificación	Carretera
Tipo	2da clase
Orografía	Accidentado
Rango de velocidad	50-60-70 km/h

4. Peralte de Diseño

$$p = \frac{V^2}{127R} - f$$

Peralte: 0.119 = 12 %

5. Diseño de Radio

velocidad de diseño: 60 km/h. Peralte máximo: 12%.

Coefficiente de fricción transversal máximo: 0.15

RADIO DE DISEÑO: 105 M

6. Longitud mínima en tangente

V: 60 km/h

Curva: circular

Lmin S: 83 m

7. Sobre ancho

n: 2

R:105 m

L: 20.88 m

V: 60 km/h

Sobre ancho: 1.7 m

8. Ancho mínimo de calzada

Carretera de segunda clase

Ancho min. de calzada: 6.60 m

9. Ancho de berma

Carretera de segunda clase

Terreno: Accidentado

Velocidad de diseño: 60 km/h

Ancho de Berma: 1.2 m

10. Diseño de pendiente máxima

Carretera de 2da clase

Terreno accidentado

Velocidad de diseño: 60 km/h

Pendiente máxima: 8 %

11. Despeje lateral

Distancia de parada: 42mRadio 51.9 m

Despeje lateral: 4.15 m

Para obtener las velocidades de los 08 grupos de vehículos, se procedió a concurrir a campo "punto negro", donde se trazó la PC y PT de la curva, a asimismo se midió la distancia de la curva desde los puntos en mención, se identificó cada vehículo que transitó en sentido de bajada y se midió el tiempo de transcurso desde PC a PT, por cada unidad de análisis vehicular requerido.

Para completar las muestras requeridas se tuvo que acudir al punto hasta en 10 ocasiones, específicamente por los vehículos ómnibus 03 ejes.

Para la obtención de datos de los elementos estables de vía y de entorno se procedió a realizar en primera instancia el levantamiento topográfico de la curva, posteriormente se procedió a obtener in situ otros datos propios de la vía de diseño geométrico y de las señales de tránsito de esta curva.

4.2. Presentación, análisis e Interpretación de Resultados

A. Tratamiento Estadístico

Esta investigación de tipo transversal con una prueba de significancia de 95% de probabilidad en la prueba de comparación mediante el método de análisis T de Student para una sola muestra.

Hipótesis estadística:

$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$, esto cuando los resultados son igual a 0 - la hipótesis es Nula.

$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$, esto cuando los resultados son menores a 1 - la hipótesis es

Alternativa.

Análisis estadístico:

Para la verificación del objetivo propuesto se ha establecido una comparación de medias de poblaciones normales independientes con una varianza desconocida.

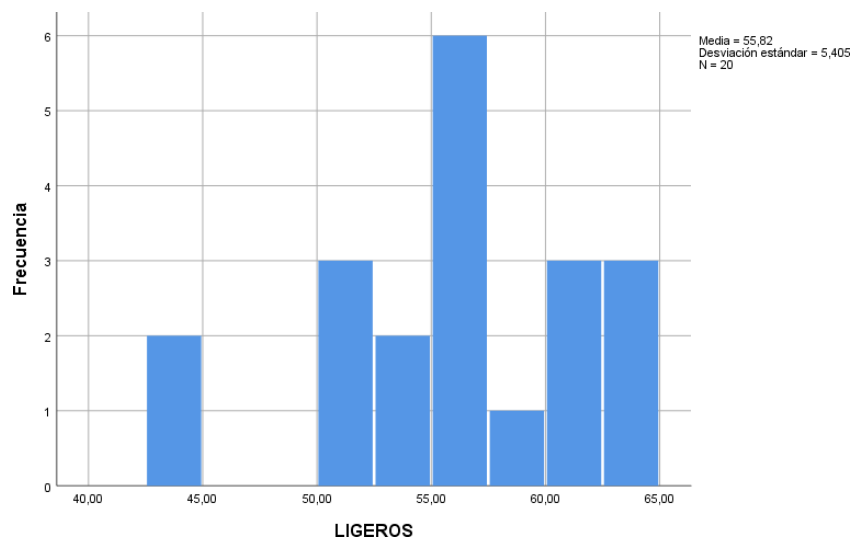
B. Cálculos de velocidades registrados según tipo vehicular

Cuadro 01: Velocidades de vehículo ligero.

Nº Veh.	Distancia	Tiempo	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	5.0	17.4	62.64
Veh. 2	87	6.11	14.24	51.26
Veh. 3	87	5.66	15.37	55.33
Veh. 4	87	5.69	15.29	55.04
Veh. 5	87	5.59	15.56	56.02
Veh. 6	87	4.98	17.47	62.89
Veh. 7	87	6.0	12.43	44.75
Veh. 8	87	6.03	14.43	51.95
Veh. 9	87	5.49	15.85	57.06
Veh. 10	87	6.0	12.43	44.75
Veh. 11	87	5.5	15.82	56.95
Veh. 12	87	5.9	14.74	53.06
Veh. 13	87	5.1	17.06	61.41
Veh. 14	87	5.6	15.53	55.91
Veh. 15	87	5.4	16.11	57.99
Veh. 16	87	5.0	17.4	62.64
Veh. 17	87	6.2	14.03	50.51
Veh. 18	87	5.15	16.89	60.8
Veh. 19	87	5.77	15.08	54.29
Veh. 20	87	5.12	16.99	61.16

Fuente: Elaboración de autor

FIGURA 01. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos ligeros.



Cuadro 02: Velocidades de vehículo ómnibus de dos ejes.

Nº Veh.	Distancia	Tiempo	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	8.35	10.42	37.51
Veh. 2	87	7.67	11.34	40.82
Veh. 3	87	8.7	10	36
Veh. 4	87	6.6	13.18	47.45
Veh. 5	87	7.1	12.25	44.1
Veh. 6	87	8.5	10.24	36.86
Veh. 7	87	6.8	12.79	46.04
Veh. 8	87	8.3	10.48	37.73
Veh. 9	87	6.8	12.79	46.04
Veh. 10	87	8.0	10.88	39.17
Veh. 11	87	7.1	12.25	44.1
Veh. 12	87	6.6	13.18	47.45
Veh. 13	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 14	87	8.3	10.48	37.73
Veh. 15	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 16	87	8.7	10	36
Veh. 17	87	7.1	12.25	44.1
Veh. 18	87	6.6	13.18	47.45
Veh. 19	87	8.3	10.48	37.73
Veh. 20	87	6.8	12.79	46.04

Fuente: Elaboración de autor

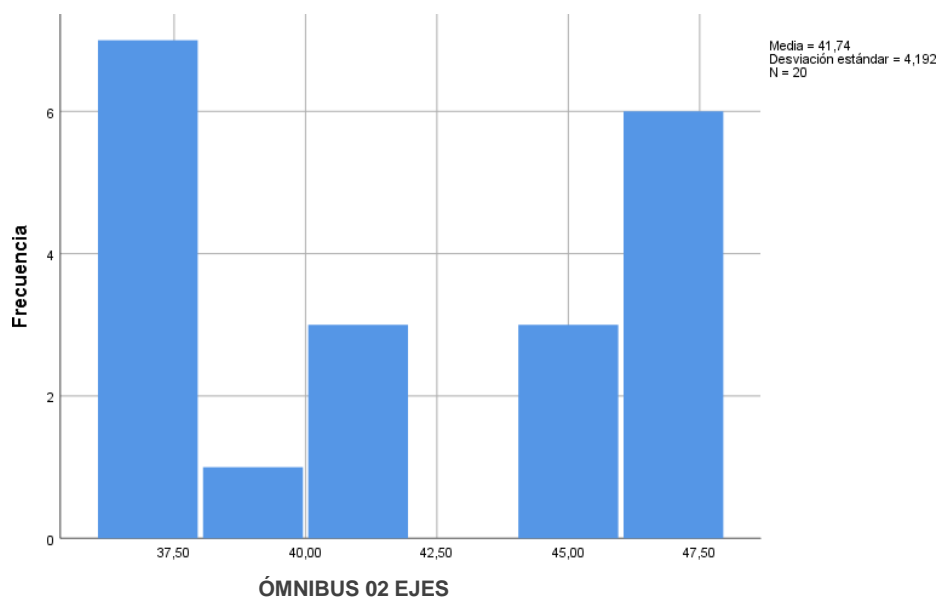


FIGURA 02. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos ómnibus de 02 ejes.

Cuadro 03: Velocidades de vehículo ómnibus de tres ejes.

Nº Veh.	Distancia	Tiempo	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	6.46	13.47	48.49
Veh. 2	87	9.49	9.17	33.01
Veh. 3	87	7.94	10.96	39.46
Veh. 4	87	6.4	13.59	48.92
Veh. 5	87	7.9	11.01	39.64
Veh. 6	87	9.5	9.16	32.98
Veh. 7	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 8	87	6.5	13.38	48.17
Veh. 9	87	6.4	13.59	48.92
Veh. 10	87	9.4	9.26	33.34
Veh. 11	87	7.9	11.01	39.64
Veh. 12	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 13	87	9.5	9.16	32.98
Veh. 14	87	6.3	13.81	49.72
Veh. 15	87	7.85	11.08	39.89
Veh. 16	87	6.29	13.83	49.79
Veh. 17	87	9.49	9.17	33.01
Veh. 18	87	6.5	13.38	48.17
Veh. 19	87	7.79	11.17	40.2
Veh. 20	87	7.8	11.15	40.14

Fuente: Elaboración de autor

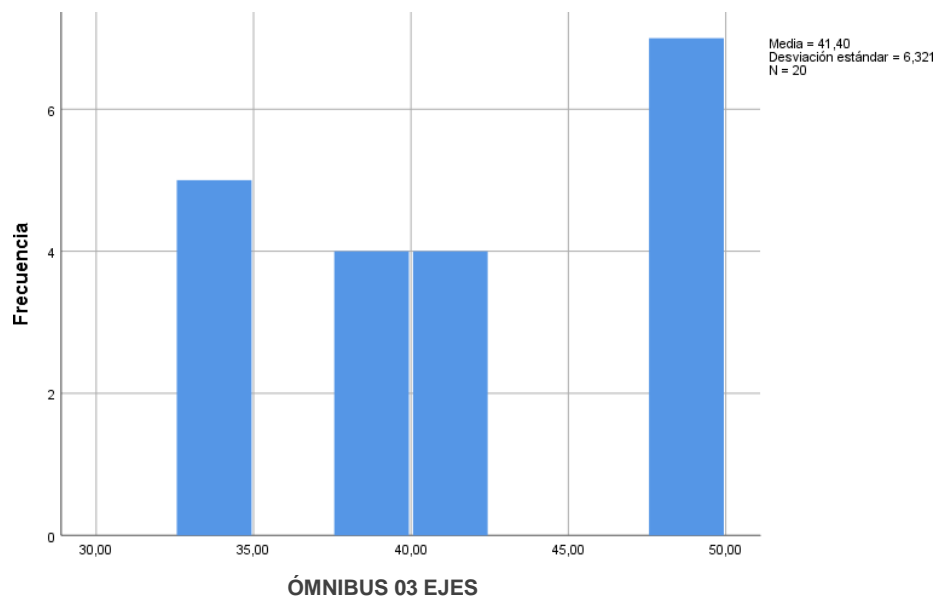


FIGURA 03. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos ómnibus de 03 ejes.

Cuadro 04: Velocidades de vehículo camión 02 ejes.

Nº Veh.	Distancia	Tiempo	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	8.0	10.87	39.13
Veh. 2	87	8.4	10.36	37.3
Veh. 3	87	6.8	12.79	46.04
Veh. 4	87	8.05	10.8	38.88
Veh. 5	87	7.9	11.01	39.64
Veh. 6	87	8.0	10.86	39.1
Veh. 7	87	9.0	9.67	34.81
Veh. 8	87	7.5	11.6	41.76
Veh. 9	87	7.0	12.43	44.75
Veh. 10	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 11	87	7.3	11.92	42.91
Veh. 12	87	8.0	10.88	37.3
Veh. 13	87	8.4	10.36	37.3
Veh. 14	87	8.05	10.81	38.92
Veh. 15	87	6.8	12.79	46.04
Veh. 16	87	7.9	11.01	39.64
Veh. 17	87	8.0	10.86	39.1
Veh. 18	87	9.01	9.66	34.78
Veh. 19	87	7.5	11.6	41.76
Veh. 20	87	7.0	12.43	44.75

Fuente: Elaboración de autor

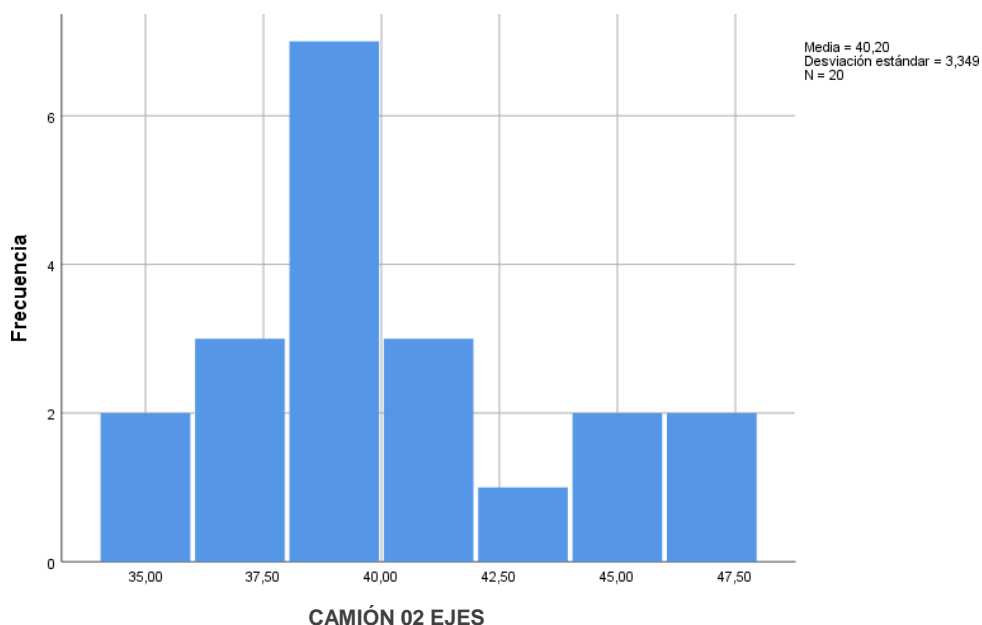


FIGURA 04. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos Camión de 02 ejes.

Cuadro 05: Velocidades de vehículo camión 03 ejes.

Nº Veh.	Distancia	Tiempo	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	7.5	11.6	41.76
Veh. 2	87	5.78	15.05	54.18
Veh. 3	87	8.0	10.87	39.13
Veh. 4	87	6.4	13.59	48.92
Veh. 5	87	9.0	9.66	34.78
Veh. 6	87	8.0	10.87	39.13
Veh. 7	87	8.2	10.61	38.2
Veh. 8	87	8.3	10.48	37.73
Veh. 9	87	6.82	12.76	45.94
Veh. 10	87	8.67	10.03	36.11
Veh. 11	87	7.9	11.01	39.64
Veh. 12	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 13	87	8.2	10.61	38.2
Veh. 14	87	8.5	10.24	36.86
Veh. 15	87	8.0	10.88	39.17
Veh. 16	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 17	87	8.6	10.12	36.43
Veh. 18	87	6.82	12.76	45.94
Veh. 19	87	7.9	11.01	39.64
Veh. 20	87	8.0	10.88	39.17

Fuente: Elaboración de autor

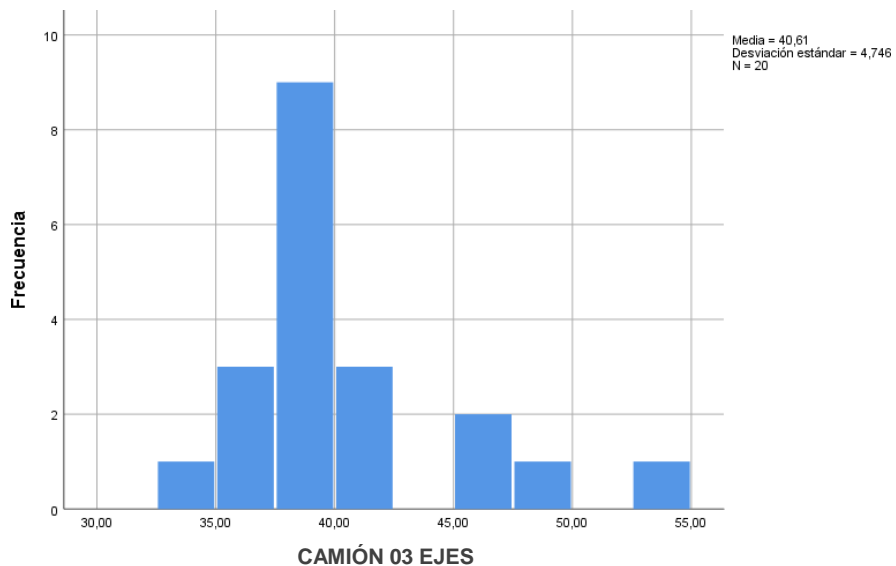


FIGURA 05. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos camiones 03 ejes.

Cuadro 06: Velocidades de vehículo camión 04 ejes.

Nº Veh.	Distancia	Tiempo	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 2	87	8.2	10.61	38.2
Veh. 3	87	7.0	12.43	44.75
Veh. 4	87	9.5	9.16	32.98
Veh. 5	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 6	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 7	87	8.2	10.6	38.16
Veh. 8	87	9.5	9.16	32.98
Veh. 9	87	7.0	12.43	44.75
Veh. 10	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 11	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 12	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 13	87	9.5	9.16	32.98
Veh. 14	87	7.0	12.43	44.75
Veh. 15	87	8.2	10.61	38.2
Veh. 16	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 17	87	8.2	10.61	38.2
Veh. 18	87	7.6	11.45	41.22
Veh. 19	87	7.0	12.43	44.75
Veh. 20	87	9.49	9.17	33.01

Fuente: Elaboración de autor

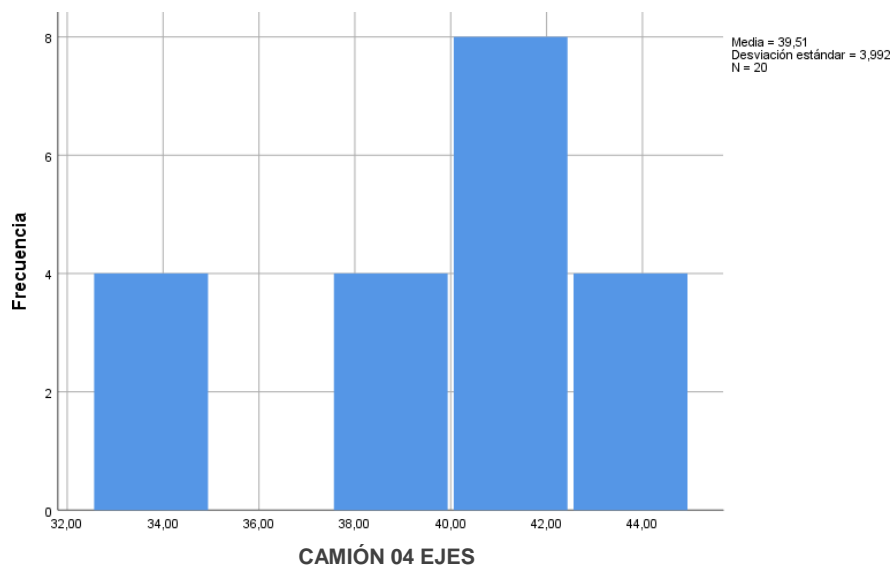


FIGURA 06. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos camiones 04 ejes.

Cuadro 07: Velocidades de vehículo semirremolque 02 ejes.

Nº Veh.	Distancia	Tiempo	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	10	8.7	31.32
Veh. 2	87	8.3	10.5	37.8
Veh. 3	87	6.64	13.1	47.16
Veh. 4	87	8.0	10.87	39.13
Veh. 5	87	9.0	9.7	34.92
Veh. 6	87	8.5	10.23	36.83
Veh. 7	87	8.3	10.48	37.73
Veh. 8	87	6.7	12.99	46.76
Veh. 9	87	8.9	9.77	35.17
Veh. 10	87	8.5	10.24	36.86
Veh. 11	87	8.7	10	36
Veh. 12	87	8.0	10.87	39.13
Veh. 13	87	6.1	14.26	51.34
Veh. 14	87	7.1	12.25	44.1
Veh. 15	87	8.4	10.36	37.3
Veh. 16	87	8.0	10.88	39.17
Veh. 17	87	8.1	10.74	38.67
Veh. 18	87	8.3	10.48	37.73
Veh. 19	87	8.34	10.43	37.55
Veh. 20	87	8.07	10.78	38.81

Fuente: Elaboración de autor

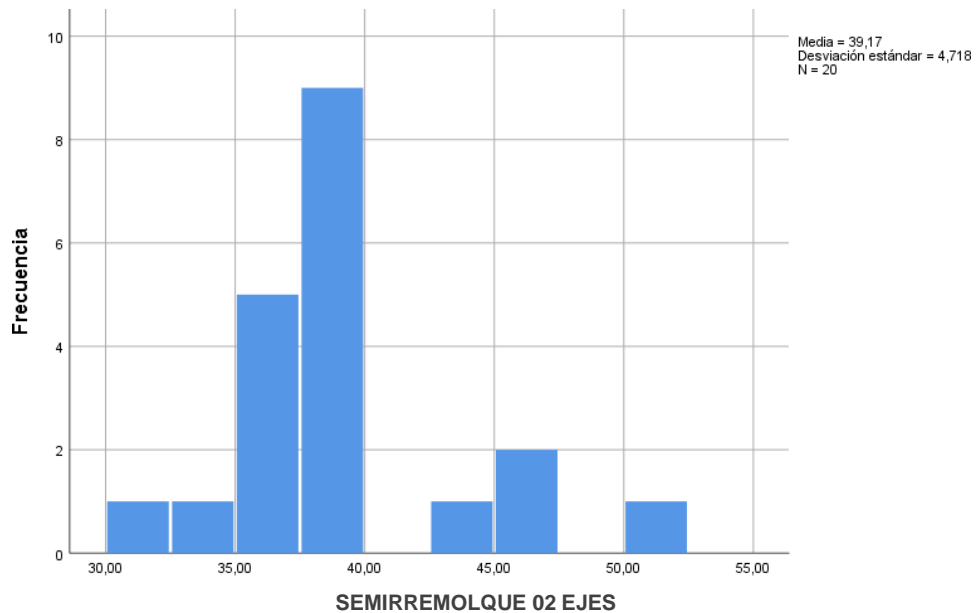


FIGURA 07. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos semirremolques 02 ejes.

Cuadro 08: Velocidades de vehículo semirremolque 03 ejes.

Nº Veh.	Distancia (m)	Tiempo (s)	Vel. m/s	Km/hora
Veh. 1	87	6.82	12.76	45.94
Veh. 2	87	9.3	9.35	33.66
Veh. 3	87	10	8.7	31.32
Veh. 4	87	8.2	10.61	38.2
Veh. 5	87	8.3	10.48	37.73
Veh. 6	87	7.55	11.52	41.5
Veh. 7	87	7.7	11.3	40.68
Veh. 8	87	8.5	10.23	36.83
Veh. 9	87	7.2	12.08	43.49
Veh. 10	87	8.05	10.81	36.3
Veh. 11	87	7.8	11.15	40.14
Veh. 12	87	8.2	10.61	38.2
Veh. 13	87	7.9	11.01	39.64
Veh. 14	87	8.0	10.87	42.73
Veh. 15	87	8.72	9.98	35.93
Veh. 16	87	9.11	9.55	34.38
Veh. 17	87	10.4	8.37	33.73
Veh. 18	87	7.7	11.3	40.68
Veh. 19	87	7.0	12.42	44.71
Veh. 20	87	8.0	10.88	39.17

Fuente: Elaboración de autor

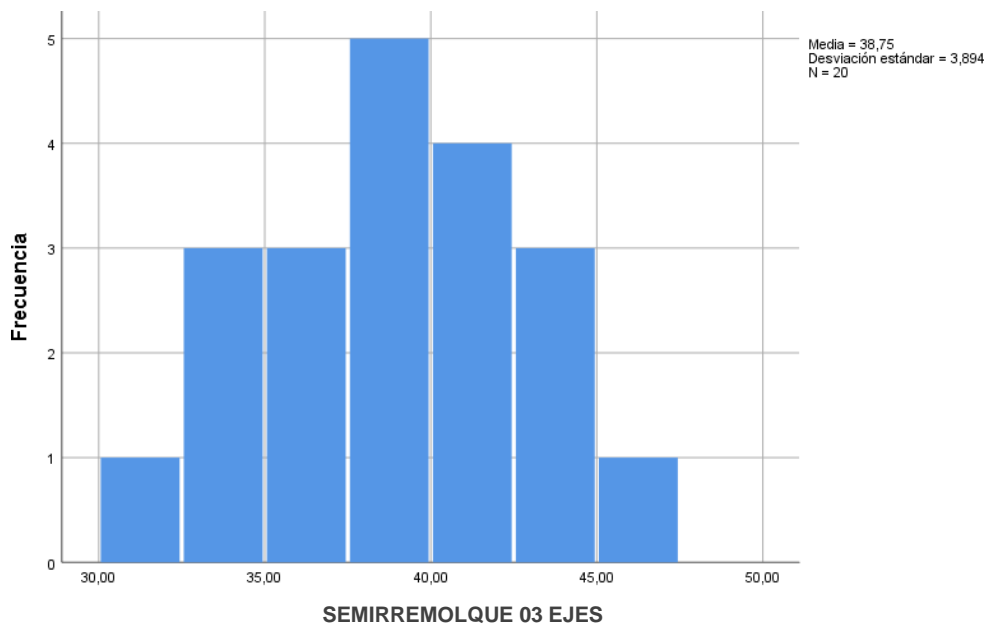


FIGURA 08. Gráfico de frecuencias de las velocidades de giro en vehículos semirremolques 03 ejes.

B. Valores de elementos estables de vía de la curva en estudio

Cuadro 09: Valores encontrados en la curva

FACTORES EVALUADOS	DIMENSIONES ENCONTRADOS
Ancho de calzada	8.1 m
Ancho de carril	4.1 m
Ancho de berma	0.8 m
Radio de curva	51.9 m
Pendiente peralte	6.5%
Pendiente longitudinal	3.44 %
Despeje lateral	-0.4 m
Sobre ancho de curva	1.4 m
Longitud mínima de tangente	125 m

Fuente: Elaboración de autor

C. Valores de elementos estables de entorno de vía de la curva en estudio

Cuadro 10: Dispositivos de entorno encontrados en la curva

SEÑALES VERTICALES:	Dispositivos encontrados
Señales reguladoras o de reglamentación	No requiere
Señales de prevención	Si cuenta
Señales de información	No cuenta
SEÑALES HORIZONTALES: Demarcaciones:	
Líneas de borde de calzada o superficie de rodadura	Si cuenta
Línea de carril	Si cuenta

Línea central	No cuenta
Líneas canalizadoras de tránsito	No requiere
Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido	No cuenta
Tachas y tachones	No cuenta
Delineadores	Si cuenta

Fuente: Elaboración de autor

D. Presentación de Resultados

Cuadro 11: Tipos de vehículos y velocidades medias reales de giro (Km/h)

Nro.	Ligero	mnibus02 ejes	Omnibus03 ejes	Camión02 ejes	Camión 03 ejes	Camión 04 ejes	Semirremolque 02 ejes	Semirremolque 03 ejes
20	55.82	41.74	41.4	40.2	40.61	39.51	39.17	38.75

Fuente: Elaboración de autor

Se muestra las medias obtenidas de las velocidades reales de giro por cada tipo de vehículo estudiado, las cuales fueron obtenidas mediante el tiempo de recorrido, de cada modelo vehicular desde los puntos PC - PT de la curva, las mismas que se detallan por cada tipo de vehículo en los cuadros anteriores. Se detalla en el resultado que el tipo de vehículo ligero tienen el promedio más alto de velocidad de giro encontrado en la curva de estudio con 55.82 km/h, y el tipo de vehículo semirremolque 03 ejes la más baja con respecto al resto, con 38.75 km/h.

Cuadro 12: Velocidad de operación para la curva horizontal en estudio

Condición de alineamiento	Ecuación	Radio encontrado	Velocidad de Operación
Curva horizontal sobre pendiente (-4%<i>i</i><0%)	$V_{85}=105.98-3709.90/R$	51.9 m	34.5 km/h

Fuente: Elaboración de autor

En este cuadro se obtuvo el valor de 34.5 km/h que representa la velocidad máxima de operación para el giro de la curva horizontal en estudio, considerándose la pendiente longitudinal de bajada -3.44 % y el radio encontrado de 51.9 m.

Cuadro 13: Valores de elementos estables de vía; encontrados y según norma vigente.

DIMENSIONES ESTUDIADAS	Valores Encontrados	Valores Según Normativa	Cumple/no cumple
Radio de curva	59.1 m	105 m	NO CUMPLE
Ancho de calzada	8.1 m	6.60 m	SI CUMPLE
Ancho de carril	4.1 m	3.3 m	SI CUMPLE
Ancho de berma	0.8 m	1.2 m	NO CUMPLE
Pendiente peralte	6.5%	12%	NO CUMPLE
Pendiente máxima Longitudinal	3.44 %	8%	SI CUMPLE
Despeje lateral	-0.4 m	4.15 m	NO CUMPLE
Sobre ancho de curva	1.4 m	1.7 m	NO CUMPLE
Longitud mínima de Tangente	125 m	83 m	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración de autor

En este cuadro de comparación de valores de diseño encontrados con respecto a los valores de norma de la curva en estudio se obtuvo que; el valor de radio de curva, el valor de ancho de berma, valor de pendiente de peralte, valor de despeje lateral, valor de sobre ancho de curva NO CUMPLEN con respecto a los valores según lo indicado por la norma (DG 2018).

Cuadro 14: Elementos estables de entorno de vía; encontrados y según norma vigente.

SEÑALES VERTICALES:	Dispositivos encontrados	Según Normativa	Cumple/no cumple
Señales reguladoras o de reglamentación	NO ENCONTRADO	NO REQUIERE	
Señales de prevención	SI CUENTA	REQUIERE	SI CUMPLE
Señales de información	NO ENCONTRADO	REQUIERE	NO CUMPLE
SEÑALES HORIZONTALES: Demarcaciones:			
Líneas de borde de calzada o superficie de rodadura	ENCONTRADO	REQUIERE	SI CUMPLE
Línea de carril	ENCONTRADO	REQUIERE	SI CUMPLE
Línea central	NO ENCONTRADO	REQUIERE	NO CUMPLE
Líneas canalizadoras de tránsito	NO ENCONTRADO	NO REQUIERE	
Demarcación de zonas de adelantamiento prohibido	NO ENCONTRADO	REQUIERE	NO CUMPLE
Tachas y tachones	NO ENCONTRADO	REQUIERE	NO CUMPLE
Delineadores	ENCONTRADO	REQUIERE	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración de autor

En este cuadro se puede apreciar que de los elementos estables de entornode vía; encontrados y según norma vigente, de los 08 señales requeridos o recomendados según la norma, el 50% de las misas son encontradas en esta curva estudiada.

4.3. Prueba de Hipótesis

1.- Comprobación de hipótesis específica 01

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro en vehículo ligeros en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas:

Hipótesis alterna

“La diferencia entre las velocidades de giro en vehículo ligeros en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es diferente de cero”.

Hipótesis nula

“La diferencia entre las velocidades de giro en vehículo ligeros en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es igual a cero”.

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student para una muestra.

Cuadro 15. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro en vehículo ligeros y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
LIGEROS	20	55.8205	5.40472	1.20853

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 34.5						
					95% de intervalo de confianza de la	
		Sig.		Diferencia	de	
		(bilateral)		de	diferencia	
	T	GI		medias	Inferior	Superior
LIGEROS	17.642	19	0.000	1.32050	18.7910	23.8500

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.000 < α = 0.05, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro en vehículo ligeros en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

2.- Comprobación de hipótesis específica 02

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas:

Hipótesis alterna

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es diferente de cero”.

Hipótesis nula

"La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 02 ejes en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es igual a cero".

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student para una sola muestra.

Cuadro 16. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 02 ejes y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Ómnibus 02 ejes	20	41.7380	4.19163	0.93728

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 34.5						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Ómnibus 02 ejes	7.722	19	0.000	7.23800	5.2763	9.1997

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.000 < α = 0.05, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 02 ejes en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

3.- Comprobación de hipótesis específica 03

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro de vehículos ómnibusde 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas: hipótesis alterna

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco - Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normasvigentes es diferente de cero”.

Hipótesis nula

"La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normasvigentes es igual a cero”.

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student para una sola muestra.

Cuadro 17. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 03 ejes y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Ómnibus 03 ejes	20	41.4005	6.32058	1.41332

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 34.5						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la <u>diferencia</u>	
					Inferior	Superior
Ómnibus 03 ejes	4.882	19	0.000	6.90050	3.9424	9.8586

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.000 < α = 0.05, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro de vehículos ómnibus de 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

4.- Comprobación de hipótesis específica 04

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro de vehículos camiones de 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y las velocidades de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas: hipótesis alterna

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones de 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es diferente de cero”.

Hipótesis nula

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones de 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es igual a cero”.

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student para una sola muestra.

Cuadro 18. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones de 02 ejes y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Camión02 ejes	20	40.2025	3.34870	0.74879

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 34.5						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la <u>diferencia</u>	
					Inferior	Superior
Camión 02 ejes	7.616	19	0.000	5.70250	4.1353	7.2697

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.000 < α = 0.05, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro de vehículo camión de 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

5.- Comprobación de hipótesis específica 05

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro de vehículos camiones 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro

de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas: hipótesis alterna

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco –Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigenteses diferente de cero”.

Hipótesis nula

"La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco –Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigenteses igual a cero”.

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student para una muestra.

Cuadro 19. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones 03 ejes y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Camión 03 ejes	20	40.6145	4.74635	1.06132

Prueba para una muestra					
Valor de prueba = 34.5					
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la <u>diferencia</u>	
T	gl			Inferior	Superior

Camión 03 ejes	5.761	19	0.000	6.11450	3.8931	8.3359
-------------------	-------	----	-------	---------	--------	--------

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: $P\text{-valor} = 0.000 < \alpha = 0.05$, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro de vehículo camión de 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

6.- Comprobación de hipótesis específica 06

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro de vehículos camiones 04 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas: hipótesis alterna

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones 04 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco –Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigenteses diferente de cero”.

Hipótesis nula

"La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones 04 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco –Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigenteses igual a cero”.

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student para una muestra.

Cuadro 20. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro de vehículos camiones 04 ejes y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Camión 04 ejes	20	39.5115	3.99200	0.89264

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 34.5						
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la <u>diferencia</u>	
					Inferior	Superior
CAMION 04 EJES	5.614	19	0.000	5.01150	3.1432	6.8798

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: $P\text{-valor} = 0.000 < \alpha = 0.05$, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro de vehículo camión de 04 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

7.- Comprobación de hipótesis específica 07

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas:**Hipótesis alterna**

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es diferente de cero”.

Hipótesis nula

"La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es igual a cero”.

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student de pruebas independientes.

Cuadro 21. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 02 ejes y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Semirremolque 02 ejes	20	39.1740	4.71803	1.05498

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 34.5						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la <u>diferencia</u>	
					Inferior	Superior
Semirremolque 02 ejes	4.430	19	0.000	4.67400	2.4659	6.8821

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.000 < α = 0.05, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro de vehículo Semirremolque de 02 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

8.- Comprobación de hipótesis específica 08

Hipótesis de investigación

“Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

Hipótesis estadísticas:

Hipótesis alterna

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es diferente de cero”.

Hipótesis nula

“La diferencia entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco –

Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes es igual a cero”.

Nivel de significancia:

0.05

Prueba estadística a usar

La prueba T Student de pruebas independientes.

Cuadro 22. Análisis de diferencia entre las velocidades de giro de vehículos semirremolques 03 ejes y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Semirremolque 03 ejes	20	38.7480	3.89423	0.87078

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 34.5						
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Semirremolque 03 ejes	4.878	19	0.000	4.24800	2.4254	5.0706

Fuente: Autor

PARA IGUALDAD DE MEDIA: P-valor = 0.000 < α = 0.05, (SE ACEPTA H1).

Se ha encontrado que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro de vehículo Semirremolque de 03 ejes en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y la velocidad de operación máxima según las normas vigentes.

4.4. Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos en este estudio en relación a los elementos estables de la vía de esta curva horizontal “curva del diablo” del km 140.5 del tramo Cerro de Pasco – Huariaca, es decir, de los aspectos estructurales, las mismas que fueron comparados con lo que indica las normas actuales, nos manifiesta que el radio de curva, el peralte, el ancho de berma, el sobre ancho y el despeje lateral de la curva no cumplen con lo que indica las normas de diseño de estos elementos. Resultados similares a lo obtenido por Miguel Meléndez Muñoz en su Tesis “Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018 del km 136 al km 142” donde encontró que muchos parámetros del diseño geométrico de la carretera no cumplen con la norma tales como: longitud mínima en tangente, radios mínimos, pendientes máximas, curvas de transición y peraltes. Respecto, esta investigación orienta con sus resultados a la mejora o trabajos de prevención en los elementos estables observados tratando de cumplir con la norma DG-2018, tal como muchas investigaciones lo recomiendan tras publicar resultados de estudios, así como lo hizo Jorge Vizney Chambi Mamani y Charles Antony Suaña Vilca, en su tesis “ Identificación de tramos de concentración de accidentes de tránsito en la vía Puno – Juliaca entre los años 2012 – 2016 y propuestas de acciones de mejora para su prevención” donde tras encontrar relación de los elementos geométricos y los dispositivos de control de tránsito de acuerdo a las normas vigentes, con los tramos de accidentes de tránsito por la cual planteó acciones de mejora para su prevención.

Respecto al estudio de la variable principal de este estudio, análisis de velocidades de giro real presentados en esta curva de estudio de vehículos; ligeros, ómnibus 02 ejes, ómnibus 03 ejes, camión 02 ejes, camión 03 ejes, camión 04 ejes, semirremolque 02 ejes y semirremolque 03 ejes todas estas

presentaron diferencia estadística significativa por encima de la velocidad máxima de operación que indica la norma DG-2018, para curvas horizontales, similar a lo encontrado por Carlos Clinthon Maquera Mamani, en su tesis "Comparación de velocidades de vehículos en condiciones reales con la norma DG 2014-Puno" encontrando que los vehículos como; combi, camioneta, automóviles y camión de carga transitan a velocidades superiores a la que indica la tabla de rangos de la velocidad de diseño funcional y según clasificación de carreteras por demanda y orografía, las mismas que fueron comprobados estadísticamente. Remarcando nuestra investigación cabe precisar que las velocidades reales de giro de los diferentes vehículos estuvieron por encima de los 34.5 km/h velocidad de operación máxima de giro calculado para la curva de estudio, de las cuales los vehículos tipo ligeros (automóviles y camionetas) presentaron la velocidad media mayor respecto al resto con una velocidad de giro de 55.82 km/h y los vehículos tipo semirremolque de 03 ejes presentaron la media menor respecto al resto con una velocidad de giro de 38.75 km/h

Respecto al estudio de los elementos de entorno es decir de los dispositivos de control de tránsito se encontró que el 50% de los elementos analizados no se encontraron o no cumplen tal como dicta la normativa de tránsito, cabe señalar que los eventos o accidentes de tránsito registrados en esta curva se dieron a pesar de contar con los dispositivos de tránsito preventivos, tal cual lo prueban los registros imagenológicos de los accidentes adjuntos en el marco teórico. La correcta gestión de los dispositivos de control de tránsito pueden evitar eventos de tránsito tal cual lo menciona Juan C. Jhoffel Solano Rioja en su tesis "Implementación de señalización de tránsito para la prevención de accidentes en las avenidas Mesonero Muro y Pakamuros - Jaén" donde concluye que implementando la señalización de tránsito y promoviendo la

enseñanza de educación en seguridad vial, se contribuirá a disminuir los accidentes de carretasen las vías de automotor.

CONCLUSIONES

Luego de terminado con la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

Conclusión General:

Considerando la comparación entre los factores de vías presentes en el punto negro “curva del diablo”; se concluye que existe factores viales que son inadecuados según la norma DG-2018, DGT-2014 en el punto negro “curvadel diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca 2021.

Conclusiones Específicos:

- Considerando la comparación entre las velocidades de giro real y la velocidad de operación máxima para curvas horizontales; se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre las velocidades de giro real de los tipos de vehículos; ligeros, ómnibus 02 ejes, ómnibus 03 ejes, camión 02 ejes, camión 03 ejes, camión 04 ejes, semirremolque 02 ejes y semirremolque 03 ejes, con la velocidad de operación máxima para curvas horizontales según la DG-2018, en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca 2021. Es decir que todos los tipos de vehículos estudiados recorren a velocidades superiores a lo indicado por la norma DG-2018. De las cuales los vehículos tipo ligeros (automóviles y camionetas) presentaron la velocidad media mayor respecto al resto con una velocidad de giro de 55.82 km/h y los vehículos tipo semirremolque de 03 ejes presentaron la media menor respecto al resto con una velocidad de giro de 38.75 km/h.
- Se encontró valores de elementos estables de vía como; el radio de curva, pendiente de peralte, el ancho de berma, el sobre ancho y el despeje lateral de la curva que no cumplen con lo que indica la norma de diseño DG-2018 de estos elementos en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, resaltando el valor negativo de -0.4 m para el despeje lateral.

- Considerando el estudio de diseños de elementos estables de entorno de vía, no cumple el diseño adecuado al no encontrarse elementos como; señales de información, línea central, demarcación de zonas de adelantamiento prohibido y tachas en el punto negro “curva del diablo”, Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, conforme a la norma DGT-2014.

RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta los resultados concluyentes del factor vial de velocidad de giro como inadecuado en la curva de estudiada, se recomienda promover la educación del conductor mediante señalización sobre la peligrosidad y velocidad permisibles en la curva. Así como el mantenimiento y mejoramiento de los reductores de velocidad antes de ingreso a la curva en bajada.
- Teniendo en cuenta los resultados concluyentes del factor vial de elementos estables de vía como inadecuados en la curva estudiada, se recomienda que mediante un proyecto de mejoramiento y ampliación de la curva vial se adecue los factores; pendiente de peralte, el ancho de berma, el sobre ancho y el despeje lateral de la curva.
- Teniendo en cuenta los resultados concluyentes del factor vial de elementos estables de entorno como inadecuado en la curva estudiada, se recomienda la implementación y complementación de señales de tránsito de información, línea central, demarcación de zonas de adelantamiento prohibido y tachas.
- Se recomienda remitir los resultados de esta investigación científica a entidades públicas ejecutoras responsable de esta vía, para que puedan subsanar mediante proyectos de inversión pública las observaciones encontradas con respecto a los elementos estables de vía y de entorno en este punto negro “curva del diablo”.
- Se recomienda ampliar los estudios específicamente respecto a este punto negro “curva del diablo” Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, considerando relación de la accidentabilidad de la curva con otras variables como; factor climático, rugosidad del asfalto, horas de tránsito, días de tránsito, etc. Mediante investigaciones de titulación o trabajos de proyección social de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

- Se recomienda implementar la educación en seguridad vial en todos los centros educativos y ciudadanía en general de la localidad, así como fortalecer y potenciar la educación en centros o escuelas de conductores del estado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Astochao; J. (2015). Evaluación Para La Implementación De Sistemas Inteligentes De Transporte En Los Puntos Críticos De Accidentes De Tránsito En Vías Nacionales. (Tesis para obtener el título de ingeniero civil), Universidad Nacional De Ingeniería, Ayacucho.
2. Berardo, María Graciela. 2005. "Identificación de Tramos con Concentración de accidentes en Rutas Nacionales de la Provincias de Córdoba". Argentina.
3. Berardo, M. G., baruzzi, A., Vanoli, G., Freire, R., Tartabini, M., &Dapás, O. (2008). Identificación de tramos con concentración de accidentes en rutas nacionales de la provincia de Córdoba. Córdoba.
4. Chamba; J. (2013). Análisis de riesgos y seguridad vial, en el corredor exclusivo del sistema integrado de transporte urbano SITU en la ciudad de Loja. (Tesis para optar el título de ingeniero de transportes), Universidad técnica particular de Loja, Loja.
5. Chambi, J. &Suaña, C. (2017). Identificación y evaluación de tramos de concentración de accidentes de tránsito en la vía Puno-Juliaca entre los años 2012 – 2016 y propuestas de mitigación. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
6. Chávez Loaiza, Víctor. 2005. "Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas". Instituto de Construcción y Gerencia. Lima. Perú.
7. Chihuán Saúñe, Carlos. (2011). "Accidentes de Tránsito II. PNP".
8. Dirección general de tráfico - DGT. (2014). las principales cifras de la siniestralidad vial.

9. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2018). Manual de Carreteras: Diseño geométrico, DG - 2018, MTC - Perú.
10. Glosario de términos - MTC, M. d. (2013). "glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial". Lima.
11. Huamancayo; C. (2012). Análisis Y Evaluación De Tramos De Concentración De Accidentes De Tránsito Y Propuesta De Mitigación En La Vía Libertadores - Ayacucho. (Tesis para obtener el grado de maestro en ingeniería de transportes), Universidad Nacional De Ingeniería - Facultad De Ingeniería Civil, Lima.
12. Leiva; J. W. (2003). Análisis De Accidentes Viales Aplicando La Ingeniería De Tránsito. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad San Carlos De Guatemala Facultad De Ingeniería Escuela De Ingeniería Civil, Guatemala.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). Manual de seguridad vial. Lima.
14. Ministerio de transportes y comunicaciones. (2015). Detección, priorización y caracterización de puntos negros en 5 ciudades principales del Perú. Lima.
15. Ministerio de salud. (2013). Criterios técnicos para identificación de puntos negros en la jurisdicción del distrito. Lima.
16. Organismo Mundial de la Salud. 2009. "Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial".
17. Real Academia Española. (2017). Diccionario de la lengua española.
18. Velásquez; D. H., & Choque, C. A. (2016). Identificación De Zonas De Riesgo Para La Elaboración Del Sistema De Información Vial Juliaca - Azángaro. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad Nacional Del Altiplano, Puno.

19. Zambrana; L. (2007). "Determinación de los sitios de mayor Accidentalidad vial en vehículos de motor de cuatro o más ruedas, área urbana del Municipio de León, año 2007". (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad nacional autónoma de Nicaragua, Leon – Nicaragua.
20. Meléndez; M. (2019). Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018 del km 136 al km 142. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco – Perú.
21. Chambi; J., Suaña C. (2017). Identificación de tramos de concentración de accidentes de tránsito en la vía Puno – Juliaca entre los años 2012 – 2016. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad nacional del Altiplano, Puno.
22. Maquera; C. (2018). Comparación de velocidades de vehículos en condiciones reales con la norma DG 2014-Puno. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad nacional del Altiplano, Puno.
23. Solano; J. (2018). Implementación de señalización de tránsito para la prevención de accidentes en las avenidas mesonero muro y Pakamuros – Jaén. (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Universidad nacional de Cajamarca.

ANEXOS

Ficha 01 de recolección de datos
velocidad de giro por tipo de vehículo

FICHA N°:.....

FECHA:...../...../.....

LUGAR: Curva del Km 104.5 de la ruta Cerro de Pasco - Huariaca "curva del diablo".

TIPO DE VEHICULO:

Ligero Ómnibus 2 ejes Ómnibus 3 ejes
Ómnibus 4 ejes Camión 02 ejes Camión 03 ejes
Camión 04 ejes Semirremolque 02 ejes Semirremolque 03 ejes

DISTANCIA DE RECORRIDO EN CURVA: D =m

TIEMPO DE RECORRIDO: T = s

CALCULO DE VELOCIDADES:

VELOCIDAD REAL = _____ $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ = m/s =km/h

VELOCIDAD DE OPERACION POR VEHICULO (V85) = $105.98 - \frac{3709,90}{R}$

VELOCIDAD DE OPERACIÓN =m/s

Ficha 02 única de recolección de valores de los elementos estables de vía

FECHA:...../...../.....

LUGAR: Curva del Km 104.5 de la ruta Cerro de Pasco - Huariaca "curva del diablo".

MEDICIONES (in situ):

Ancho de calzada:

Ancho de carril:.....

Ancho de berma:.....

Despeje lateral:.....

Sobre ancho de curva:.....

VALORES HALLADOS (en gabinete)

Radio de diseño:.....

Pendiente de peralte:.....

Pendiente longitudinal:.....

Sobre ancho de curva:.....

Longitud mínima de tangente:.....

Ficha 03 única de recolección de valores de los elementos estables de entorno de vía

FECHA:...../...../.....

LUGAR: Curva del Km 104.5 de la ruta Cerro de Pasco - Huariaca "curva del diablo".

SEÑALES VERTICALES:

Señales reguladoras o de reglamentación:

Señales de prevención:

Señales de información:

SEÑALES HORIZONTALES

1. Demarcaciones:

- Líneas de borde de calzada o superficie de rodadura

- Línea de carril

- Línea central

- Líneas canalizadoras de tránsito

- Líneas demarcadoras de entrada y salida

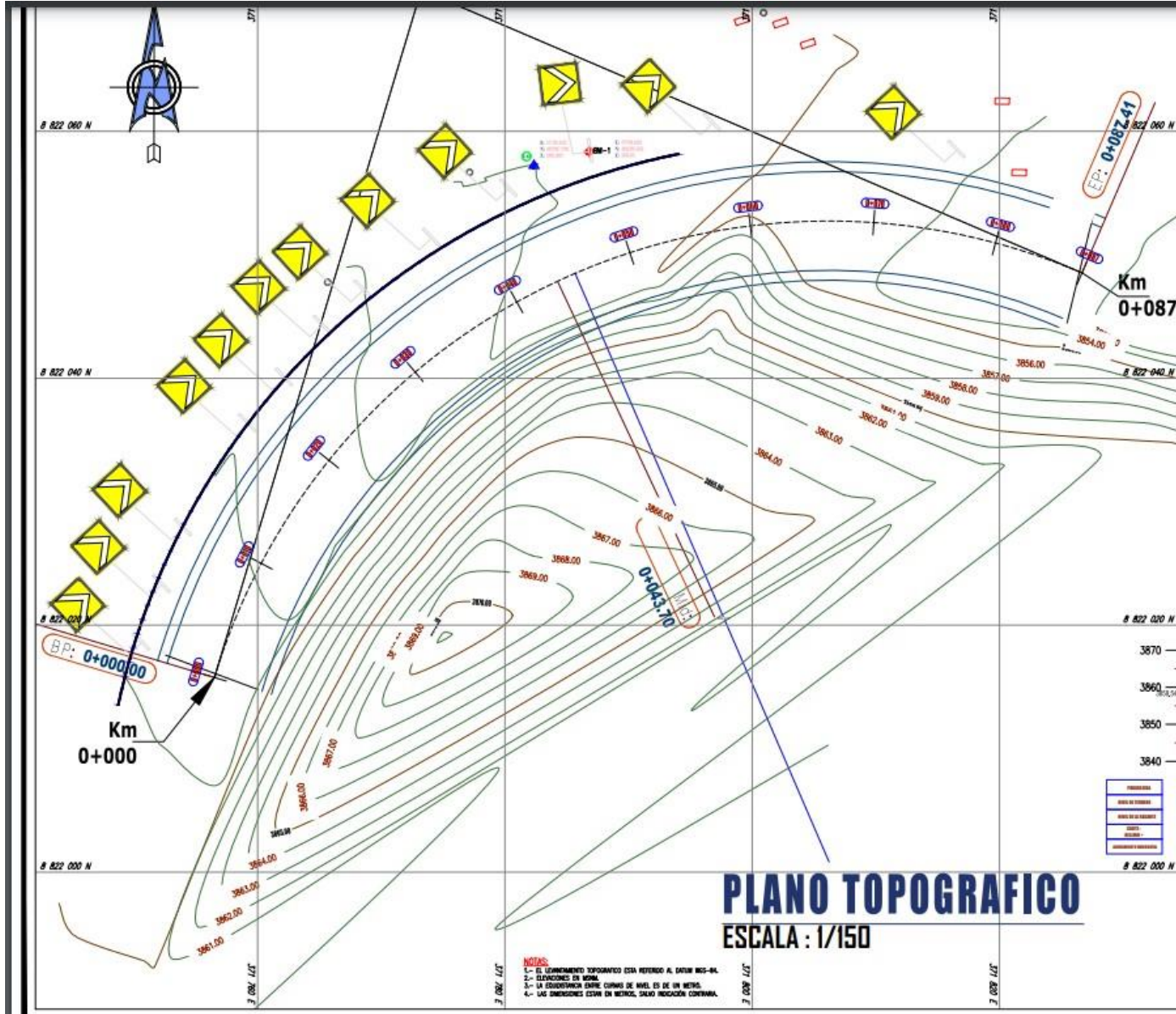
2. Tachas y tachones:.....

3. Delineadores:.....

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	CLASIFICACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	TECNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<p>Estudio vial del punto negro, curva del diablo, km 140.5, carretera central de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, 2021.</p>	<p>Problema principal:</p> <p>¿Cuáles son los factores viales que son inadecuados según las normas vigentes en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, 2021?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar los factores viales que son inadecuados según las normas vigentes en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, 2021.</p>	<p>Hipótesis Principal:</p> <p>Existen factores viales que son inadecuados según las normas vigentes en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca 2021.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Velocidades de giro en el punto negro ("curva del diablo")</p> <p>Diseño de elementos estables de vía en el punto negro ("curva del diablo")</p> <p>Diseño de elementos estables de entorno de vía en el punto negro</p>	<p>Tipo:</p> <p>Aplicativo</p> <p>Diseño:</p> <p>Es no experimental, transeccional ó transversal</p> <p>descriptivo y de enfoque cuantitativo.</p>	<p>POBLACIÓN</p> <p>Estuvo constituido por todos los vehículos que recorren la "curva del diablo" Km 104.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Es cada tipo de vehículo que recorre en sentido de bajada y los elementos estables en el punto negro km 140.5 "curva del diablo" del III tramo de la carretera central, de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, denominada.</p> <p>MUESTREO:</p> <p>La muestra es no probabilístico por conveniencia, se realizó la selección de los vehículos que atraviesen en bajada el punto negro "curva del diablo" de la vía Cerro de Pasco - Huariaca, km 140.5.</p>	<p>Revisión documental histórica</p> <p>Observación</p> <p>Análisis</p>
	<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro según el tipo de vehículo en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y las velocidades de operación máxima según las normas vigentes.?</p> <p>¿Existen valores de elementos estables de vía en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes.?</p> <p>¿Existen diseños de elementos estables de entorno de vía en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes.?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>Calcular las velocidades de giro según el tipo de vehículo en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y compararla con las velocidades de operación máxima según las normas vigentes.</p> <p>Encontrar los valores de elementos estables de vía en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y compararla con las Normas vigentes.</p> <p>Evaluar el diseño de elementos estables de entorno de vía en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, compararla con las Normas vigentes.</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>Existe diferencia significativa entre las velocidades de giro según el tipo de vehículo en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, y las velocidades de operación máxima según las normas vigentes.</p> <p>Existen valores de elementos estables de vía en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes.</p> <p>Existen diseños de elementos estables de entorno de vía en el punto negro "curva del diablo", Km 140.5 de la vía Cerro de Pasco – Huariaca, que son inadecuados conforme a las normas vigentes.</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Punto negro vial "Curva del diablo" Km 140.5 del tramo III de la carretera central.</p>			

PERFIL LONGITUDINAL DE "CURVA DEL DIABLO"



ITEM	DESCRIPCION	RESULTADO
01	IMDA	CARRETERA DE SEGUNDA CLASE
02	OROGRAFIA	ONDULADO (TIPO 2)
02	V.DISEÑO	60 KM/H
02	RADIO	51.90 m
02	PERALTE	6.5 %
02	PENDIENTE DE ENTRADA	3.44 %

TABLA DE PUNTOS DE CONTROL ESTACION-BM's

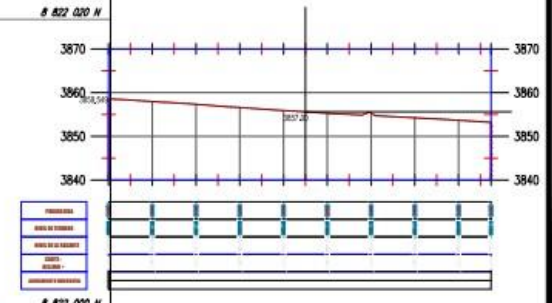
PUNTOS	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
01	3856.0000	8822057.2206	371782.3423	EST.-01
02	3855.961	8822056.3622	371786.8250	BM-01

LEYENDA

ITEM	DESCRIPCION	SIMBOLO
01	CURVA DE TRANSICION	—
02	VIA	—
03	SEÑALIZACION	—
04	CANALIZACION	—
05	POSTO DE CONTROL TOPOGRAFICO	—
06	POSTO DE ALER	—
07	SEÑAL PREVENTIVA	—
08	QUADRIANTE	—
09	SANTE MARTELLINO	—
10	CIUDADANIA COORDINADA	—



PERFIL LONGITUDINAL - CURVA PARIAMARCA
ESCALA 1:500



PLANO TOPOGRAFICO ESCALA : 1/150

NOTAS:
 1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM BIGA-84.
 2.- LAS COORDENADAS EN METROS.
 3.- LA ELEVACION EN LOS CURVAS DE NIVEL ES DE UN METRO.
 4.- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRERO

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRERO

CURVA PARIAMARCA

TOPOGRAFICO

T-01

REGISTRO DE IMÁGENES

Imagen 14: Levantamiento topográfico

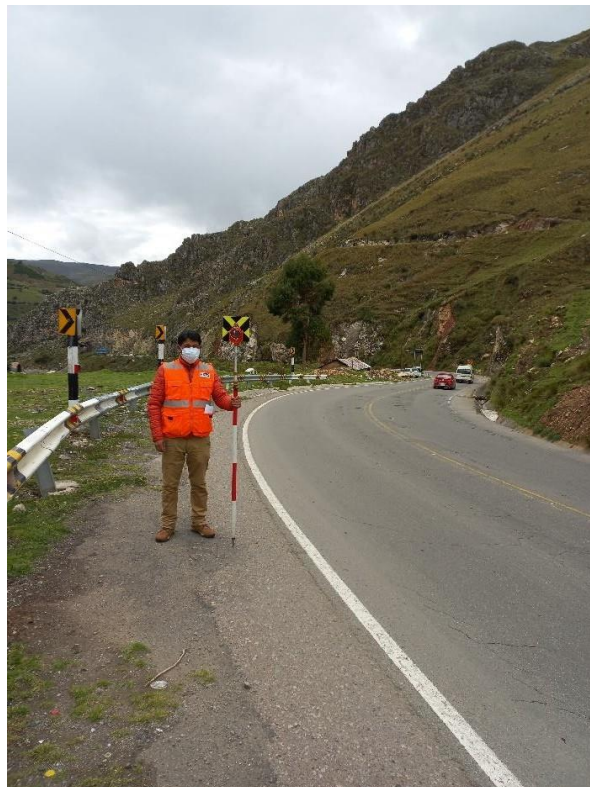


Imagen 15: ubicación de PC Y PT



Imagen 16: Registro de tiempo del recorrido de giro en la curva



Imagen 17: Registro de datos de elementos estables y de entorno



Imagen 17: Despeje lateral negativo

