

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO EN LA VÍA DEPARTAMENTAL DESDE BUENAVISTA
HASTA DESVÍO DE UNINGAMBAL, DISTRITO CHAO, PROVINCIA VIRÚ,
DEPARTAMENTO LA LIBERTAD**

Área de Investigación:

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES

Autores:

Br. Joe Junior Florián Jave
Br. Paul Ismael Silva Aguirre

Jurado Evaluador:

Presidente: ING: Segundo Alfredo Vargas Lopez

Secretario: ING: Lucio Sugifredo Vargas Carbajal

Vocal: ING: Carmen Lucia Geldrez Sanchez

Asesora:

Durand Orellana, Rocío del Pilar

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

TRUJILLO – PERÚ

2022

Fecha de sustentación: 2022/06/28

DEDICATORIA

A DIOS, por haber estado siempre conmigo, a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, a mis hermanas por estar siempre acompañándome, a mi esposa por el apoyo incondicional, muchos de mis logros se los debo a ustedes, por lo que estaré siempre agradecido con ustedes.

BR. Joe Junior Florian Jave

A mis padres por su ayuda incondicional durante todo este tiempo, mis hermanos con su paciencia y apoyo, todos ellos fueron mi motor para seguir adelante y nunca darme por vencido, por lo que estaré siempre agradecido con ellos.

Br. Paul Ismael Silva Aguirre

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Antenor Orrego; a la Ing. Rocío Durand asesora de nuestra Investigación, por su paciencia, sus conocimientos y la orientación en cada etapa que hemos seguido para conseguir la meta de obtener el Título de profesional de Ingeniero Civil y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que con su ejemplo y sus enseñanzas nos dieron las pautas indispensables para nuestro desarrollo profesional.

Gracias a mis padres, hermanas y esposa, por ser siempre mis principales motivadores y los formadores de lo que ahora soy como persona. Gracias.

BR. Joe Junior Florian Jave

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Antenor Orrego; Ing. Rocío Durand, asesora de nuestra Investigación, por su paciencia, sus conocimientos y la orientación en cada etapa que hemos seguido para conseguir la meta de obtener el Título de profesional de Ingeniero Civil y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que con su ejemplo y sus enseñanzas nos dieron las pautas indispensables para nuestro desarrollo profesional.

Agradezco a mis padres y hermanos por su continuo soporte y apoyo en todo momento para conseguir este sueño profesional.

Br. Paul Ismael Silva Aguirre

RESUMEN

La presente investigación sobre el Diseño geométrico de un tramo de la vía departamental que va desde Buenavista hasta el desvío de Uningambal, ubicada en el distrito de Chao, provincia Virú, departamento de La Libertad; comprende el mejoramiento del trazo en planta y perfiles que cumplan con los requisitos técnicos establecidos por el Manual de carreteras DG – 2018 adecuadas al nivel de servicio existente.

La vía departamental, clasificada como una vía de tercera clase, con una calzada existente con trocha carrozable, y con un terreno plano y ondulado conforme el levantamiento topográfico realizado; nos muestra un estado actual de la vía muy deficiente que no permite una adecuada transitabilidad de los vehículos. Para nuestro proyecto, tratándose de una vía de tercera clase y cuya sección es de 6 m, teniendo en cuenta adicionalmente la orografía, se ha tomado una velocidad mínima de operación y diseño de 30 Km /h.

Se obtuvieron las características del tránsito, que nos permitió determinar el índice medio diario anual (IMDA) que representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año de la carretera, identificó el mayor vehículo usuario al ómnibus de tres ejes (tipo B3-1) que ayudo a determinar las características geométricas del proyecto e implementar la señalización adecuada en la vía departamental.

Palabras claves: Diseño geométrico, vía departamental.

ABSTRAC

The present investigation on the geometric design of a section of the departmental road that goes from Buenavista to the Uningambal detour, located in the Chao district, Virú province, La Libertad department; It includes the improvement of the layout in plan and profiles that meet the technical requirements established by the DG - 2018 Highway Manual appropriate to the existing level of service.

The departmental road, classified as a third class road, with an existing roadway with a carriageway, and with flat and undulating terrain according to the topographical survey carried out; It shows us a very poor current state of the road that does not allow adequate vehicle traffic. For our project, as it is a third-class road with a section of 6 m, additionally taking into account the orography, a minimum operating and design speed of 30 km/h has been taken.

The characteristics of the traffic were obtained, which allowed us to determine the annual average daily index (IMDA) that represents the arithmetic average of the daily volumes for all the days of the year of the road, identified the largest user vehicle to the three-axle bus (type B3-1) that helped determine the geometric characteristics of the project and implement the appropriate signage on the departmental road.

Keywords: Geometric design, departmental road.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRAC	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE IMAGENES	
CAPÍTULO I	
I: INTRODUCCIÓN	01
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	01
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	03
1.3 OBJETIVOS.....	03
1.3.1 Objetivo General.....	03
1.3.2 Objetivos Específicos	03
1.4 JUSTIFICACION	03
CAPÍTULO II	
II: MARCO DE REFERENCIA	05
2.1 ANTECEDENTES.....	05
2.2 MARCO TEÓRICO.....	08
2.2.1 <i>Manual de Diseño Geométrico</i>	08
2.2.2 <i>Clasificación de Carretera</i>	09
2.2.3 <i>Diseño de Vehículo Pesado</i>	10
2.2.4 <i>Giro Mínimo Vehicular</i>	10
2.2.5 <i>Rangos de velocidad</i>	11
2.2.6 <i>Velocidad máxima de operación</i>	11
2.2.7 <i>Distancia de visibilidad de parada</i>	12
2.3 MARCO CONCEPTUAL	13
CAPÍTULO III	
III: METODOLOGÍA.....	14
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	14
3.2 POBLACION Y MUESTRA.....	14
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACION	14
3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	15
3.4.1 <i>Estudio Topográfico</i>	15
3.4.2 <i>Estudio de tránsito vehicular</i>	18

3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS	20
3.5.1 <i>Estudio topográfico y trazo</i>	20
3.5.1.1 Tipo y condición de la superficie de rodadura	22
3.5.2 <i>Informe de tráfico vehicular</i>	23
3.5.2.1 Evaluación del tránsito existente	23
3.5.2.2 Análisis del transporte de carga	25
3.5.2.3 Análisis del transporte de pasajero	26
3.5.2.4 Determinación del índice medio diario (IMD)	27
3.5.2.5 Resultados obtenidos	27
3.5.2.6 Cunetas de Tierra	26
3.5.2.7 Badenes	27
3.5.3 <i>Diseño de Señalización</i>	30
3.5.3.1 Señales Verticales	32
3.5.3.2 Señales Preventivas	34
CAPÍTULO IV	
IV: PRESENTACION DE RESULTADOS	35
4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	35
4.2 CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA	35
4.3 VEHÍCULO DE DISEÑO	36
4.3.1 <i>Vehículo Pesado</i>	36
4.3.2 <i>Giro Mínimo de Vehículo Tipo</i>	37
4.3.3 <i>Características del tránsito</i>	40
4.3.4 <i>Velocidad de Diseño</i>	41
4.3.5 <i>Velocidad Máxima de Operación</i>	41
4.3.6 <i>Distancia de visibilidad de parada</i>	41
4.3.7 <i>Distancia de visibilidad de adelantamiento</i>	42
4.4 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA	44
4.4.1 <i>Consideraciones de diseño</i>	44
4.4.2 <i>Tramos en tangente</i>	46
4.4.3 <i>Curvas Circulares</i>	47
4.4.4 <i>Radios Mínimos</i>	48
4.5 DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL	49
4.5.1 <i>Pendiente Mínima</i>	50
4.5.2 <i>Pendiente Máxima</i>	50
4.5.3 <i>Pendientes Máximas Absolutas</i>	50

4.5.4 <i>Curvas Verticales</i>	52
4.6 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL	53
4.6.1 <i>Calzada o Superficie de Rodadura</i>	54
4.6.2 <i>Desarrollo del sobre ancho</i>	54
4.6.3 <i>Peralte</i>	55
4.7 SECCIONES TPICAS DE DISEÑO	58
4.8 SEÑALIZACION	59
VI. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES	60
5.1 CONCLUSIONES	60
5.2 RECOMENDACIONES	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
VIII. ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Datos vehicular tipo M	10
Tabla 02: Giro Vehicular	10
Tabla 03: Rangos de la Velocidad de Diseño	11
Tabla 04: Valores de Velocidades Máximas de Operación	12
Tabla 05: Distancia de Visibilidad de Paradas	13
Tabla 06: Plantilla de conteo vehicular	19
Tabla 07: Las coordenadas UTM y altitudes tramo 1	21
Tabla 08: Ubicación de las estaciones de control	25
Tabla 09: Empresas de Transportes	26
Tabla 10: Estacione de control del Tráfico	27
Tabla 11: Estaciones 1 – Volumen de Tráfico Promedio Diario	28
Tabla 12: Estaciones 1	29
Tabla 13: Promedio Vehicular	30
Tabla 14: Ángulos de inflexión máximos	45
Tabla 15: Longitudes de tramos en tangente	46
Tabla 16: Radios Mínimos y Peraltes Máximos	49
Tabla 17: Pendiente Máximas (%)	51
Tabla 18: Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada para adelantar	52
Tabla 19: Elementos de las Secciones transversales	53

Tabla 20: Anchos mínimos en calzadas en tangente.....	54
Tabla 21: Valores del bombeo en la calzada	55
Tabla 22: Valores del radio mínimo para velocidades de diseño	56
Tabla 23: Transición de peralte.....	57
Tabla 24: Ubicación de señales	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 01: Tramo en estudio CP Buenavista.....	02
Imagen 02: Estaciones Totales TOPCON.....	16
Imagen 03: Tramo de la carretera.	22
Imagen 04: Tramos de la carretera.....	24
Imagen 05: Vehículo pesado.	37
Imagen 06: Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1).	38
Imagen 07: Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 30° y 60°.....	39
Imagen 08: Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 90° y 120°.....	39
Imagen 09: Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 150° y 180°.....	40
Imagen 10: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento.....	43
Imagen 11: Simbología Curva Circular.	48
Imagen 12: Elementos de curva vertical simétrica.	52

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

1.1. Problema de Investigación

Los caminos departamentales y vecinales en el Perú que se aperturarón desde hace mucho tiempo y que son dañados por los factores climatológicos entre los que también se puede mencionar el fenómeno del niño del 2017 y que el estado no ha logrado recuperar, mejorar y/o rehabilitar, son principales causantes de un porcentaje importante de accidentes, y puede comprometer sobremanera la seguridad durante el trayecto; además, de verse comprometida la economía de la población con el traslado de productos agrícolas hacia los mercados de abastos.

Por lo tanto, lo que viene gestionando el MTC, reactiva la economía ya que de acuerdo a lo indicado en la nota de prensa se crearon 355 mil puestos de trabajo en todo el país durante la emergencia sanitaria ocasionada por la propagación de la Covid-19. De esta manera, Arranca Perú logró cumplir sus dos objetivos principales: mejorar las condiciones de tránsito de las carreteras departamentales y vecinales, y contribuir a la reactivación económica tras el impacto de la Covid-19 en el país. A la fecha, el 77% de los servicios de mantenimiento rutinario se encuentra en ejecución. Como parte de estos trabajos, se realizan labores de limpieza en las vías, cunetas, alcantarillas y señalización. Además, el 81% de los servicios de mantenimiento periódico se ha culminado. Estas actividades incluyen el bacheo de las vías, la construcción de muros de contención, la colocación y pintado de señales de tránsito, entre otras.

Es así, que con la presente investigación se determinó el diseño geométrico del tramo Buenavista – El Pie de 22,280.00 km camino como parte de la LI-121 que comprende la Vía Departamental desde Buenavista hasta el Desvío de Uingambal tramo que aún no ha sido rehabilitado por el MTC y que abarca las regiones naturales de la

Costa y Sierra, según las características de diseño de la carretera. La carretera está ubicada en el departamento de La Libertad, provincia Viru, Julcán y Santiago de Chuco, en los distritos de Chao, Huaso. El clima a lo largo de la zona es cálido en las partes bajas, templado en las partes intermedias, y frío en las partes altas. Se observan lluvias estacionales en los meses de enero a abril y luego la época de estiaje desde mayo hasta diciembre.

La vía departamental en estudio tiene características de trocha, la cual se encuentra muy deteriorada por la falta de mantenimiento, así como condiciones climáticas y deslizamientos ocurridos a lo largo de la vía; dificultando enormemente el paso de vehículos en ambos sentidos. No cuenta con bermas ni plazoletas de cruce; tiene radios de curvatura menores de los mínimos permitidos y escasa visibilidad que de acuerdo al criterio de evaluación del estado de la superficie de rodadura de la carretera en estudio, basándonos en el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” (Aprobado por la R.D. N° 03-2018-MTC).

Imagen N° 1

Se muestra el inicio del tramo en estudio CP Buenavista en la progresiva 8+720



1.2 Enunciado del problema

¿Cuál será el diseño geométrico que se requiere en la Vía Departamental desde Buenavista hasta el Desvío de Uningambal?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar un diseño geométrico vial en la Vía Departamental con Punto Origen en Emp Li-121 (Buenavista) y Punto de Destino Emp. Li-121 (Dv. Uningambal) del Departamento de La Libertad, que permita el crecimiento de la actividad turística y comercial para la población.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las características técnicas como tipo de vía, pendientes longitudinales y transversales, velocidades del tramo en estudio según el manual del Diseño Geométrico DG-2018.
- Realizar el levantamiento topográfico para obtener las características geométricas de la Vía Departamental desde pinto Emp. Li-121 (Buenavista) y Punto de Destino Emp. Li-121 (Dv. Uningambal).
- Realizar el estudio de tráfico y conteo vehicular para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDa); además de los tipos de vehículos que permitirán realizar el diseño geométrico.
- Complementar el diseño geométrico con la implementación de señalización vial.

1.4 Justificación

La investigación se justifica técnicamente en evaluar y rescatar las mejores prácticas para realizar un diseño geométrico en cumplimiento a la calidad de la infraestructura vial con el tiempo estipulado en el expediente, para tener un buen desempeño vial y con ello podrán beneficiarse futuras obras poniendo en práctica las diferentes técnicas

y métodos que se desarrollen que le genere a la zona.

Su importancia será identificar el diseño geométrico en la vía de la red departamental, que une vías complementarias o alimentadoras de la red vial nacional y sirve como elemento receptor de los caminos vecinales o rurales.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Esta tesis se realizó como referencia de los siguientes antecedentes:

Antonio E. Chacón (2020) – Lima, desarrollo la investigación “DISEÑO GEOMETRICO DE UNA VIA DE EVITAMIENTO EN MANCORA DE ACUERDO AL CONTEXTO FISICO Y URBANO DE LA CIUDAD”; se propuso como objetivo proponer un diseño en Máncora que permita reducir el conflicto entre los usuarios de la carretera Panamericana Norte. La investigación llevo como resultado a obtener 3 alternativas de autopista de 3.91 km. 5.31 km. Y 6.50 km respectivamente, cumpliendo con los parámetros mínimos exigidos por el manual de carreteras.

El principal aporte para la investigación fue el diseño geométrico de la alternativa que el autor selecciono como mejor diseño vial para la vía de Evitamiento en Máncora.

Wilder E. Alvarado y Lorena S. Martínez, (2017) – Lima, desarrollaron la investigación “PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA CHANCOS – VICOS – WASH SEGÚN CRITERIOS DE SEGURIDAD Y ECONOMÍA”; se propusieron como objetivo Proponer una alternativa para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wash de 9.811 km ubicada en el departamento de Ancash basada en el manual de diseño geométrico DG 2014, bajo criterios de seguridad y economía. La investigación llevo como resultado que el diseño geométrico está abordado de forma separada en planta, perfil y sección transversal. Los cuales cumplen con todos los parámetros del manual DF 2014, es por ello que se obtiene como producto final el diseño que consta de una carretera con dos velocidades de diseño 30 y 40 km/h para una calzada de 2 carriles de 3.00 m de ancho cada uno, cuyos radios mínimos es de 25m capaz de bridar una trayectoria continua a

vehículos hasta de 3 ejes.

El principal aporte para la investigación la construcción de defensas ribereñas en base de gaviones con malla de doble torsión. Ya que estos elementos no necesitan mano de obra calificada por lo que su instalación integraría la sociedad, generando ingresos dentro de las comunidades. Además, su instalación resulta más económica que otras soluciones y no representa impactos ambientales.

Miguel Á. Meléndez, (2019) – Cerro de Pasco, desarrollo la investigación “ANÁLISIS TÉCNICO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3N, CON RELACIÓN AL MANUAL DE CARRETERAS DG-2018, TRAMO: KM. 136+000 – KM. 141+000”; se propuso como objetivo Realizar el análisis del Diseño Geométrico de la carretera Nacional PE-3N, con relación al Manual de Carreteras DG-2018, tramo: Km. 136+000 – Km. 141+000. La investigación llego como resultado que el diseño geométrico está abordado de la siguiente manera:

Longitud Mínima en Tangente	33.3%
Radio	31.1%
Sobreancho	20.0%
Curva de Transición	0.0%
Relación De Radios De Curvas	
Consecutivas	52.3%
Longitud Mínima de Curva Vertical	46.2%
Ancho de Calzada	100.0%
Bombeo	100.0%.

El principal aporte para la investigación son el modelo de planos en planta se debe mandar bien detallado en donde se incluya los cuadros de replanteo para las curvas circulares y curvas de transición.

Wilder R. Román Y Alexander A. Saldaña, (2018) – Lima, desarrollaron la investigación “PROPUESTA DE PARÁMETROS DE

DISEÑO GEOMÉTRICO PARA TROCHAS CARROZABLES EN LA NORMA DG – 2018 A FIN DE OPTIMIZAR COSTOS”; se propusieron como objetivo Proponer nuevos parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la Norma DG – 2018 a fin de optimizar costos, mediante un análisis de las normas de caminos rurales existentes. La investigación llegó como resultado El afirmado es la superficie de rodadura más óptima para trochas carrozables, a pesar de que el material a usar es un material ajeno al del terreno de fundación, ya que es necesario la extracción del material en canteras, el mantenimiento periódico en afirmados se da en un promedio de cada 3 años, mientras que en superficies de terreno natural, al ser estas más vulnerables y presentar una mayor cantidad de fallas superficiales, se recomienda que el mantenimiento sea cada año. El principal fue el análisis de las dimensiones de un vehículo de acuerdo a su reglamento, ya que este es un factor importante que depende del ancho del carril, por lo que se puede concluir que la geometría de la carretera propuesta brinda las condiciones necesarias para prevenir daños y efectos provocados por accidentes viales.

Cristhian D. Freire, (2020) – Ecuador, desarrollo la investigación “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA VIAL SHUYO - PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 20+000- 24+000 PERTENECIENTE A LOS CANTONES PUJILI Y PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”; se propuso como objetivo realizar un diseño geométrico en la vía Shuyo –Pinllopata, realizando previamente un levantamiento topográfico en la vía actual, terminación de tráfico promedio diario anual. Mediante estos estudios realizó un diseño longitudinal y transversal, determinando el volumen de corte y relleno en la vía como también el presupuesto. La investigación llegó como resultado que basado a la tabla de velocidades permitidas el límite superior de la categoría ($300 < TPDA < 1000$ vía clase III) su velocidad será de 60 km/h. su radio de curvatura es de 106.97 m. mínimo, su peralte tendrá un 10%, su sobre ancho de 30 cm. En el

diseño vertical la pendiente longitudinal será máximo de 14 %, y su calzada tendrá 6.70 como valor recomendado, con un bombeo de 2%. El principal aporte a mi investigación fue su estudio adecuado de los flujos del agua, permitiendo saber la vida útil de la vía para que mantenga el periodo que se ha determinado en el diseño.

2.2. Marco Teórico

El presente Estudio Diseño Geométrico se basó en la siguiente Normativa Nacional

- Manual de Carreteras: Ensayos de Materiales para Carreteras, aprobado con Resolución Directoral N° 018-2016-MTC/14 del 03.06.2016, vigente del 27.06.2016.
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), aprobado con Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14 del 30.01.2018:

2.2.1. Manual de Diseño Geométrico DG – 2018 – MTC

El manual DG-2018 es un documento normativo de vigencia obligatoria en el Perú, el mismo que reúne los métodos y procedimientos necesarios para proyectar el diseño de la infraestructura vial; todos los aspectos tratados en el manual son recomendaciones de carácter geométrico de acuerdo a estándares internacionales como la norma AASHTO.

Este manual comprende entre otras el estudio de las Carreteras de Tercera Clase, que es la que está comprendida nuestro tramo en estudio según las características actuales que tiene. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 12)

Los manuales antes mencionados constituyen documentos técnicos de carácter normativo que rigen a nivel nacional y que es de cumplimiento obligatorio. Estos manuales contienen la información necesaria en la elaboración de diseño geométrico de proyecto de carreteras.

2.2.2. Clasificación de Carretera

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

- A) Terreno plano (tipo 1)** Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

- B) Terreno ondulado (tipo 2)** Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

- C) Terreno accidentado (tipo 3)** Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

- D) Terreno escarpado (tipo 4)** Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

2.2.3. Diseño de Vehículo Pesado

Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras según Reglamento Nacional de Vehículos (DS N° 058-2014-MTC o el que se Encuentre Vigente)

Tabla N°1
Datos vehiculares tipo M

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: Tabla 202.01 DG-2018 MTC

2.2.4. Giro Mínimo Vehicular

Ómnibus de tres ejes (B3-1) Radios máximos/mínimos y ángulos.

Tabla N°2
Giro Vehicular

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: Norma AASTHO – Similar a “Minimum Turnig Path for City Transit Bus (City-Bus) Design Vehicle”.

2.2.5. Rangos de velocidad

Clasificación de la Red Vial con la velocidad de diseño.

Tabla N°3

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera 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: DG-2018 MTC

2.2.6. Velocidad máxima de operación

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una vía, en función a la velocidad de diseño, bajos las condiciones prevalecientes del tránsito, estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de esta con otras vías y con la propiedad adyacente.

Tabla N°4
Valores de Velocidades Máximas de Operación

Clasificación de la carretera	Velocidad máxima de operación (km/h)		
	Vehículos ligeros	Vehículos pesados	
		Buses	Camiones (5)
Autopista 1 ^{ra} clase	(1) 130	100	90
	(2) 120	90	80
	(3) 100	80	70
	(4) 90	70	60
Autopista 2 ^{da} clase	(1) 120	90	80
	(2) 120	90	80
	(3) 100	80	70
	(4) 90	70	60
Carretera 1 ^{ra} clase	(1) 100	90	80
	(2) 100	80	70
	(3) 90	70	60
	(4) 80	60	50

Fuente: DG-2018 MTC

2.2.7. Distancia de visibilidad de parada

Distancia de Visibilidad de Parada, es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Tabla N°5
Distancia de Visibilidad de Paradas (Metros)

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

Fuente: DG-2018 MTC

2.3. Marco Conceptual

- **Talud:** Inclinação de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.
- **Superficie de rodadura:** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.
- **Seguridad vial:** Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de los accidentes.
- **Señalización vial:** Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario.
- **Red Vial Departamental:** Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

Por el nivel de investigación se trata de un estudio descriptivo.

3.2. Población y Muestra de Estudio

Población

Para la presente investigación la población es la Vía Departamental desde Buenavista hasta Desvío de Uningambal, Distrito Chao, Provincia Virú, Departamento La Libertad.

Muestra

Para la presente investigación la muestra se tramo el tramo que une el pueblo de Buenavista hacia el pueblo de El Pie con longitud de 22,280.00 km

3.3. Diseño de Investigación

Diseño de contrastación

Para obtener datos iniciales suficientes para la investigación se procede a captar instituciones y profesionales interesados en los resultados, y que permitirán nuestra intervención en el diseño geométrico de sus proyectos de carreteras.

Se analizará la influencia de los diferentes factores técnicos en la determinación del alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales, enmarcados en la normatividad nacional vigente, estableciéndose un procedimiento global, susceptible de transcribirse en un lenguaje de programación de alto nivel.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.4.1. Estudio Topográfico

A. Trabajos De Campo

Para el levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes instrumentos:

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

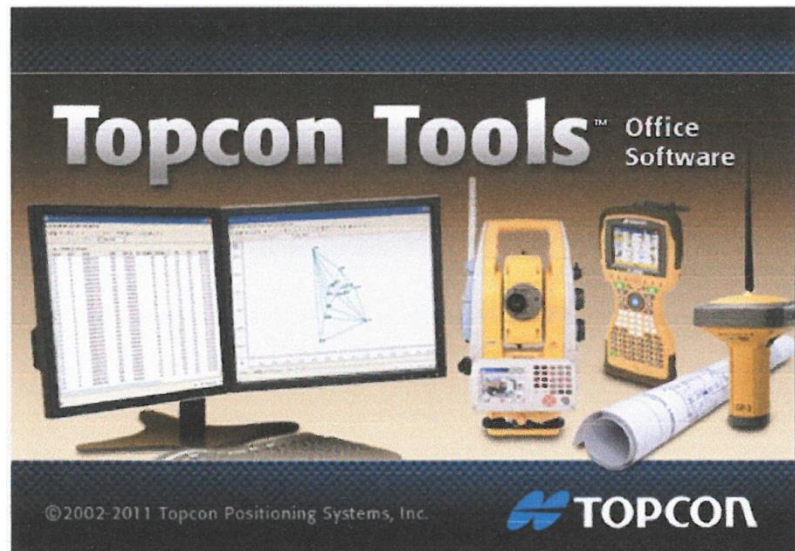
Para efectuar el posicionamiento de los puntos de control, se mide desde la estación de "Referencia - Base"; en sesiones continuas. Hallándose de esta manera el vector tridimensional entre la base y el róver. Posteriormente dicho vector es ajustado a las coordenadas de la Estación Base (AN03)

La información obtenida en campo por los receptores GNSS se transfiere a una PC para realizar el post proceso con el software TOOPCON TOOLS, obteniendo coordenadas geográficas, UTM en el sistema WGS-84.

Para el cálculo de las coordenadas en gabinete se ha eliminado los satélites que presentan señales con mucho ruido, así como los saltos de ciclo. Se han mantenido los valores por defecto para el RMS (Root Square Medio o Error) Medio cuadrático)

Imagen N°2

Estaciones Totales TOPCON modelo OS 100, OS 105



Los trabajos desarrollados incluyen el levantamiento topográfico de la franja de la vía proyectada 20 m a cada lado del eje, a partir del cual se ha procedido a desarrollar el trazo de la carretera, el levantamiento topográfico de la franja de la vía, la nivelación de BM's y del eje de la carretera, y los levantamientos topográficos complementarios.

Para los trabajos de levantamiento de la franja de la vía, así como para el replanteo del eje, se ha hecho uso de una Poligonal de Apoyo. Los trabajos del levantamiento de la franja de la carretera, han incluido el levantamiento de todas las estructuras existentes.

A fin de contar con información básica para el desarrollo de la ingeniería de detalle, se procedieron a desarrollar los siguientes trabajos de levantamientos topográficos complementarios:

- ✓ Levantamiento de Zonas Urbanas
- ✓ Levantamiento de Quebradas
- ✓ Levantamiento de Canteras
- ✓ Levantamiento de Depósitos de Material Excedente (DME)
- ✓ Levantamiento de Accesos e Intersecciones

El trazo mediante el método directo, requiere una poligonal de apoyo donde

se procede a realizar un levantamiento topográfico de los PI's y bordes de la plataforma existente complementada con levantamiento de detalles que permitan diseñar el eje, esta información procesada haciendo un uso de un software de topografía y diseño geométrico, permite el diseño en gabinete, en planta, perfil y secciones transversales; este eje propuesto una vez aprobado se procede a estacar en campo, mediante el método de coordenadas, haciendo uso del equipo de estación total, el replanteo se realiza cada 20m en tangente y cada 10m en curvas, el eje estacado en campo se procede a nivelar haciendo uso del nivel topográfico y el seccionamiento se realizó con wincha y eclímetro.

En resumen, el método directo para los trabajos de trazo y topografía desarrollados en el presente trabajo, comprende los pasos siguientes:

- Colocación de una Poligonal de Apoyo a lo largo del tramo, con una descripción de (E-1) en cada hito monumentado.
- Levantamiento de detalle de los bordes de la plataforma actual del tramo con el apoyo de la Poligonal de Apoyo, para el diseño del eje de trazo.
- Colocación y monumentación de PI's y de las referencias.
- Replanteo (estacado) del eje proyectado y nivelación del mismo.
- Seccionamiento del eje estacado con wincha y eclímetro.
- Levantamiento complementario que comprenden: zonas urbanas, quebradas, canteras, DME`s, etc.

Esta topografía directa ha consistido básicamente en levantamientos topográficos donde se han tomado datos en una franja de 20 metros. Para ello fueron usados los Hitos y BMs que se encuentran a cada 500 metros a lo largo del proyecto, y que han sido usados como puntos de apoyo para los trabajos de campo.

Los estudios han sido realizados en tres etapas:

- Obtención de datos e información de campo.

- Procesamiento y verificación de la información de campo.
- Elaboración del Diseño Vial.

Los trabajos de campo de topografía fueron realizados por 02 brigadas: trazo; levantamiento de poligonal de apoyo; replanteo y estacado; nivelación y seccionamiento.

Para desarrollar los trabajos de campo se han utilizado equipos de topografía de última generación, tanto estaciones totales como niveles. En el caso de las estaciones la información almacenada ha sido volcada a PC's para su procesamiento haciendo uso de software especializado

B. Trabajos De Gabinete

A partir de los trabajos ejecutados en campo, se realizó el análisis de los datos y el diseño de planos topográficos de planta como también de secciones transversales que servirán en el desarrollo. (Ver anexo de planos)

3.4.2. Estudio de tránsito vehicular

Este estudio de tráfico está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular) y niveles de servicio de los diferentes tramos homogéneos en que se seccionó la vía para la evaluación de su funcionalidad en el tiempo.

Se realizó mediante el conteo vehicular tomadas en campo, que circulan por el acceso principal a la vía de estudio. Estos estudios se harán en siete (07) días y en horas punta. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo.

Tabla N°6
Plantilla de conteo vehicular

HORA	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL		
			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3S	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
TOTAL																						

Fuente: DG-2018 MTC

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento de datos se llevó a cabo mediante las siguientes técnicas:

Tabulación, concentrando los datos en hojas tabulares diseñadas para tal efecto, y efectuando su codificación.

Medición, apreciando las diferencias que arrojan los fenómenos en estudio, con el fin de llegar a una interpretación objetiva sobre la información obtenida.

Síntesis, presentando de manera ordenada y resumida de los elementos recopilados durante la investigación.

3.5.1. Estudio topográfico y trazo

En esta etapa se ha recopilado información del punto Base Estación Rastreo Permanente AN03 (Ficha técnica) con ubicación y descripción del mismo, el cual fue adquirido del Instituto Geográfico Nacional. Así mismo se realizó la verificación del almanaque para verificar la presencia suficiente de satélites en la zona.

El método empleado fue el DIFERENCIAL ESTÁTICO consiste en la utilización de uno o más receptores base en este caso uno de Orden O (máxima precisión).

Se trata del clásico posicionamiento para la medida de distancias con gran precisión ($3\text{mm} + 0.5\text{ppm}$) en el que dos o más receptores GNSS se estacionan y observan durante un periodo mínimo de media hora, una o dos (o más), según la redundancia y precisión necesarias, y en función de la configuración de la constelación local y distancia a observar. Los resultados obtenidos pueden alcanzar precisiones muy altas, teóricamente hasta niveles milimétricos. Este método es el empleado para medir distancias en kilómetros con toda precisión.

El tramo de estudio fue el TRAMO 1: BUENAVISTA – EL PIE, 8+720 KM AL 31+000 KM (Base afirmado e=25cm, base longitud 22+280 km).

Tabla N°7
Las coordenadas UTM y altitudes tramo 1

PROGRESIVA	NORTE	ESTE	ALTITUD (ms.n.m.)
KM 8+720	9 062 078	760 652	174.00
KM 31+000	9 074 637	773 098	418.50

En este tramo saliendo del centro poblado de Buenavista, los canales discurren paralelo a la carretera en un tramo de 2 km, donde se aprecia sectores con hundimiento de la plataforma por la presencia de humedad, así como el ancho de la plataforma es mínimo de 3.50 m, este tramo mantendrá su ancho existente, considerando reemplazar la sub rasante por material hormigonado (over) en toda longitud del canal, continuando la carretera se desplaza por el lecho del río con un ancho de plataforma de 6.00 m, en terreno de material pedregoso - hasta llegar el sector el pie, con pendiente promedio de 3%, observándose que no ha tenido intervención para mejorar la plataforma, siendo necesario elevar la en nivel de rasante y proteger sus bordes con piedra acomodada

Imagen N°3
Tramo de la carretera



3.5.1.1. Tipo y condición de la superficie de rodadura

La carretera se encuentra a nivel de afirmado mal gradado, en regular a mal estado de conservación, a lo largo del tramo se puede apreciar baches, hundimientos en algunos sectores. El ancho promedio de la plataforma es de 3 a 3.5 metros en los sectores críticos. Cabe destacar que en la mayor parte de la carretera el drenaje longitudinal es deficiente, debido a la ausencia de cunetas y alcantarillas de desfogue; deficiencia que ocasiona el deterioro prematuro de la superficie de rodadura.

3.5.2. Informe de tráfico vehicular

El Estudio de tráfico se realizará considerando lo siguiente:

Identificación de "tramos homogéneos" de la demanda e identificación de los nodos y su naturaleza, que generan estos tramos homogéneos.

La ubicación de las estaciones de tráfico será acordada con Gobierno Regional de La Libertad. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo, y se realizarán durante 7 días.

Con los correspondientes factores de corrección estacional, se obtendrá el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de tráfico que corresponda al subtramo, por tipo de vehículo y total.

3.5.2.1. Evaluación del tránsito existente

El transporte motorizado está compuesto por autos, camionetas, camiones de 2 y 3 ejes, hasta antes de la temporada de lluvias intensas acontecidas en los meses de Enero - Marzo existía un servicio periódico constante de transporte de pasajeros de Chao, Buenavista, Cruz Maca, Uningambal, pero la carretera quedo bloqueada en el kilómetro 32. En la actualidad existe transporte en:

- Tramo Chao- Buenavista, transporte continuo, servicio periódico
- Tramo Cruz Maca- Uningambal, transporte esporádico de camiones, camionetas y motos

Imagen N°4
Tramos de la carretera



Fuente: Vista Panorámica del tramo Buenavista – El Pie

La metodología del trabajo de campo desarrollada en el presente estudio, se basó en las observaciones realizadas en la estación de conteo durante el desarrollo de los trabajos de ingeniería básica y las recomendaciones del "Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, Capítulo: Estudio de Tráfico", dichos trabajos consistieron en conteos de tránsito motorizado y Encuestas de Origen y Destino.

En base a esto se han ubicado dos estaciones de control para el desarrollo de los conteos, que permitan conocer el volumen de tránsito que soporta la vía, así como su composición:

Tabla N°8
Ubicación de las estaciones de control

Código	Tramo	Estación	Ubicación	Actividad
E1	Buenavista - El Pie	Buenavista	Km 8+500	Conteo y Clasificación

Fuente: Elaboración Propia

Las labores de Conteo y clasificación en el campo se desarrollaron de forma continua, las 24 horas del día durante 7 días de la semana, iniciándose el día Lunes 16 de agosto y concluyendo el domingo 22 de agosto del 2021.

En el caso de las encuestas de origen y destino, las mismas fueron realizadas en forma simultánea a los trabajos de trazo y topografía, y consistieron en entrevistas a transeúntes, pasajeros y conductores que se desplazaban a lo largo de la vía, así como con coordinaciones llevadas a cabo con autoridades locales y de las comunidades existentes.

3.5.2.2. Análisis del transporte de carga

A partir del reconocimiento de la zona de proyecto como de los resultados de las encuestas de origen de carga llevadas a cabo en las dos estaciones se pudo determinar lo siguiente:

- Antes del bloqueo de la carretera el transporte hasta Buena Vista es con todo tipo de vehículo, de .de vehículos ligeros hasta camiones de 2 a 3 ejes, como motocicletas, de Buenavista hasta El Pie el transporte está concentrado por vehículos como camiones de 2 a 3 ejes, eventuales ómnibus y motocicletas.

3.5.2.3. Análisis del transporte de pasajero

Con respecto al transporte de pasajeros que circulan por la zona de proyecto, debemos subdividir entre la Ruta LI-121: Chao - Buenavista- El Pie - El Quinual - Las Delicias- La Unión- Dv. Uningambal y la Ruta PE- 1N o Panamericana Norte - Trujillo (Chao- Viru- Trujillo), el mismo que comprende el transporte interdistrital, que permite el acceso a los poblados de Quiruvilca, Huaso y Chao a la ciudad de Trujillo.

Tabla N°9
Empresas de Transportes

EMPRESA DE TRANSPORTES	RUTA	FRECUENCIA	Vehículos Autorizados	Tipo de Vehículos
Empresa de Transporte y Turismo Avicel Tours S.A.C	Trujillo-Chao	Diario	6	Ómnibus
Empresa de Transporte y Turismo Briseño S.A .C	Trujillo-Chao	Diario	6	Ómnibus
Empresa de Transporte de Pasajeros y Turismo Chao Buenavista S.R.L	Trujillo - Chao	Diario	3	Ómnibus
Empresa de Transporte y Turismo Chavit S.A	Trujillo - Chao	Diario	6	Ómnibus
Empresa de Transporte y Turismo Panamericano SA	Trujillo- Chao	Diario	10	Automóvil
Empresa De Transportes Y	Trujillo-Chao	Diario	8	Automóvil
Servicios Turísticos Pur Pur S.A.C				
Empresa de Transporte El Tigre S.A.C	Trujillo-Chao	Diario	11	Combis

En relación al transporte de pasajeros relacionadas directamente al proyecto, se tienen las rutas Buenavista - El Pie camino hacia el Dv. Uningambal, en estas rutas, el servicio de transportes de pasajeros es diario, pero solo hasta Buenavista.

Los propietarios y conductores de las unidades de transporte que brindan el servicio en las rutas Trujillo -Chao, han comunicado su predisposición para brindar el servicio con mayor frecuencia por la Ruta LI-121, una vez mejorada la vía.

3.5.2.4. Determinación del índice medio diario (IMD)

El Tráfico medio diario, en el presente estudio, será utilizado para clasificar el camino vecinal, como camino de bajo, medio o alto tránsito, así como determinar las características geométricas del camino. El tráfico medio diario no viene a ser otra cosa que el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor de un año, dividido entre el número de días del periodo.

3.5.2.5. Resultados obtenidos

A partir de los datos obtenidos en las estaciones de conteo y clasificación vehicular en campo, se procedió a analizar las consistencias de la misma

En los siguientes cuadros se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria para cada estación, sentido y total en ambos sentidos.

En el estudio de factibilidad se utilizaron tres estaciones de control, según:

Tabla N°10
Estacione de control del Tráfico

ESTACION DE CONTROL DE TRAFICO CARRETERA : BUENA VISTA - EL PIE			
COOIGO	ESTACION	UBCACIÓN	ACTIVIDADES
E-1	Buena Vista	km 8+500	Conteo y Clasificación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°11

Estaciones 1 – Volumen de Tráfico Promedio Diario

HORA	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	> = 3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3S	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
LUNES 16/08/2021																					
ENTRADA	11	0	7	0	4	2	2	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
SALIDA	11	0	7	0	4	2	2	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
AMBOS	22	0	14	0	8	4	4	0	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
MARTES 17/08/2021																					
ENTRADA	13	0	4	0	5	3	2	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
SALIDA	13	0	3	0	5	3	2	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
AMBOS	26	0	7	0	10	6	4	0	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
MIERCOLES 18/08/2021																					
ENTRADA	13	0	5	0	6	2	2	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
SALIDA	13	0	4	0	5	2	2	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
AMBOS	26	0	9	0	11	4	4	0	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
JUEVES 19/08/2021																					
ENTRADA	15	0	3	0	4	2	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
SALIDA	14	0	3	0	3	0	2	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
AMBOS	29	0	6	0	7	2	3	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
VIERNES 20/08/2021																					
ENTRADA	24	0	5	0	4	0	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
SALIDA	24	0	4	0	4	0	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
AMBOS	48	0	9	0	8	0	3	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
SABADO 21/08/2021																					
ENTRADA	20	0	3	0	4	0	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
SALIDA	20	0	3	0	3	0	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
AMBOS	40	0	6	0	7	0	4	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69
DOMINGO 22/08/2021																					
ENTRADA	9	0	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
SALIDA	9	0	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
AMBOS	18	0	4	0	2	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
TOTAL	209	0	55	0	53	16	22	0	73	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	460

A) CALCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO SEMANAL

El Promedio de Tráfico Diario Semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular en cada estación para este caso, posteriormente se aplica la siguiente fórmula:

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

En donde:

Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo

Tabla N°12
Estaciones 1

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL SEMANAL	IMD = $\sum Vi/7$
Autos - Station	22	26	26	29	48	40	18	209	30
Pick up •	14	7	9	6	9	6	4	55	8
Camioneta	8	10	1	7	8	7	2	53	8
Micros	4	6	4	2	0	0	0	16	2
Bus 2E- 3E	4	4	4	3	3	4	0	22	3
Camión 2E	14	18	1	9	8	8	4	73	10
Camión 3E	4	6	8	4	4	4	2	32	5
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semi trayler	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	70	77	74	60	80	69	30	460	66

Fuente: Elaboración Propia

B) CLASIFICACION VEHICULAR PROMEDIO

A partir de los resultados de clasificación vehicular de campo, se procedió a determinar la composición vehicular de la muestra obtenida en la Estación toda vez que es el tránsito que se encuentra más comprometido con el tramo en estudio, la cual está conformada de la siguiente manera:

Tabla N°13
Promedio Vehicular

HORA	IMD = $\sum Vi/7$	%
Autos - Station	30	45.5
Pick up •	8	12.1
Camioneta	8	12.1
Micros	2	3.0
Bus 2E- 3E	3	4.5
Camión 2E	10	15.2
Camión 3E	5	7.6
Camión 4E	0	0
Semi trayler	0	0
Total	66	100

- VEHICULOS LIGEROS..... 69.7%
- VEHICULOS PESADOS..... 30.3%

3.5.3. Diseño de Señalización

El diseño de señalización de la carretera, a utilizarse después de terminada la obra, se realizó empleando como referencia el "Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras" aprobado con R.M N° 413-9*3TCC /15-15 del 13 de octubre de 1993.

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

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

Para el cumplimiento de los mencionados requerimientos debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

A. Diseño

El dispositivo debe ser de un diseño tal que la combinación de sus dimensiones, colores, forma, composición y visibilidad llamen apropiadamente la atención del conductor, de modo que este reciba el mensaje y pueda responder con la debida oportunidad.

B. Localización:

Debe ser localizado en una posición que pueda llamar la atención del conductor dentro de su ángulo de visión

C. Operación

La aplicación del dispositivo debe ser tal que esté de acuerdo con los requerimientos del tránsito vehicular. Debe operar o estar colocado de tal manera que pueda cumplir con la uniformidad establecida a fin de que el conductor reconozca rápidamente, reciba el mensaje claramente, respondiendo con prontitud y con la debida anticipación.

D. Mantenimiento

El mantenimiento debe ser considerado de primera importancia y representar un servicio preferencial en limpieza, para su eficiente operación y legibilidad, elementos esenciales para mantener el respeto que se debe a los dispositivos y de esa forma obtener el cumplimiento de su función de ordenamiento y control de la circulación vehicular.

E. Uniformidad

Requerimiento éste indispensable para que el conductor pueda reconocer e interpretar adecuadamente el mensaje del dispositivo en condiciones normales de circulación vehicular. Este aspecto es de suma importancia, en caso de no cumplirse puede ocasionar malas 4 interpretaciones y poner en peligro la seguridad del tránsito.

3.5.3.1. Señales Verticales

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

A. FUNCION

Se utilizarán para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, centros de recreo, lugares turísticos y culturales, así como dificultades existentes en las carreteras.

B. Clasificación

Las señales se clasifican en:

Señales reguladoras

- Señales preventivas
- Señales informativas

Las señales preventivas tienen por objeto advertir al usuario de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de éste.

Las señales informativas tienen por objeto identificar las vías y guiar al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar.

C. Colores

El color de fondo a utilizarse en las señales verticales será como sigue:

- AMARILLO. Se utilizará como fondo para las señales preventivas.
- NARANJA. Se utilizará como fondo para las señales en zonas de construcción y mantenimiento de calles y carreteras.

- NEGRO. Se utilizará como fondo en las señales informativas de dirección de tránsito, así como en 5 los símbolos y leyendas de las señales de reglamentación, prevención, construcción y mantenimiento.
- VERDE. Se utilizará como fondo en las señales informativas en carreteras principales y autopistas.

También puede emplearse para señales que contengan mensajes de índole ecológica.

Los colores indicados están de acuerdo con las tonalidades de la Standard Federal 595 de los E.E.U.U. de Norteamérica:

AMARILLO: Tonalidad W 33538

VERDE: Tonalidad W 34108

VERDE: Tonalidad W 37038

D. Localización

Las señales de tránsito están colocadas a la derecha en el sentido del tránsito, la di de la calzada al borde próximo de la señal no será menor de 1.20 m ni mayor de 3.00

E. Postes o soporte

Se podrá utilizar tubos de fierro redondos o cuadrados, postes de concreto armado o tubos plásticos rellenos de concreto.

Todos los postes para las señales preventivas o reguladoras deberán estar pintados de franjas horizontales blancas con negro, en anchos de 0.50.

Para nuestro caso se utilizará tubos de fierro galvanizado de 0 3"

F. Dispositivos de control de transito

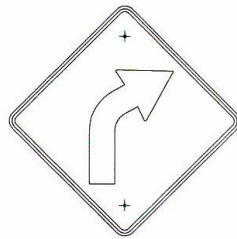
En el diseño de la señalización para la rehabilitación del camino vecinal se ha considerado únicamente la etapa de operación.

3.5.3.2. Señales Preventivas

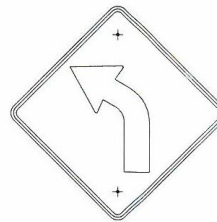
Las dimensiones de las señales preventivas serán de 0.60x0.60 m. Las señales consideradas en la Etapa de Operación son las siguientes:

A. (P-1A) SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA, (P-18) A LA IZQUIERDA

Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 40m y para aquellas de 40 a 80m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°



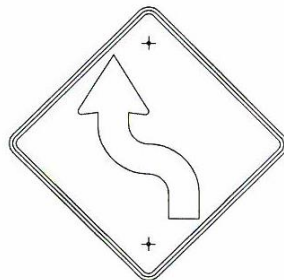
P-2A
CURVA A LA
DERECHA



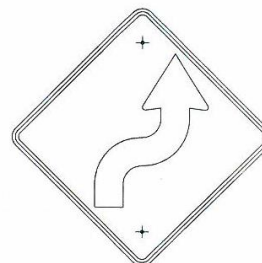
P-2B
CURVA A LA
IZQUIERDA

B. (P-2A) SEÑAL CURVA A LA DERECHA, (P-28) A LA IZQUIERDA

Se usarán para prevenir la presencia de curvas de radio de 30m a 300m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 80 y 100m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.



P-3B



P-4A

En anexo de planos de señalización, se ubican las señales preventivas e informativas.

CAPITULO IV

4. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Características Técnicas

Según las Normas de Diseño Geométrico DG-2018, el tramo de estudio se clasifico como:

- * Tipo de tráfico que soporta : Rural
- * Uso de suelo : Zona rural
- * Por el relieve y clima : Plano, ondulado, Accidentado y Escarpado; con escasa presencia de lluvia.
- * Por el tipo de obra : Mejoramiento Transitabilidad

Clasificación:

- * Tramo Vial : Tercera Clase
- * N° de Calzadas : 01 Calzada Trocha carrozable
Tramo 1: 5.00 a 6.00 m.
Tramo 2: 5.00 m.
Tramo 3: 5.00 m.
- * N° de carriles : 02 carriles
- * Accesos Inicio : Por la Carretera Panamericana Norte, Concesión Red Vial 4 Pativilca – Salaverry.
- * Acceso Fin : Empalme con la Carretera a Santiago de Chuco
- * La Velocidad de Directriz o de Diseño : 30 km/hr.
- * La Velocidad Máxima de Operación : 30 km/hr.

4.2. Clasificación por Orografía.

Mediante la Clasificación por Orografía de la DG-2018, nos presenta cuatro tipos de clasificación, las cuales el trazo de diseño ocupa dos clasificaciones en el transcurso de los 22,280.00 km.

Las clasificaciones son las siguientes:

Terreno Plano (Tipo 1): Desde 8+720 al 10+985.156 tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o igual al 10 % y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de 3%, demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

Terreno Ondulado (Tipo 2): Desde 10+985.156 al 31+000 tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6%, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

4.3. Vehículo de Diseño

4.3.1. Vehículo Pesado

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

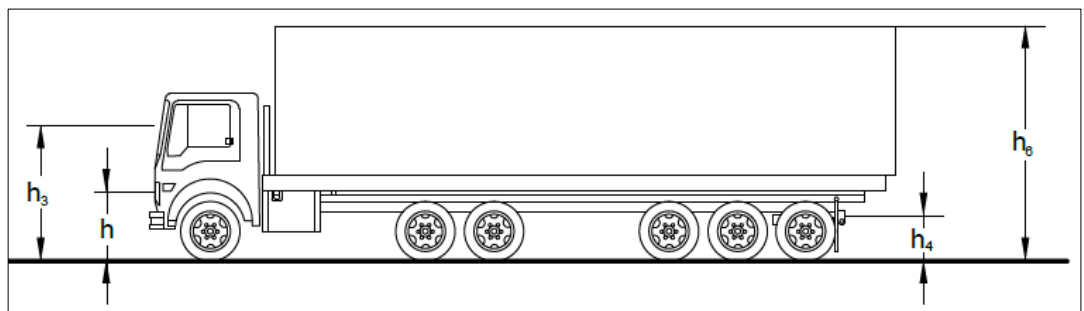
Los tipos de vehículo pesado que circulan actualmente por la vía, según el estudio de tráfico efectuado son Micros, Bus 2E – 3E, Camión 2E y 3E:

Como características generales se adoptará para este tramo, una geometría que permita que todos los vehículos contenidos en las normas DG-2018 puedan circular con seguridad y comodidad.

Es cierto que algunos de los vehículos pesados modernos no

considerados en el Tabla N°1 del DG-2018 donde el vehículo pesado tiene las características de sección y altura para determinar la sección de los carriles y su capacidad portante, radios y sobrecanchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes y proporción de aparcamientos para vehículos pesados en zonas de estacionamiento, miraderos o áreas de descanso.

Imagen N°5
Vehículo pesado



Fuente: Imagen del DG-2018, 202.03 Vehículos pesados

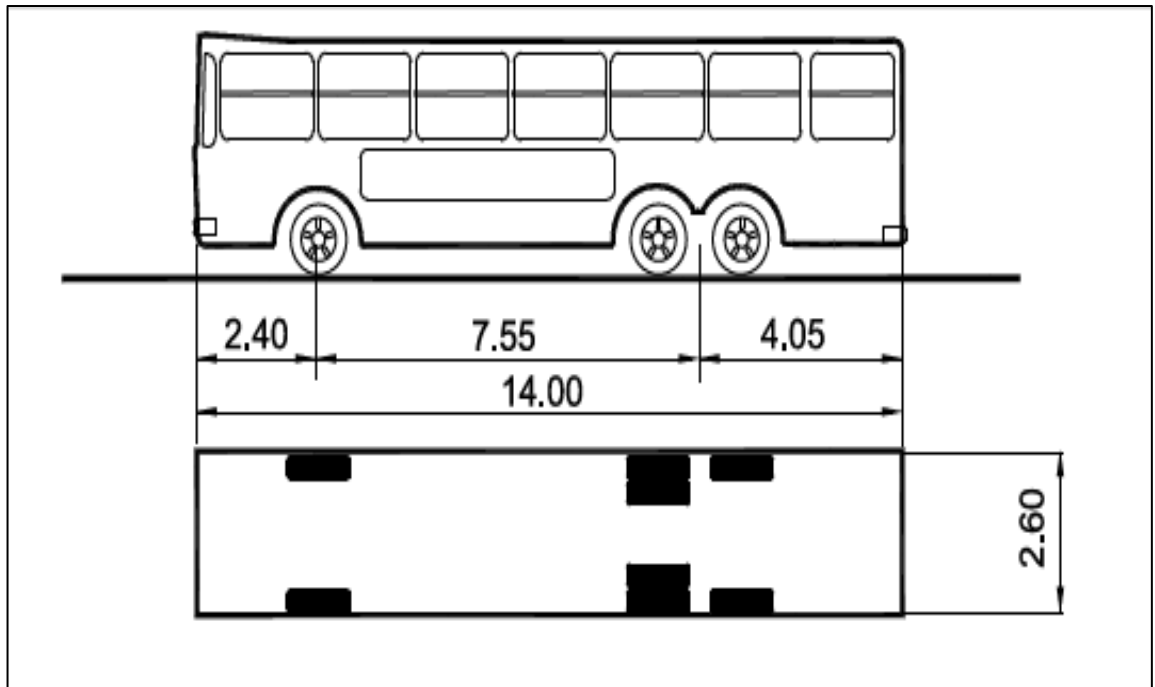
h	Altura de los faros delanteros:	0.60 m
h ₃	Altura de los ojos del conductor:	2.50 m
h ₄	Altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería:	0.45 m
h ₆	Altura de techo de Vehículo Pesado:	4.10 m

4.3.2. Giro Mínimo de Vehículo Tipo

El espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido del movimiento de las agujas del reloj queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (Trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior).

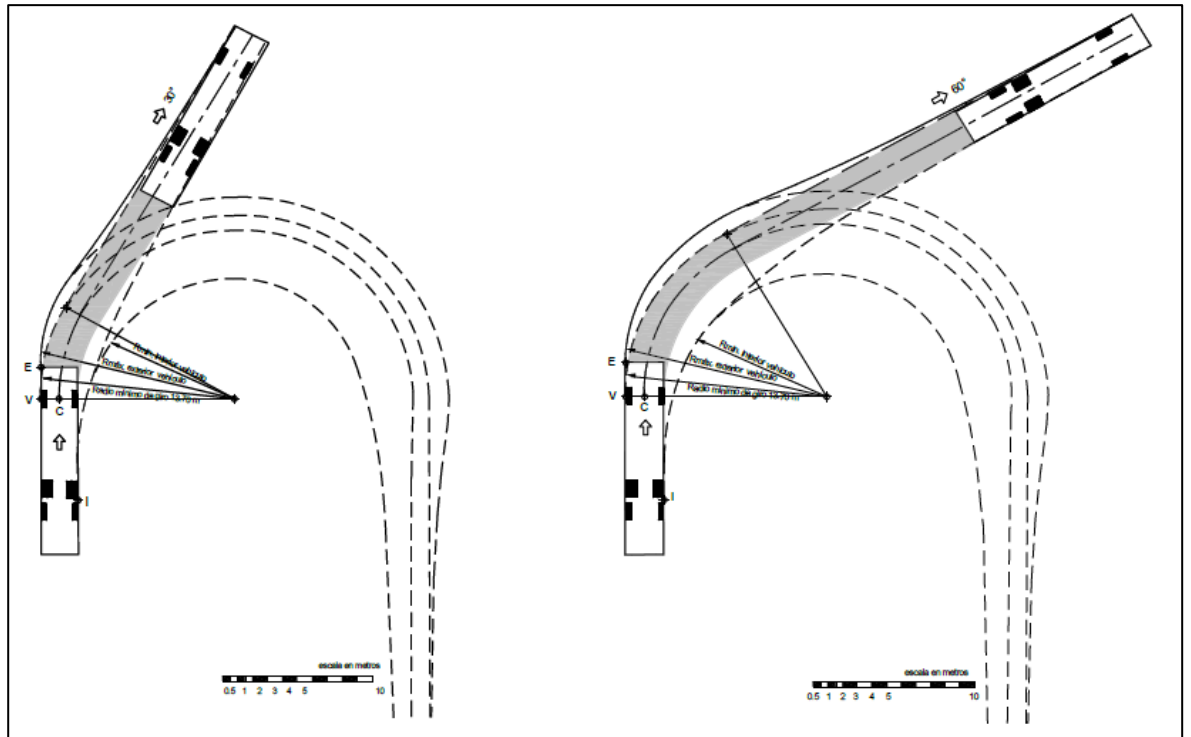
En la tabla N°2 se muestra los giros, para un tipo de B3-1 que se tomara como el ejemplo dado que es el tipo de vehículo de tres ejes que se ha registrado en el estudio de tráfico efectuado.

Imagen N°6
Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1)



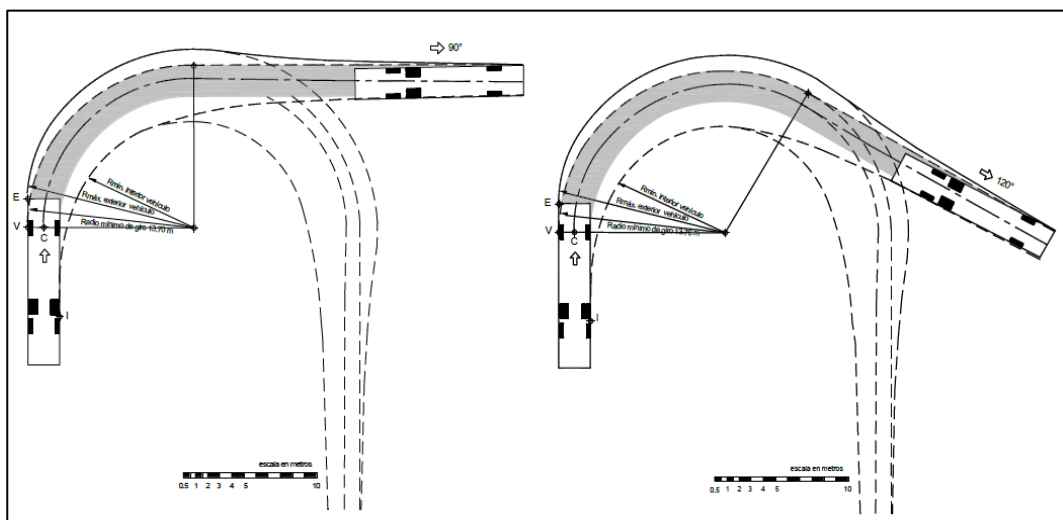
Fuente: DG-2018 MTC

Imagen N°7
 Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 30° y 60°



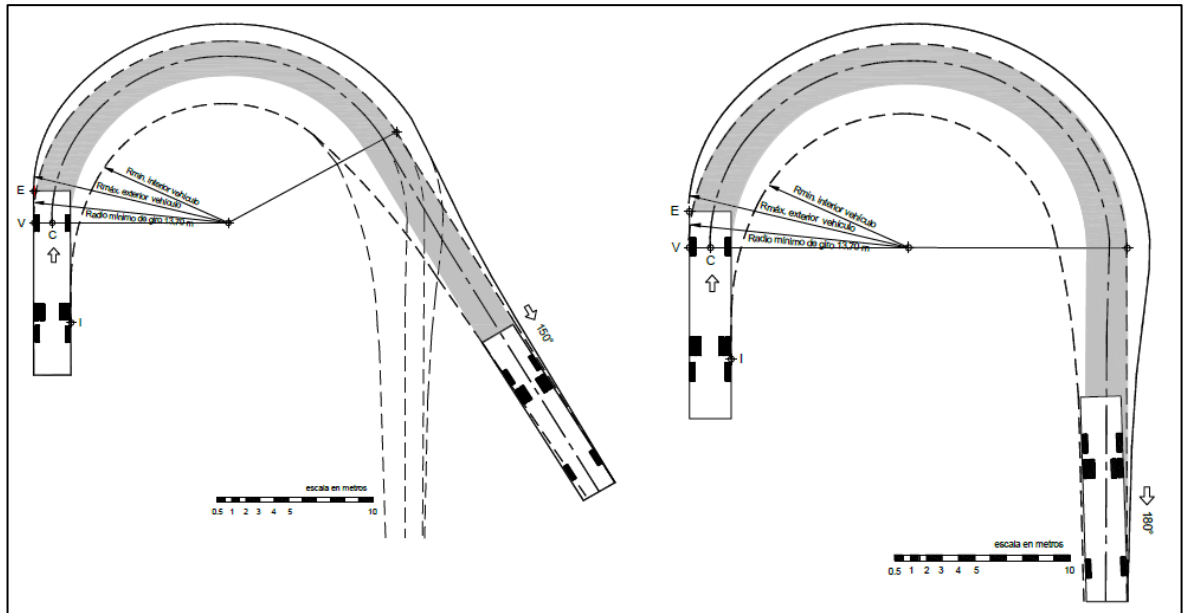
Fuente: DG-2018 MTC

Imagen N°8
 Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 90° y 120°



Fuente: DG-2018 MTC

Imagen N°9
Giro Mínimo para Ómnibus de tres ejes (B3-1) Trayectoria 150° y 180°



Fuente: DG-2018 MTC

4.3.3. Características del tránsito

Las características del tránsito se han determinado en el estudio respectivo, con el cual su proyección nos ha servido como referencia para determinar criterios básicos en la definición del trazo.

Del análisis del Estudio de Tráfico se evidenció que el tráfico normal más el generado, se registró que el mayor vehículo usuario es del Tipo B3-1.

Visibilidad

En cualquier lugar de la vía el usuario tiene una visibilidad que depende de la forma, dimensiones y la disposición de los elementos del trazado. Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de una forma se precisa de una visibilidad mínima que depende de la velocidad del vehículo y del tipo de maniobra. Se considera la visibilidad parada y de adelantamiento.

4.3.4. Velocidad de Diseño

La Velocidad de Diseño, viene a ser la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre un sector determinado de la carretera.

Una vez seleccionada la clasificación de la vía y determinada la velocidad directriz en todo el tramo, determine las características geométricas de la carretera a adoptar: La velocidad de diseño de la vía se asignará de acuerdo a lo estipulado en las normas DG-2018 en su tabla 3

Para nuestro proyecto, tratándose de una vía de tercera clase y cuya sección es de 6 m, teniendo en cuenta adicionalmente la orografía, se ha tomado una velocidad mínima de operación y diseño de 30 Km /h.

En la Tabla 3 se entrega la relación entre clasificaciones de la Red Vial con la velocidad de diseño.

4.3.5. Velocidad Máxima de Operación

Se ha considerado una velocidad de operación de 30 kph. Fijada por los usos y costumbres de circulación actualmente, segunda la tabla N°3 de la DG-2018 determina las velocidades de operación para autopista y carreteras de primer y segunda clase, sin embargo, consigna que, para carreteras de Tercera Clase, las autoridades competentes establecerán las velocidades máximas de operación.

4.3.6. Distancia de visibilidad de parada

Distancia de Visibilidad de Parada, es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Se considera obstáculo aquél de una altura igual o mayor a 0,15 m, estando situados los ojos del conductor a 1,07 m., sobre la rasante

del eje de su pista de circulación.

Así mismo, la pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada $\geq 6\%$ y para velocidades de diseño > 70 Km /h, para nuestro caso la velocidad de diseño es de 30 Km /h

Para nuestro caso en particular, usaremos los elementos de la tabla N°5 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2018), se tiene una distancia de parada para velocidad de 30 Km/h de 35 m para pendientes en bajada desde el 3% al 9% y para pendiente de subida la más exigida es con pendiente de 3% cuya distancia de para se calcula en 31 m.

4.3.7. Distancia de visibilidad de adelantamiento

Distancia de Visibilidad de adelantamiento, es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad 15 Kph. menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Para nuestro caso en particular, usaremos los elementos de la Imagen N°6 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2018).

La distancia de visibilidad de acuerdo a la Imagen N°6 se determina como la suma de 4 distancias, de la siguiente forma:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4.$$

De dónde:

D_a = Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.

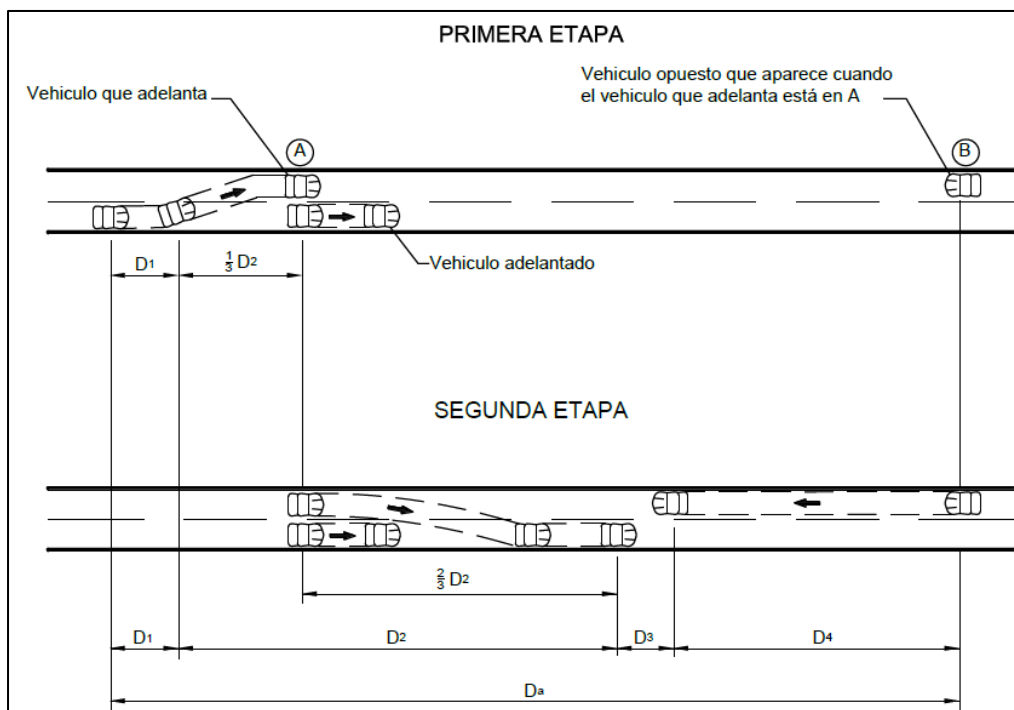
D_1 = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros

D_2 = Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros

D_3 = Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

D_4 = Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (Estimada en $\frac{2}{3}$ de D_2), en metros.

Imagen N°10
Distancia de Visibilidad de Adelantamiento



Fuente: DG-2018 MTC

4.4. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

Un punto importante a considerar en relación con el alineamiento horizontal está en minimizar el impacto ambiental que pudiera generarse, preservando la flora, fauna y la geografía de la zona que atraviesa, así como también las propiedades privadas.

Se ha procurado aprovechar la estabilidad de la plataforma existente, con los correctivos del caso, aplicando la normativa vigente DG-2018.

4.4.1. Consideraciones de diseño.

- Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios.
- En el caso de ángulos de deflexión Δ pequeños, iguales o inferiores a 5° , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente:

$$L > 30(10 - \Delta), \Delta < 5^\circ$$

- No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión, en el siguiente cuadro se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

Para ángulos de deflexión pequeño, las curvas deberán ser lo suficientemente largas para evitar una mala apariencia. Las curvas deberán tener una longitud mínima de 150m para un ángulo central de 5° y la longitud mínima deberá aumentarse 30m por cada grado de disminución del ángulo central.

Tabla N°14
 Ángulos de inflexión máximos

Velocidad de diseño Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30´
40	2° 15´
50	1° 50´
60	1° 30´
70	1° 20´
80	1° 10´

Fuente: DG-2018 MTC

En la presente vía que estudiamos por ser una carretera de tercera clase y considerando la velocidad de diseño asignada de 30 km/h no será necesario disponer curvas horizontales cuando la deflexión máxima no supere los 2°30´.

- Al final de las tangentes extensas o tramos con leves curvaturas, o incluso dónde siga inmediatamente un tramo homogéneo con velocidad de diseño inferior, las curvas horizontales que se introduzcan deberán concordar con la precedente, proporcionando una sucesión de curvas con radios gradualmente decrecientes para orientar al conductor. En estos casos, siempre deberá considerarse el establecimiento de señales adecuadas.
- No son deseables dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo en tangente. Será preferible sustituir por una curva extensa única o, por lo menos, la tangente intermedia por un arco circular, constituyéndose entonces en curva compuesta. Si no es posible adoptar estas medidas, la tangente intermedia deberá ser superior a 500 m. En el caso de carreteras de tercera clase la tangente podrá ser inferior o bien sustituida por una espiral o una transición en espiral dotada de peralte.

- Las curvas sucesivas en sentidos opuestos, dotadas de curvas de transición, deberán tener sus extremos coincidentes o separados por cortas extensiones en tangente. En el caso de curvas opuestas sin espiral, la extensión mínima de la tangente intermedia deberá permitir la transición del peralte.
- En consecuencia, deberá buscarse un trazo en planta homogéneo, en el cual tangentes y curvas se sucedan armónicamente.

4.4.2. Tramos en tangente.

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, tal como se muestra a continuación.

Tabla N°15
Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: DG-2018 MTC

Dónde:

$L_{\text{mín.s}}$: Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\text{mín.o}}$: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

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

V : Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la Tabla 302.01, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$L_{\text{mín.s}}$: $1.39 V$

$L_{\text{mín.o}}$: $2.78 V$

$L_{\text{máx}}$: $16.70 V$

4.4.3. Curvas Circulares.

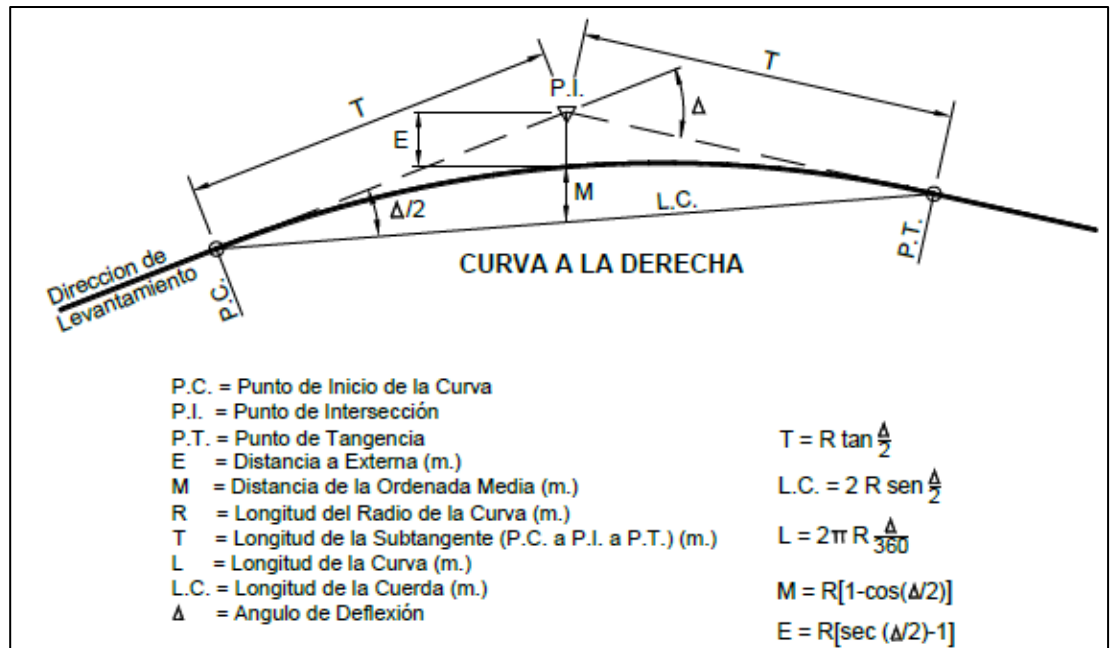
Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

La normativa vigente propone que la $L_{\text{mín}} = 3V$ y para $1^\circ < \Delta < 5^\circ$, $L > 30(10-\Delta)$. Lo que indica que para $\Delta < 1^\circ$, $R=0$. En el presente proyecto se ha colocado $R=0$ cuando $\Delta < 1.5^\circ$.

Buscando la armonía del trazado de curvas y tangentes, se verificó que los valores de $L_{\text{mín}}$ aplicado al proyecto dan en la mayoría de casos valores altos que no permite la transición de peraltes además de originar traslapes sucesivos.

En estos casos se aplicó el criterio de la FLH (Federal Lands Highway Administration) que propone como $L_{\text{mín}}$ efectiva la recorrida por un móvil en 3s a la velocidad de proyecto, de preferencia en 5s, descontando las transiciones. Es decir: $3V/3.6 \leq L_{\text{mín}} \leq 5V/3.6$

Imagen N°11
Simbología Curva Circular



Fuente: DG-2018

4.4.4. Radios Mínimos.

Son los menores radios que pueden recorrerse a la velocidad de diseño y a la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad.

De acuerdo al numeral 302.04.02 Radios mínimos absolutos, de las DG-2018 el valor debe ser igual o mayor a:

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

Dónde:

R_{\min} = Radio mínimo absoluto (m).

V = Velocidad directriz en Kph.

P_{\max} = Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{\max} = Coeficiente de fricción transversal asociado a V.

Para nuestra carretera, como es considerada de tercera clase, se ha tomado como velocidad de diseño de 30 Km/h, y considerando para el diseño radios mínimos de 30 m y 25 m y peraltes máximos de 8% y 12% respectivamente en función a la orografía de la zona.

Tabla N°16
Radios Mínimos y Peraltes Máximos para Diseño de Carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
Área rural (accidentada o escarpada)	130	8.00	0.08	831.7	835
	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
120	12.00	0.09	539.9	540	
130	12.00	0.08	665.4	665	

Fuente: DG-2018 MTC

4.5. DISEÑO GEOMETRICO EN PERFIL

En el diseño del alineamiento vertical se ha tomado en cuenta la velocidad de diseño, la topografía de la zona, condiciones de seguridad, condiciones de drenaje, costos de construcción y valores estéticos. Para esto se toma en cuenta una pendiente longitudinal mínima de 0.06%, y una pendiente máxima de 12%.

Asimismo, se han usado como curvas de enlace vertical entre alineaciones la curva parabólica, con un valor mínimo de 20m y una máxima de 100 m, cumpliendo los requisitos de distancias de visibilidad que establece la normativa DG-2018.

El principal criterio utilizado para definir la rasante fue la orografía de la zona y garantizar el correcto drenaje longitudinal y transversal. Para tal efecto se consideró como puntos de paso obligatorios puentes, pontones y/o alcantarillas.

En tramos llanos ondulados la rasante se proyectó sobre las inflexiones del terreno, teniendo en cuenta consideraciones de estética, visibilidad y seguridad.

En tramos de cruce urbano, se uniformizó la rasante existente tratando de conservar los niveles existentes.

4.5.1. Pendiente Mínima.

En tramos en corte, se ha evitado el empleo de pendientes menores de 0.5% y 0.3% excepcionalmente en zonas de relleno, con la finalidad de facilitar el drenaje.

El drenaje transversal se garantiza usando un bombeo de 2.0%. y en curvas un peralte de 2.0% con el fin de evitar el despiste de los vehículos, tomando en cuenta la velocidad de diseño.

4.5.2. Pendiente Máxima

De acuerdo a las Normas DG-2018 Tabla N°12, la pendiente máxima normal para altitudes hasta 3,000 msnm y para una vía de Segunda Clase como la nuestra es de 10%.

Adicionalmente la Norma permite usar como Máximo Absoluto, valores de pendiente de hasta 12%, siempre y cuando se justifique técnica y económicamente la necesidad de uso de dicho valor.

4.5.3. Pendientes Máximas Absolutas

El límite máximo de la pendiente excepcional se obtiene incrementando hasta en 1% para todos los casos, debiendo justificar técnica y económicamente tal adopción.

Tabla N°17
Pendiente Máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10,00	10,0
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Fuente: DG-2018 MTC

4.5.4. Curvas Verticales

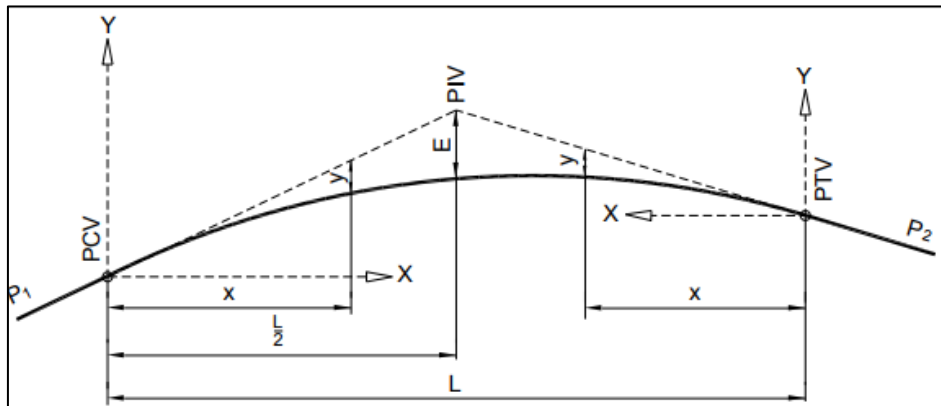
Las curvas verticales se proyectaron de modo que permitan como mínimo la distancia de visibilidad de parada y la distancia de adelantamiento de acuerdo al porcentaje de según el tipo de orografía.

Tabla N°18
Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada para adelantar

Condiciones Orográficas	% Mínimo	% Deseable
Llana	50	> 70
Ondulada	33	> 50
Accidentada	25	> 35
Muy accidentada	15	> 25

La DG-2018 establece el uso de la parábola de segundo grado como curva de enlace entre alineaciones verticales, estableciendo su aplicación cuando la diferencia algebraica de pendientes (A) sea mayor de 1%. En el presente estudio se proyectarán cuando A sea igual o mayor a 0.5%.

Imagen N°12
Elementos de curva vertical simétrica



Fuente: DG-2018

4.6. DISEÑO GEOMETRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL.

De acuerdo a la sectorización anterior que toma en cuenta el nivel de servicio según su clasificación de acuerdo a la demanda y condiciones orográficas, condiciones de trazado y rasante se presentan tres configuraciones básicas.

Para los sectores en relleno y media ladera los taludes de relleno son:

1.50:1 (H:V) para alturas hasta los 5.0 m,

1.75:1 (H:V) para alturas superiores a los 5.0 m y

2.00:1 (H:V) para alturas de relleno superiores a 10.0 m.

Para los tramos curvos se aplican los peraltes respectivos en función de los radios y velocidades de diseño.

Los elementos y detalles de las secciones transversales típicas se presentan en los gráficos siguientes.

Para la selección de las características geométricas de las secciones transversales se ha tenido en cuenta la demanda de tráfico, la orografía de la zona, el vehículo de diseño y la velocidad de directriz, reconociéndose 3 secciones típicas.

A continuación, se describen los distintos elementos de la sección transversal.

Tabla N°19
Elementos de las Secciones transversales

Zona	Vd (kph)	Calzada (m)	Berma c/l (m)	Bombeo %
Zona de Curvas de Vuelta	30	6	0.1	2
Zona Recta	30	6	0.1	2

Fuente: DG-2018

4.6.1. Calzada o Superficie de Rodadura.

La calzada propuesta estará definida por ancho total 6.00 m compuesto por carriles de 3.00 m, más 0.10 m de ancho con el fin de contener la pintura de tráfico, adicionalmente se colocará 0.50 m por sobre ancho en curvas pronunciadas; esto según la Tabla N°15 donde se define con la velocidad de diseño de 30 Km/h

Tabla N°19
Anchos mínimos en calzadas en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h															6,60	6,60	6,60	6,60		
50 km/h											7,20	7,20			6,60	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																			

Fuente: DG-2018 MTC

4.6.2. Desarrollo del sobre ancho.

Bombeo.

En lo que respecta a la pendiente de las secciones transversales debe tenerse presente que el diseño geométrico de vías urbanas presenta condicionamientos altimétricos especiales para los bordes de las vías debido a la obligación de producir empalmes coherentes y estéticos con los demás elementos urbanos. Debido a ello, no siempre será posible introducir las recomendaciones para las pendientes transversales, sean estas relativas al bombeo o al peralte.

La pendiente de las secciones transversales en tramos rectos o

“bombeo” tiene por objeto facilitar el drenaje superficial. Esta inclinación puede ser constante en todo el ancho o presentar discontinuidad en el eje de simetría para que el drenaje se produzca hacia ambos bordes. La magnitud del bombeo dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

El bombeo adoptado es de 2% para nuestra vía.

Tabla N°21
Valores del bombeo en la calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Fuente: DG-2018 MTC

4.6.3. Peralte.

Para mejorar el confort y seguridad en un tramo en curva, se puede adoptar un aumento de la pendiente transversal o “peralte”, en un ángulo conveniente, creando así un componente contrario a la fuerza centrífuga.

Para la definición de los peraltes debe tenerse en cuenta que aun cuando fijar la geometría de una vía exige la definición previa de una velocidad de diseño, el hecho de tratarse de una vía urbana y rural en nuestro proyecto se ha adoptado, un 2% de peralte transversal en zonas de Curvas.

La relación de peralte, radio y velocidad específica de diseño, se observa en la tabla N°17 de la DG-2018, el cual se muestra a continuación.

Tabla N°22

Valores del radio mínimo para velocidades de diseño, peralte máximos y valores límites de fricción.

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x.}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: DG-2018 MTC

Transición de peralte.

Siendo el peralte la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo, la transición de peralte viene a ser la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva.

En carreteras de Tercera Clase, se tomarán los valores que muestra la Tabla N°18 para definir las longitudes mínimas de transición de bombeo y de transición de peralte en función a la velocidad de diseño y valor del peralte.

Tabla N°23
Transición de peralte.

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

* Longitud de transición basada en la rotación de un carril

** Longitud basada en 2% de bombeo.

Fuente: DG-2018 MTC

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

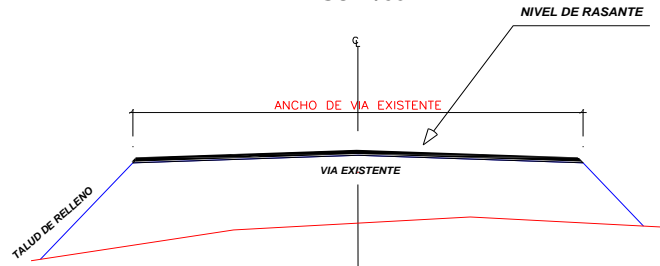
En la siguiente tabla se presentan valores de longitudes mínimas de transición, para combinaciones de velocidad de diseño y anchos de calzada más comunes, con el eje de giro de peralte al borde de la calzada y al centro de una vía de dos carriles.

4.7. SECCIONES TPICAS DE DISEÑO

SECCION TIPICA - PAVIMENTO EXISTENTE

km. 0+000 al 10+985.156 km.

ESC: 1/50

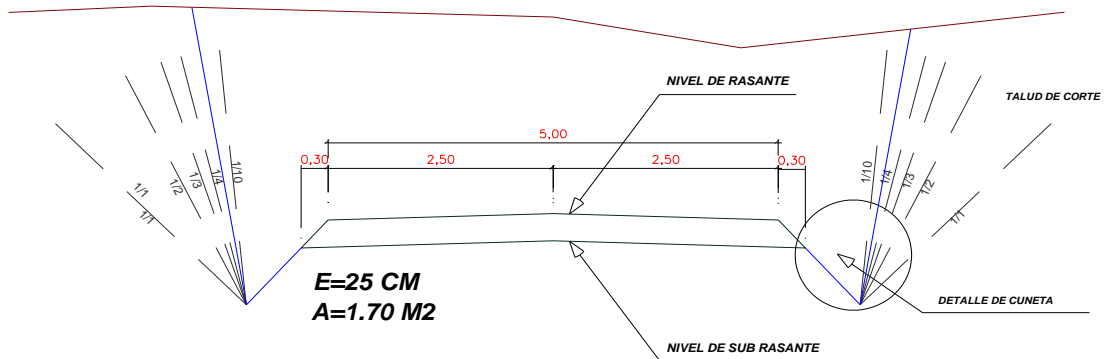


DISEÑO DE AFIRMADO - TRAMO II AFIRMADO ESTABILIZADO CON CEMENTO

km. 10+985.156 al 67+000 km.

SECCION TIPICA EN CORTE CERRADO

ESC: 1/50

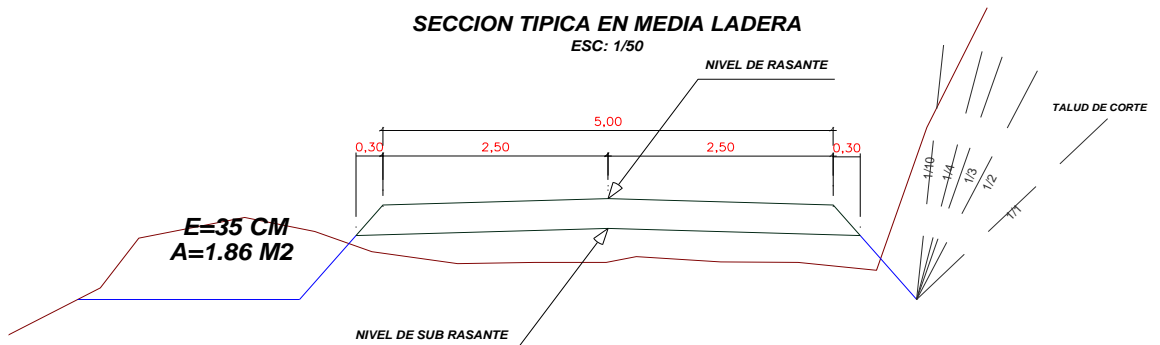


DISEÑO DE AFIRMADO - TRAMO III AFIRMADO ESTABILIZADO CON CEMENTO

km. 67+000 al 73+405.936 km.

SECCION TIPICA EN MEDIA LADERA

ESC: 1/50



4.8. SEÑALIZACION

Del análisis resultaron la ubicación de señales preventivas e informativas en las siguientes progresivas conforme al siguiente cuadro

Tabla N°24
Ubicación de señales.

UBICACIÓN DE SEÑALIZACION	
PROGRESIVA	SEÑALIZACION
11+950.000	CURVA PRONUNCIADA
13+600.000	VELOCIDAD MAXIMA 30 KM/h
13+650.000	CURVA
14+200.000	PUENTE MADRE
14+250.000	CURVA PRONUNCIADA
14+300.000	UBICACION DEL CENTRO POBLADO EL PIE
17+000.000	CURVA
19+650.000	CURVA
20+400.000	VELOCIDAD MAXIMA 30 KM/h
20+450.000	CURVA
23+100.000	CURVA
26+750.000	VELOCIDAD MAXIMA 30 KM/h
27+450.000	CURVA
28+100.000	CURVA
28+850.000	CURVA
29+400.000	CURVA
30+700.000	CURVA

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- a) La vía departamental, en el tramo LI-121 que comprende la Vía Departamental desde Buenavista hasta el Desvío de Uningambal, según la clasificación del Manual de Carreteras DG-2018, pertenece a una vía de tercera clase, de trocha carrozable, con un ancho de plataforma de 6m. La topografía determinó pendientes entre 3% en el tramo 1 correspondiente a un terreno plano, y en el segundo tramo tiene entre 3% a 6% teniendo un terreno ondulado en el tramo de estudio.
- b) El levantamiento topográfico de la vía se realizó estacando el eje cada 20 metros en tramos en tangente y cada 10 metros en tramos de curva; a distancias menores cuando las inflexiones del terreno o la presencia de obras de arte y drenaje así lo ameritaban. Se han nivelado y seccionado todas las estacas del eje, abarcando una distancia de 20 m a cada lado del eje.
- c) La carretera discurre por terrenos de topografía ondulada y accidentada, la sección transversal que predomina es la de media ladera.
- d) El levantamiento topográfico mostro que se deberían mejorar algunos giros mínimos del mayor vehículo usuario determinado que fue el ómnibus de tres ejes (tipo B3-1), según se puede demostrar en el plano T-02.
- e) La determinación del IMDA indicó, los tipos de vehículo pesado que circulan actualmente por la vía, según el estudio de tráfico efectuado son Micros, Bus 2E – 3E, Camión 2E y 3E.
- f) Para el diseño geométrico en perfil, tiene una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, en cuyo desarrollo

el sentido de las pendientes positivas implican un aumento de cotas y las pendientes negativas una disminución de cotas.

- g) Para el diseño geométrico de la vía departamental en el tramo LI-121 que comprende la Vía Departamental desde Buenavista hasta el Desvío de Uningambal se tuvo en cuenta: i) la categoría que le corresponde, ii) la velocidad de diseño y iii) la sección transversal definida.
- h) La señalización del proyecto: Rehabilitación de la carretera Buenavista - El Pie tiene como velocidad de diseño 30 km/h, señales que se colocarán al inicio del tramo, al final del tramo y cerca de la presencia del camino sinuoso de la carretera en mención.
- i) Debido a la obstrucción visual que representa la neblina abundante en temporadas importantes del año, lo accidentado del terreno y la existencia de desarrollos importantes, se ha considerado como zonas de inseguridad vial algunos puntos específicos de la carretera en donde se implementarán señales preventivas como señales de curva, tanto a la derecha o izquierda, señales de curva y contra curva, camino sinuoso, etc.
- j) En cuanto a las señales informativas. Las señales de localización de centros poblados se ubicarán antes y después de la respectiva zona urbana, con el fin de que se advierta la presencia de estos tanto el viaje de ida como en el de retorno.

5.2. RECOMENDACIONES

- a) El criterio para definir la geometría de la vía debe tener en cuenta las dimensiones y alineamientos que vayan de acorde con la demanda vehicular.
- b)** Es indispensable para un diseño geométrico utilizar las normas correspondientes a la gestión de infraestructura vial vigente, en este caso el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, representado por el Manual de Carreteras.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Antonio E. Chacón (2020). Propuesta para diseño geométrico de una vía de Evitamiento en Mancora de acuerdo al contexto físico y urbano de la ciudad. (Tesis de Pregrado). Universidad Pontífice Católica del Perú. Lima – Perú.
- Wilder E. Alvarado y Lorena S. Martínez, (2017). Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wiyash según criterios de seguridad y economía. (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas,
- Miguel Á. Meléndez, (2019). Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional Pe-3n, con relación al manual de carreteras Dg-2018, tramo: km. 136+000 – km. 141+000. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú.
- Wilder R. Román Y Alexander A. Saldaña, (2018). Propuesta de parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la norma Dg – 2018 a fin de optimizar costos. (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.
- Cristhian D. Freire, (2020). Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo - Pinllopata en el tramo km 20+000- 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), aprobado con Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14 del 30.01.2018.

ANEXOS



Tramo de la carretera



Tramo de la carretera



Tramo de la carretera



Tramo de la carretera



Tramo de la carretera



Tramo de la carretera