



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE
SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“Diseño Geometrico del Camino Vecinal Cruce Cujibamba - Tejechal, Distrito
de Bolivar, Provincia de Bolivar, Region la Libertad”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. José Luis Mendoza Linares

Asesor:

Mg. Ing. Ovidio Serrano Zelada

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE
SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

1. TITULO DEL INFORME : DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL
CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL, DISTRITO
DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR,
REGION LA LIBERTAD
2. RESPONSABLE : Bach. JOSÉ LUIS MENDOZA LINARES.
3. PATROCINADOR : MG. ING. OVIDIO SERRANO ZELADA
4. UBICACIÓN : DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE
BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD.
5. FECHA : JUNIO DEL 2017.

ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO
Presidente

ING. ALEJANDRO PEDRO MORALES UCHOFEN
Secretario

MG. ING. ROGER ANTONJO ANAYA MORALES
VOCAL

MG. ING. OVIDIO SERRANO ZELADA
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL,
DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”**



DEDICATORIA

A mis Padres Elvira y Luis, por el apoyo moral e incondicional.



RESUMEN

El desarrollo de los pueblos está dado fundamentalmente por los medios de transporte, siendo uno de los más importantes sus vías de comunicación terrestre en buen estado de transitabilidad; en consecuencia, la ejecución del proyecto materia del presente estudio, específicamente estará prestando un óptimo servicio carrozable a los usuarios, además de mejorar el traslado de personas, mayor facilidad de trasladar sus productos agrícolas, pecuarios (productos lácteos) y ganadero a menor escala.

En tal sentido, el presente proyecto tiene por finalidad, realizar el “DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL, DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”; siendo este estudio de gran importancia para poder contar una base para la realización de este proyecto y de esta manera poder contar con una mejor vía que una estos lugares y las comunidades adyacentes a ésta; para que de ésta manera puedan integrarse al Sistema productivo del país, logrando mejorar su nivel de vida.

PALABRAS CLAVES: diseño, ejecución.



ABSTRACT

The development of the towns is given fundamentally by the means of transport, being one of the most important its land communication routes in a good state of passability; Consequently, the execution of the project that is the subject of this study, will specifically be providing an optimal car service to users, in addition to improving the movement of people, making it easier to move their agricultural, livestock (dairy products) and livestock products on a smaller scale.

In this sense, the purpose of this project is to carry out the "GEOMETRIC DESIGN OF THE NEIGHBORHOOD ROAD CROSSING CUJIBAMBA - TEJECHAL, BOLIVAR DISTRICT, BOLIVAR PROVINCE, LA LIBERTAD REGION"; Being this study of great importance to be able to have a base for the realization of this project and in this way to be able to count on a better way that joins these places and the communities adjacent to it; so that in this way they can integrate into the productive system of the country, managing to improve their standard of living.

KEY WORDS: design, execution.



INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: ANTECEDENTES

- 1.1. GENERALIDADES
- 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- 1.3. OBJETIVOS
 - 1.3.1. OBJETIVO GENERAL
 - 1.3.2. OBJETIVO ESPECIFICO
- 1.4. HIPOTESIS
- 1.5. METODOLOGIA
- 1.6. UBICACIÓN DEL PROYECTO
- 1.7. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
- 1.8. TOPOGRAFIA
- 1.9. VIAS DE ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO
- 1.10. JUSTIFICACION
- 1.11. IMPORTANCIA

CAPITULO II: PARAMETROS DE DISEÑO

- 2.1. DEFINICIONES
- 2.2. CLASIFICACION DE LA RED VIAL
- 2.3. ESTUDIO DE LA DEMANDA DE TRANSITO
- 2.4. PARAMETROS DE DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL
 - 2.4.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ (V)
 - 2.4.2. RADIOS MINIMOS
 - 2.4.3. SOBREALCHO
 - 2.4.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)
 - 2.4.5. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (Da)
 - 2.4.6. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES
(DESPEJE LATERAL)
 - 2.4.7. REQUISITOS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO
HORIZONTAL
 - 2.4.7.1. CURVAS HORIZONTALES
 - 2.4.7.2. TRAMOS EN TANGENTE
 - 2.4.7.3. CURVAS DE TRANSICION EN ESPIRAL



2.4.7.4. ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES (CIRCULAR Y TRANCISION EN ESPIRAL)

2.5. DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

2.5.1.CRITERIOS GENERALES

2.5.2.PENDIENTE DE DISEÑO

2.5.3.CURVAS VERTICALES

2.5.4.LONGITUD DE LAS CURVAS VERTICALES.

2.5.4.1. CURVAS VERTICALES CONVEXAS.

2.5.4.2. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS (SIMÉTRICAS Y ASIMÉTRICAS).

2.5.4.3. CALCULO DE LAS CURVAS VERTICALES.

2.6. DISEÑO PARA LAS SECCIONES TRANSVERSALES

2.6.1.ANCHO DE CALZADA

2.6.2.ANCHO DE BERMAS

2.6.3.BOMBEO DE CALZADA

2.6.4.PERALTE

2.6.5.PLAZOLETAS

2.6.6.LONGITUD DE TRANSICIÓN

2.6.7.TALUDES

2.6.8.CUNETAS.

2.6.9.BANQUETAS

CAPITULO III: DISEÑO GEOMETRICO

3.1. DATOS TOPOGRAFICOS

3.2. INFORMACION HIDROLOGICA

3.3. CLASIFICACION DE LA VIA

3.4. ESTUDIO DE TRAFICO

3.5. VEHICULO DE DISEÑO

3.6. VELOCIDAD DIRECTRIZ

3.7. RADIO MINIMO

3.8. SOBREANCHO

3.9. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (D_p)

3.10. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (D_a)

3.11. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.11.1. CURVAS HORIZONTALES



3.11.2. TRAMOS EN TANGENTE

3.12. DISEÑO DE RASANTE

3.12.1. PENDIENTE DE DISEÑO

3.12.2. CURVAS VERTICALES

3.12.2.1. CURVAS CONVEXAS

3.12.2.2. CURVAS CONCAVAS

3.13. DISEÑO PARA LAS SECCIONES TRANSVERSALES

3.13.1. ANCHO DE CALZADA

3.13.2. ANCHO DE BERMAS

3.13.3. BOMBEO DE CALZADA

3.13.4. PERALTE

3.13.5. LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE

3.13.6. PLAZOLETAS

3.13.7. CUNETAS

3.13.8. TALUDES.

3.14. METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

1. PANEL FOTOGRAFICO
2. SEÑALIZACIÓN
3. PLANOS



INTRODUCCIÓN

Cuando las primeras civilizaciones empezaron a crecer tanto en territorio como en población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria, para el abastecimiento de productos alimenticios o transportarlos a nuevos mercados; a partir de estas necesidades es que surgieron las primeras carreteras, las cuales fueron la base para el nacimiento de futuras redes viales, haciéndose indispensables para lograr desarrollo a lo largo de la historia.

La falta de vías de comunicación y las malas condiciones en que se encuentran las existentes, principalmente en zonas rurales; no ayudan a la integración de pueblos marginados, a las actividades agrícolas y ganaderas que éstos realizan y a una mayor accesibilidad a los servicios de Salud; por lo que se hace indispensable contar con vías en óptimas condiciones, que permitan realizar un buen tránsito. En tal sentido, el presente proyecto tiene por finalidad, realizar el “DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL, DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”; siendo este estudio de gran importancia para poder contar una base para la realización de este proyecto y de esta manera poder contar con una mejor vía que una estos lugares y las comunidades adyacentes a ésta; para que de ésta manera puedan integrarse al Sistema productivo del país, logrando mejorar su nivel de vida.



CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1. GENERALIDADES



El desarrollo de una carretera desde su diseño debe cumplir con todos los parámetros establecidos de acuerdo al tipo que se desee desarrollar y al tipo de topografía donde se proyectará.

El desarrollo de los pueblos está dado fundamentalmente por los medios de transporte, siendo uno de los más importantes sus vías de comunicación terrestre en buen estado de transitabilidad; en consecuencia, la ejecución del proyecto materia del presente estudio, específicamente estará prestando un óptimo servicio carrozable a los usuarios, además de mejorar el traslado de personas, mayor facilidad de trasladar sus productos agrícolas, pecuarios (productos lácteos) y ganadero a menor escala.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la importancia que tiene el diseño geométrico en un proyecto de carretera?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1.OBJETIVO GENERAL

- Realizar el diseño geométrico del camino vecinal Cruce Cujibamba – Tejechal, Distrito de Bolívar, Provincia de Bolívar, Región la Libertad.

1.3.2.OBJETIVO ESPECIFICO

- Realizar el documento técnico con todo lo corresponde al diseño geométrico para que sea utilizado como base del expediente técnico y posterior ejecución de este proyecto.

1.4. HIPOTESIS

Para realizar el diseño geométrico de una carretera se debe contar con el levantamiento topográfico del terreno y así obtener un trazado equilibrado entre alineamiento horizontal, vertical y transversal de acuerdo al Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

1.5. METODOLOGIA

Se ha utilizado una metodología que consta de tres etapas que a continuación se describen:

1.5.1.ETAPA PRELIMINAR



Consistió en la recopilación de información relacionada con el proyecto, ya sean cartas nacionales, planos, información histórica y apuntes que ayuden al desarrollo del trabajo.

1.5.2. ETAPA DE CAMPO

Determinando los puntos de inicio y final de la carretera y realizado el reconocimiento adecuado de la zona, se procedió a realizar el levantamiento topográfico con los equipos adecuados. Levantándose una franja de 30 m. a la derecha e izquierda del ancho de la vía en estudio. Se referenciaron los puntos inicial y final y se colocaron los BMS respectivos.

1.5.3. ETAPA DE GABINETE

En esta etapa se realizó el procesamiento de datos topográficos y se procedió con el diseño geométrico de la vía.

1.6. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Ubicación Política

Departamento : La Libertad.

Provincia : Bolivar.

Distrito : Bolivar.

Localidades : Tejechal – Cujibamba.

Coordenadas U.T.M.:

Punto Inicial: Cruce Cujibamba Km 0+000

NORTE : 9207384.25m

ESTE : 201432.29m

ALTITUD : 3220.04 m.s.n.m.

Punto Final: Centro Poblado Tejechal Km 4+614

NORTE : 9204839.45m

ESTE : 203461.10m

ALTITUD : 3020.12 m.s.n.m

1.7. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO



Se define como área de influencia de un proyecto vial, a la zona en la cual se desarrollan todas aquellas actividades que generarán flujos de tráfico por la carretera en estudio. En tal sentido, el proyecto podrá servir, influenciar o modificar el comportamiento socioeconómico de su ámbito zonal.

El proyecto comprende los centros poblados Cujibamba y Tejechal cuya área estudiada es de 10.024 Has; con una longitud de 4,614 Km y un ancho de 30 m.

1.8. TOPOGRAFIA

La topografía del terreno del área en estudio es ondulada y accidentada.

1.9. VIAS DE ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO

Si partimos de la ciudad de Cajamarca la ruta de acceso a la zona del Proyecto es la siguiente:

De la ciudad de Cajamarca nos dirigimos hasta el distrito de Celendín en una distancia de 120 Km por una vía asfaltada; luego nos dirigimos hasta el distrito de Bolívar del departamento La Libertad a una distancia de 190 Km por una carretera afirmada; finalmente nos dirigimos hasta el cruce Cujibamba por una vía afirmada a unos 2 Km del distrito de Bolívar y llegamos al punto de inicio del Proyecto.

1.10. JUSTIFICACION

El diseño geométrico se justifica en la medida que contribuirá a la construcción de una con trazo en óptimas condiciones que permitirá el tránsito vehicular sin ningún problema.

1.11. IMPORTANCIA

Con este estudio se obtendrá una vía que permitirá el flujo vehicular rápido y seguro, dando mayor salida a productos y ganado que son la base de la economía de la población, que habita en estas comunidades y alrededores. Por lo que este, proyecto es de vital importancia, para lograr el desarrollo en esta parte de la región.



CAPITULO II

PARAMETROS DE DISEÑO

2.1. DEFINICIONES

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



El levantamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas o elevaciones de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel, a escalas convenientes para la interpretación del plano por el ingeniero y para la adecuada representación del camino y de las diversas estructuras que lo componen. (Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. 2008).

CUADRO 2.1. SELECCIÓN DE LA EQUIDISTANCIA PARA CURVAS DE NIVEL

ESCALA DEL PLANO	TIPO DE TOPOGRAFÍA	EQUIDISTANCIA (m)
Grande (1/1 000 o menor)	Llana	0.10 , 0.25
	Ondulada	0.25 , 0.50
	Accidentada	0.50 , 1.00
Mediana (1/1 000 a 1/10 000)	Llana	0.25 , 0.50 , 1.00
	Ondulada	0.50 , 1.00 , 2.00
	Accidentada	2.00 , 5.00
Pequeña (1/10 000 o mayor)	Llana	0.50 , 1.00 , 2.00
	Ondulada	2.00 , 5.00
	Accidentada	5.00 , 10.00 , 20.00
	Montañosa	10.00 , 20.00 , 50.00

DERECHO DE VÍA O FAJA DE DOMINIO.

El Derecho de Vía es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.

Dentro del ámbito del Derecho de Vía, se prohíbe la colocación de publicidad comercial exterior, en preservación de la seguridad vial y del medio ambiente. (Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)



DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO MÍNIMO DEL DERECHO DE VÍA PARA CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO.

El ancho mínimo debe considerar la Clasificación Funcional del Camino, en concordancia con las especificaciones establecidas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001 del MTC del Perú, que fijan las siguientes dimensiones:

CUADRO 2.2 ANCHO DEL DERECHO DE VÍA PARA CBVT

Descripción	Ancho mínimo absoluto *
Carreteras de la Red Vial Nacional	15 m
Carreteras de la Red Vial Departamentales o Regional	15 m
Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural	15 m

* 7.50 m a cada lado del eje

La faja de dominio dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá como mínimo, para carreteras de bajo volumen de tránsito un (1.00) metro, más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o del borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyan.

La distancia mínima absoluta entre pie de taludes o de obras de contención y un elemento exterior será de 2.00 m. La mínima deseable será de 5.00 m. (Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

FAJA DE PROPIEDAD RESTRINGIDA.

A cada lado del Derecho de Vía habrá una faja de propiedad restringida. La restricción impide ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o la visibilidad y que dificulten ensanches futuros de la carretera. La norma DG-2001, fija esta zona restringida para carreteras de 3ra. clase en diez (10) metros a cada lado del Derecho de Vía. De modo similar para las carreteras de bajo volumen de tránsito el ancho de la zona restringida será de 10 m. (Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. 2008.)



CAMINO VECINAL

Vía de servicio destinada fundamentalmente para acceso a chacras.

BERMA

Franja longitudinal, pavimentada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

BOMBEO

Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

CALZADA

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

CARRIL

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

CURVA DE TRANSICIÓN

Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular, o entre dos circulares de radio diferente.

CURVA VERTICAL

Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

DESPEJE LATERAL

Explanación necesaria para conseguir una determinada distancia de visibilidad.

DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO

Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto. En el caso más general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del



vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto.

DISTANCIA DE PARADA

Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado.

EJE

Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

ELEMENTO

Alineación, en planta o perfil, que se define por características geométricas constantes a lo largo de toda ella.

Se consideran los siguientes elementos:

- En planta: Tangente (acimut constante), curva circular (radio constante), curva de transición (parámetro constante)
- En perfil: Tangente (pendiente constante), curva parabólica (parámetro constante).

EXPLANACIÓN

Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original.

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

El volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año.

NIVEL DEL SERVICIO

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad.



PENDIENTE

Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

PERALTE

Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva.

PLATAFORMA

Ancho total de la carretera a nivel de subrasante.

RASANTE

Línea que une las cotas de una carretera terminada.

SECCIÓN TRANSVERSAL

Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal de la línea, en un punto cualquiera del mismo.

SUBRASANTE

Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

TERRAPLÉN

Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

TRANSITO

Todo tipo de vehículos y sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquier camino para transporte o para viaje.

VEHÍCULO

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

2.2. CLASIFICACION DE LA RED VIAL

SEGÚN SU FUNCION:

RED VIAL PRIMARIA



- ❖ **Sistema Nacional:** Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.

RED VIAL SECUNDARIA

- ❖ **Sistema Departamental:** Constituye la red vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división política de la nación, o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales departamentales.

RED VIAL TERCIARIA O LOCAL

- ❖ **Sistema Vecinal:** Compuesta por: Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones, caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos y poblaciones.

SEGÚN LA DEMANDA:

Autopistas de 1ra. Clase (AP)

- IMDA > 6000 veh/día
- Calzadas separadas con separador central > 6m
- Dos o más carriles por calzada, c/carril ≥ 3.60 m
- Control total de accesos
- Proporciona flujo vehicular continuo

Autopistas de 2da. Clase: Carreteras Dual o Multicarril (MC)

- IMDA 4001 – 6000 veh/día
- Calzadas separadas con separador central ≥ 3 m
- Dos o más carriles por calzada, c/carril ≥ 3.60 m
- Control parcial de accesos
- Proporciona flujo vehicular continuo

Carreteras de 1era. Clase (DC)

- IMDA: 2001 - 4000 veh/día
- Una calzadas de 2 carriles, c/carril ≥ 3.60 m

Carreteras de 2da. Clase (DC)

- IMDA: 400- 2000 veh/día
- Una calzadas de 2 carriles

Carreteras de 3ra. Clase (DC)



- IMDA: < 400 veh/día
- Una calzada de 2 carriles

Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito Pavimentadas (BVT)

- Base legal: RM. N° 305-2008-MTC/02
- IMDA: Hasta 350 veh/día
- Vehículos de carga y pasajeros hasta 3 ejes (B3, C3)
- Superficie rodadura: Desde tratamiento superficial asfáltico hasta carpeta asfáltica

Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito No Pavimentadas

- Base legal: RM. N° 303-2008-MTC/02
- IMDA: Hasta 200 veh/día
- Superficie rodadura: Afirmado estabilizado por diferentes métodos
- Sub-Clasificación:
 - T3 → IMDA: 101 - 200 veh/día (2 carriles, calzada: 5.5 – 6 m)
 - T2 → IMDA: 51 - 100 veh/día (2 carriles, calzada: 5.5 – 6 m)
 - T1 → IMDA: 16 - 50 veh/día (1 carril, calzada: 3.5)
 - T0 → IMDA: < 15 veh/día (1 carril, calzada: 3.5)
 - Trocha Carrozable → IMDA indefinido (1 sendero)

(Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, D.G.2001)

CUADRO 2.3.
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS PARA LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LAS
CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

CARRETERA DE BVT	IMD PROYECTADO	ANCHO DE CALZADA (M)	ESTRUCTURAS Y SUPERFICIE DE RODADURA ALTERNATIVAS (**)
T3	101-200	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado.
T2	51-100	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeado o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.



T1	16-50	1 carril(*) o 2 carriles 3.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T0	< 15	1 carril(*) 3.50-4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm.
Trocha Carrozable	IMD indefinido	1 sendero(*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

(*) Con plazoletas de cruce, adelantamiento o volteo cada 500 – 1000 m; mediante regulación de horas o días, por sentido de uso.

(**) En caso de no disponer gravas en distancia cercana las carreteras puede ser estabilizado mediante técnicas de estabilización suelo-cemento o cal o productos químicos u otros.

(Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

SEGÚN SUS CONDICIONES OROGRÁFICAS:

❖ CARRETERAS TIPO 1

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es menor o igual a 10%.

❖ CARRETERAS TIPO 2

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

❖ CARRETERAS TIPO 3

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante



distancias considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

❖ **CARRETERAS TIPO 4**

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 100%.

SEGÚN EL TIPO DE OBRA POR EJECUTARSE

El manual es de aplicación para el diseño de proyectos de carreteras no pavimentadas de tierra y afirmadas. Para obras que configuran la siguiente clasificación de trabajos:

a) Mantenimiento rutinario. Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud.

b) Mantenimiento periódico. Conjunto de actividades programables cada cierto período que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de desencalaminado, perfilado, nivelación, reposición de material granular, así como reparación o reconstrucción puntual de los puentes y obras de arte.

c) Rehabilitación. Ejecución de las obras necesarias para devolver a la vía, cuando menos, sus características originales, teniendo en cuenta su nuevo período de servicio.

d) Mejoramiento. Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía, mediante actividades que implican la modificación



sustancial de la geometría y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada.

e) Nueva construcción. Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

CUADRO 2.4. RELACION ENTRE CLASIFICACIONES DE LA RED VIAL CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO.

CLASIFICACION	AUTOPISTAS								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
IMDA	> 6000				4001 - 6000				4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	1ra. Clase: AP				2da. Clase: Dual ó MC				Doble carril: DC				Doble carril: DC				Doble carril: DC			
TIPO DE OROGRAFIA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

AP: Autopista.

MC: Carretera multicarril o dual (dos calzadas).

MC: Carretera de dos carriles.

NOTA 1: En zona tipo 3 y/o 4, donde exista espacio suficiente y se justifique por demanda la construcción de una autopista, puede realizarse con calzadas a diferente nivel asegurándose que ambas calzadas tengan las características de dicha clasificación

NOTA 2: En caso de que una vía clasifique como carretera de la 1ra. Clase y a pesar de ello se desee diseñar una vía multicarril, las características de ésta se deberán adecuar al orden superior inmediato. Igualmente si es una vía dual y se desea diseñar una autopista, se deberán utilizar los requerimientos mínimos del orden superior inmediato.

NOTA 3: Los casos no contemplados en la presente clasificación, serán justificados de acuerdo con lo que disponga el MTC y sus características serán definidas por dicha entidad.

(Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, D.G.2001. Tabla 101.01)

2.3. ESTUDIO DE LA DEMANDA DE TRANSITO

2.3.1. INDICE MEDIO DIARIO ANUAL DE TRÁNSITO (IMDA)



En los estudios del tránsito se puede tratar de dos situaciones: el caso de los estudios para carreteras existentes, y el caso para carreteras nuevas, es decir que no existen actualmente.

En el primer caso, el tránsito existente podrá proyectarse mediante los sistemas convencionales que se indican a continuación. El segundo caso requiere de un estudio de desarrollo económico zonal o regional que lo justifique.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina por la demanda diaria que cubrirá, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC para las diversas zonas del país.

2.3.2. CALCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y LA PROYECCION

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple: En la que:

$$T_n = T_0 (1+i)^{n-1} \dots (EC. - 01)$$

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T_0 = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos por implementarse con certeza a corto plazo en la zona de la carretera.

La proyección puede también dividirse en dos partes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población. Y una proyección de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos datos sobre índices de crecimiento normalmente obran en poder de la región.



2.3.3. VOLUMEN Y COMPOSICIÓN O CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

- i) Se definen tramos del proyecto en los que se estima una demanda homogénea encada uno de ellos.
- ii) Se establece una estación de estudio o conteo en un punto central del tramo, en un lugar que se considere seguro y con suficiente seguridad social.
- iii) Se toma nota en una cartilla del número y tipo de vehículos que circulan en una y en la otra dirección, señalándose la hora aproximada en que pasó el vehículo por la estación.

Se utiliza en el campo una cartilla previamente elaborada, que facilite el conteo, según la información que se recopila y las horas en que se realiza el conteo.

De esta manera se totalizan los conteos por horas, por volúmenes, por clase de vehículos, por sentidos, etc.

2.3.4. VARIACIONES HORARIAS DE LA DEMANDA

De conformidad con los conteos, se establece las variaciones horarias de la demanda por sentido de tránsito y también de la suma de ambos sentidos. También se determina la hora de máxima demanda.

Se realizarán conteos para las 24 horas corridas. Pero si se conoce la hora de mayor demanda, se contará por un período menor.

2.3.5. VARIACIONES DIARIAS DE LA DEMANDA

Si los conteos se realizan por varios días, se pueden establecer las variaciones relativas del tránsito diario (total del día o del período menor observado) para los días de la semana.

2.3.6. VARIACIONES ESTACIONALES (MENSUALES)

Si la información que se recopila es elaborada en forma de muestreo sistemático durante días claves a lo largo de los meses del año, se obtendrán índices de variación mensual que permitan establecer que hay meses con mayor demanda que otros. Ese sería el caso en zonas agrícolas durante los meses de cosecha.



Con la información obtenida mediante los estudios descritos o previamente ya conocida por estudios anteriores, podrá establecerse, mediante la proyección de esa demanda para el período de diseño, la sección (ancho) transversal necesaria de la carretera a mejorar y los elementos del diseño de esta sección, como son ancho de la calzada y de las bermas de la carretera.

2.4. PARAMETROS DE DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

2.4.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ (V)

La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico-económico de alternativas de trazado que deberán tener en cuenta la orografía del territorio. En territorios planos, el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción, pero en territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Ello solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos. (Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

2.4.2. RADIOS MINIMOS

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte y el factor máximo de fricción seleccionados para una velocidad directriz. El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})} \dots (EC. - 02)$$

Donde:

Rmin = Radio Mínimo en metros.

V = Velocidad de Diseño en Km/h.

emax= Peralte máximo de la curva.

fmax = Factor máximo de fricción.

CUADRO 2.5. FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA EN CURVAS

Velocidad Directriz (Km/h)	f
-------------------------------	---



20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito Cuadro N° 3.2.6.1a. 2008)

2.4.3. SOBREENCHO

Permite compensar el 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:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots (EC. - 03)$$

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.)

2.4.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera.

CUADRO 2.6. 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

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito
Cuadro N° 3.1.1. 2008)

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6%.

2.4.5.DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (Da)

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h 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 efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento, se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.10 m.

CUADRO 2.7.Distancia de visibilidad de adelantamiento

Velocidad directriz (Km/h)	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
30	200
40	270
50	345
60	410

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito
Cuadro N° 3.1.2. 2008)

2.4.6.DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES (DESPEJE LATERAL)



Cuando hay obstrucciones a la visibilidad en el lado interno de una curva horizontal (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales), se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general, en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad será, por lo menos, igual a la distancia de parada correspondiente y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad, será calculado por la expresión siguiente:

$$a = R (1 - \cos (28.65 D_v/R)) \dots (EC. - 04)$$

Donde:

a = Ordenada media o ancho mínimo libre (m).

R = Radio de la curva horizontal (m).

D_v = Distancia de visibilidad de parada o adelantamiento (m).

2.4.7. REQUISITOS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

2.4.7.1. CURVAS HORIZONTALES

- En el caso de ángulos de deflexión pequeños, iguales o inferiores a 5° , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima “L” obtenida con la fórmula siguiente:

$$L > 30 (10 - \alpha), \alpha < 5^\circ (L \text{ en metros; } \alpha \text{ en grados})$$

No se usará nunca ángulos de deflexión menores de 59' (minutos).

Las consideraciones de apariencia de la carretera y de orientación del conductor recomiendan que, en la medida de lo posible, las curvas circulares estén dotadas de curvas de transición, incluso en los casos en que, conforme a los criterios usuales, éstas estarían dispensadas. No son deseables dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo en tangente. Preferiblemente, serán sustituidas por una curva extensa única bien estudiada o, por lo menos, la tangente intermedia deberá sustituirse por un arco circular, constituyéndose entonces en curva compuesta.



- En curvas en doble sentido “S”, el Radio de la curva mayor no debe exceder el 50% el Radio de la curva menor: $(R1 / R2 \leq 1.5) \dots R1 > R2$.
- En curvas “S” sin tangente intermedia, el parámetro A1 de una clotoide no debe ser mayoral doble del parámetro A2 de la otra clotoide. $(A1 / A2 > 2)$.

(Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, D.G.2001)

2.4.7.2. TRAMOS EN TANGENTE

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc. es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción se deberá establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

Las longitudes de tramos en tangente, están dados por las expresiones:

$$L_{\min.s} = 1,39 V_d \dots (EC. - 05)$$

$$L_{\min.o} = 2,78 V_d \dots (EC. - 06)$$

$$L_{\max} = 16,70 V_d \dots (EC. - 07)$$

Siendo:

$L_{\min.s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\min.o}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

L_{\max} = Longitud máxima (m).

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

2.4.7.3. CURVAS DE TRANSICION EN ESPIRAL

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.



Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición. Cuando se usen curvas de transición, se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en el **cuadro N° 2.8**, se usarán curvas de transición.

CUADRO 2.8.NECESIDAD DE CURVAS DE TRANSICIÓN

Velocidad directriz (Km/h)	Radio (m)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito Cuadro N° 3.2.3a. 2008)

Cuando se use curva de transición, la longitud de la curva de transición no será menor que L_{\min} ni mayor que L_{\max} , según las siguientes expresiones:

$$L_{\min.} = 0.0178 V^3/R... (EC. - 08)$$

$$L_{\max.} = (24R)^{0.5}... (EC. - 09)$$

Donde:

R = Radio de la curvatura circular horizontal.

$L_{\min.}$ = Longitud mínima de la curva de transición.

$L_{\max.}$ = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km/h.

2.4.7.4. ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES (CIRCULAR Y TRANCISION EN ESPIRAL)

CUADRO 2.9. ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES SIMPLES.

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \pi R I / 180^\circ$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{ Sen } (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\text{Sec } (I / 2) - 1]$
Flecha	F	$F = R [1 - \text{Cos } (I / 2)]$

FUENTE: (Céspedes, J. 2001)

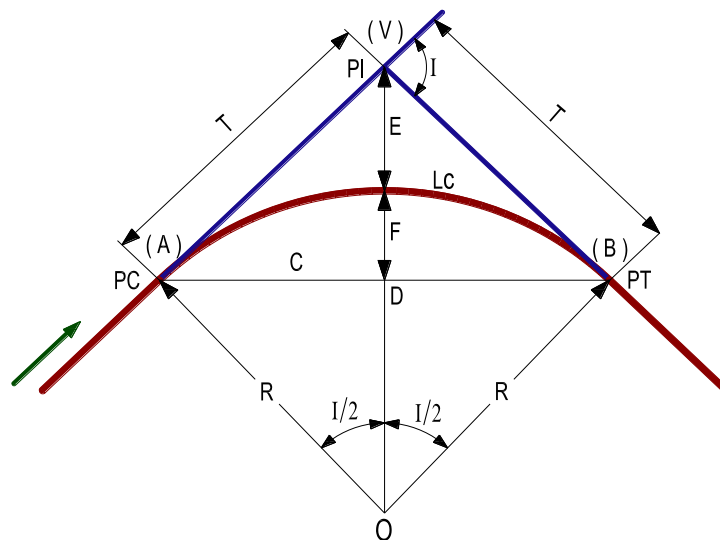


FIGURA 01: Elementos de Curva Simple.

2.5. DISEÑO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

2.5.1.CRITERIOS GENERALES

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados:

- En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.



- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.
- Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

2.5.2. PENDIENTE DE DISEÑO

La pendiente es la relación en porcentaje del desnivel entre dos puntos y su distancia horizontal.

En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos del **Cuadro 2.10** para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.



CUADRO 2.10. PENDIENTES MÁXIMAS.

OROGRAFÍA TIPO	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
VELOCIDAD DE DISEÑO:				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito Cuadro 3.3.3.a. 2008)

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos, cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

PENDIENTE MEDIA. Es el promedio de la pendiente de una carretera para tramos de longitud considerada. Y está determinada por la fórmula:

$$I_m = (\Delta h \text{ acumulada} / \text{Longitud acumulada}) \times 100 \dots (EC. - 10)$$

2.5.3. CURVAS VERTICALES

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas. Y estas pueden ser:

- ii. *Por su forma:* Convexas y Cóncavas.
- iii. *Por la longitud de sus ramas:* Simétricas y Asimétricas.

2.5.4. LONGITUD DE LAS CURVAS VERTICALES.

2.5.4.1. CURVAS VERTICALES CONVEXAS.

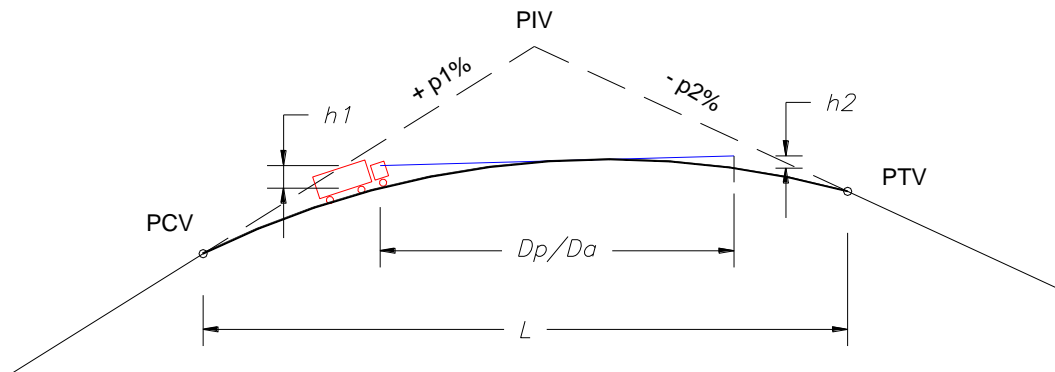


FIGURA - 02

- Cuando se desea contar con distancia de visibilidad de parada:

Para $D_p > L$ $L = 2D_p - \frac{444}{A}$... (EC. – 11)

Para $D_p < L$ $L = \frac{D_p^2 A}{444}$... (EC. – 12)

- Cuando se desea obtener visibilidad de paso:

Para $D_s > L$ $L = 2D_s - \frac{1100}{A}$... (EC. – 13)

Para $D_s < L$ $L = \frac{D_s^2 A}{1100}$... (EC. – 14)

Donde:

D_s = Distancia de visibilidad de paso, m.

D_p = Distancia de visibilidad de parada, m.

V = Velocidad Directriz, Km/h.

A = Diferencia algebraica de pendiente, %.

(Céspedes, J. 2001)

2.5.4.2. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS (SIMÉTRICAS Y ASIMÉTRICAS).

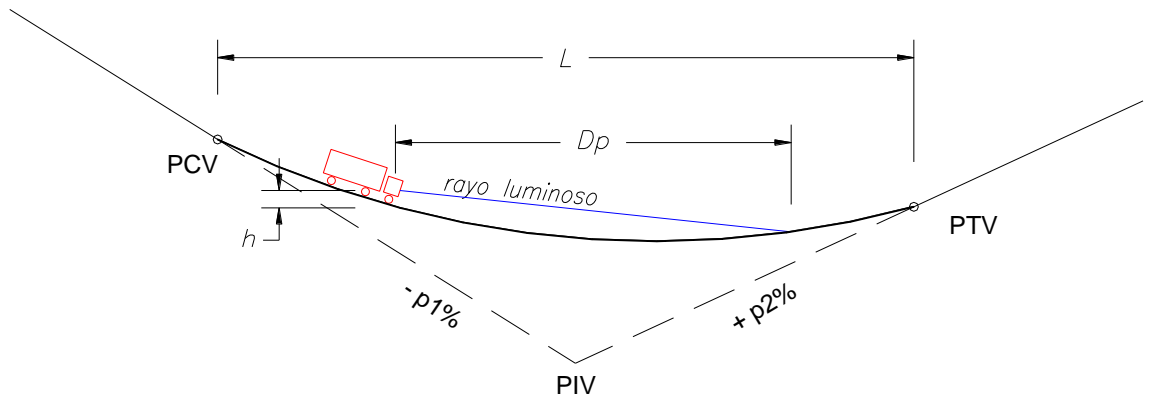


FIGURA - 03

Para calcular la longitud de este tipo de curvas se lo hace con la lámina 5.5.3.4. de las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras.

(Céspedes, J. 2001)

La longitud de la curva vertical cumplirá la condición:

$$L \geq V$$

Siendo:

L: Longitud de la curva (m).

V: Velocidad Directriz (Km/h).

(Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, D.G.2001)

2.5.4.3. CALCULO DE LAS CURVAS VERTICALES.

Para calcular las curvas verticales se sigue el siguiente procedimiento:

- Determinar la necesidad de curvas verticales.
- Precisar el tipo de curva vertical a utilizar.
- Calcular la longitud de la curva vertical.
- Se corrigen las cotas de la sub rasante.

(Céspedes, J. 2001)

➤ Cálculo de las ordenadas de las curvas verticales.

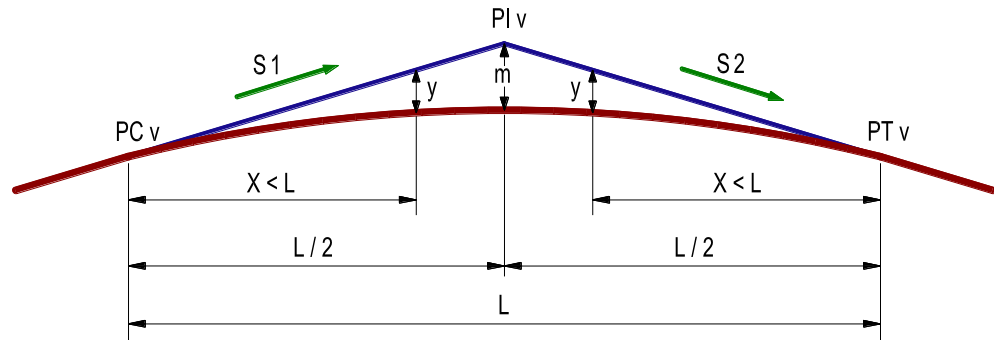


FIGURA – 03: CURVA CONVEXA SIMÉTRICA

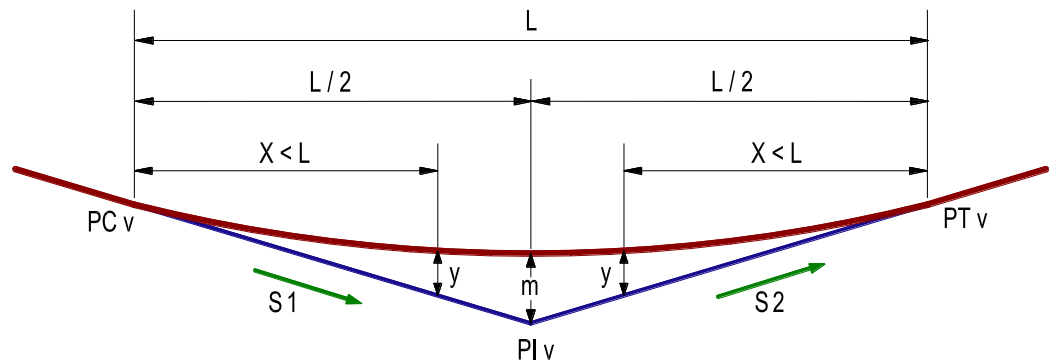


FIGURA – 04: Elementos Curva Cóncava Simétrica.

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

$$m = \frac{LA}{800} \qquad y = \frac{X^2 A}{200L} \dots (EC. - 15)$$

Donde:

m = Ordenada máxima en m.

L = Longitud de la curva vertical, m.

A = cambio de pendiente en porcentaje.

Y = ordenada a una distancia X

X = Distancia parcial medida desde el PCV.

(Céspedes, J. 2001)

2.6. DISEÑO PARA LAS SECCIONES TRANSVERSALES

2.6.1. ANCHO DE CALZADA



El Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito estipula un ancho mínimo de 3.50 m. de calzada; pero es preferible dotarle de un mayor ancho, siempre que la topografía del terreno lo permita.

CUADRO 2.11. ANCHO MÍNIMO DESEABLE DE LA CALZADA EN TANGENTE (m)

Tráfico IMDA	<15	16 a 50		51 a 100		101 a 200	
Velocidad (Km/h)	*		**		**		**
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

* Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

** Carreteras con predominio de tráfico pesado.

2.6.2. ANCHO DE BERMAS

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho mínimo de 0.50 m.

(Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

2.6.3. BOMBEO DE CALZADA

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En los caminos de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% á 3% hacia uno de los lados de la calzada. (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

2.6.4. PERALTE



Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo, con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%. (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

CUADRO 2.12.RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS

Velocidad Directriz (km/h)	PERALTE MÁXIMO e(%)	Valor Límite de fricción f_{max}	Calculado Radio mínimo (m)	Redondeo Radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
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
70	4.0	0.14	214.2	215
80	4.0	0.14	279.8	280
20	6.0	0.18	13.1	15
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
70	6.0	0.14	192.8	195
80	6.0	0.14	251.8	250
20	8.0	0.18	12.1	10
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
70	8.0	0.14	175.3	175
80	8.0	0.14	228.9	230
20	10.0	0.18	11.2	10
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
70	10.0	0.14	160.7	160
80	10.0	0.14	209.9	210
20	12.0	0.18	10.5	10
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
70	12.0	0.14	148.3	150
80	12.0	0.14	193.7	195

FUENTE: (Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito - Cuadro 3.2.6. 1b. 2008)

2.6.5.PLAZOLETAS



En carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m. como mínimo, para que puedan cruzarse los vehículos opuestos, o adelantar los del mismo sentido.

Plazoletas de dimensiones mínimas de 3.00 x 30.00 m. (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

2.6.6. LONGITUD DE TRANSICIÓN

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vía denominada transición. La longitud de transición del bombeo en aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso. Se denomina Longitud de Transición de Peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte. (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008)

La variación del peralte a lo largo de su desarrollo deberá obtenerse sin sobrepasar los siguientes incrementos de la pendiente del borde del pavimento:

0.5 % cuando el peralte es < 6%

0.7 % cuando el peralte es > 6%

Las fórmulas para calcular la longitud mínima para la rampa del peralte, son:

$$\text{Longitud por Bombeo: } L_b = (b * A/2) / (0.5 \text{ ó } 0.7)$$

$$\text{Longitud por Peralte: } L_e = (e * A/2) / (0.5 \text{ ó } 0.7)$$

Luego la longitud de rampa es:



$$L_{re} = L_b + L_e$$

$$L_{re} = \frac{A}{2} * (e + b) \quad \dots (EC. - 16)$$

0.5 ó 0.7

Donde:

L_{re} : Longitud de rampa de peralte (m).

A : Ancho de faja de rodadura (m).

e : Peralte de la faja de rodadura (%).

b : Bombeo de la faja de rodadura (%).

**CUADRO 2.13. LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIÓN DE BOMBEO Y
TRANSICIÓN DE PERALTE**

Velocidad Directriz (km/h)	Valor del Peralte						Transición de Bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	LONGITUD DE TRANSICIÓN DE PERALTE (M)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	66	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito - Cuadro 3.2.6. 1c. 2008)

2.6.7. TALUDES

El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito en sus Cuadros 5.2.1 (para taludes de corte) y 5.2.2 (para taludes de relleno), valores que se adoptarán de acuerdo al tipo de suelo.



CUADRO 2.14. TALUDES DE CORTE

TALUDES DE CORTE			
CLASE DE TERRENO	TALUD (V : H)		
	H < 5.00	5 < H < 10	H > 10
Roca Fija	10 : 1	(*)	(*)
Roca Suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(*)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(*)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(*)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(*)
Tierra Compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(*)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(*)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(*)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(*)

(*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito - Cuadro 5.2.1. 2008)

CUADRO 2.15. TALUDES DE RELLENO

TALUDES DE RELLENO			
MATERIALES	TALUD (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(*)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(*)
Arena Compactada	1 : 2	(*)	(*)

(*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito - Cuadro 5.2.2. 2008)

2.6.8. CUNETAS.

CUADRO 2.16. DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS

REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

FUENTE: (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. 2008 – Cuadro 4.1.3a. 2008)



2.6.9. BANQUETAS

- Zonas de corte o relleno con peligro de deslizamiento.
- La pendiente longitudinal de las banquetas será la misma de la pendiente de la rasante, hasta un máximo de 3% de inclinación.
- La pendiente transversal de las banquetas será de 2%.
- Ancho mínimo: 1.5m.
- Altura promedio entre banquetas: 0.80m.



CAPITULO III

DISEÑO GEOMETRICO

3.1. DATOS TOPOGRAFICOS



Se realizó el levantamiento topográfico con Estación Total, GPS, prismas, Personal técnico y de apoyo, para luego realizar trabajo de gabinete, donde se obtuvo una inclinación transversal del terreno al eje de la vía presenta una inclinación que oscila entre 10% a 50% en algunos tramos y entre 50 a 100% en otros; por lo que la zona del proyecto corresponde a los tipos 2 y 3.

3.2. INFORMACION HIDROLOGICA

La Sierra de la Libertad su altitud se encuentra en la región Quechua (entre 2.300-3.500 msnm), su clima es mayormente templado, con presencia de bajas de temperaturas que influyen fuertemente en la producción agropecuaria.

Los rangos de temperatura fluctúan entre 6 a 16° C, con mínimos inferiores a los 0° C; la precipitación promedio está alrededor de los 720 mm.

3.3. CLASIFICACION DE LA VIA

A. SEGÚN SU FUNCION:

RED VIAL TERCIARIA O LOCAL

❖ Sistema Vecinal

B. SEGÚN LA DEMANDA:

❖ Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito No Pavimentadas

- Base legal: RM. N° 303-2008-MTC/02
- IMDA: Hasta 200 veh/día
- Superficie rodadura: Afirmado estabilizado por diferentes métodos
- Sub-Clasificación:
- T0 → IMDA: < 15 veh/día (1 carril, calzada: 3.5)

CUADRO 3.1.
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS PARA LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LAS



CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

CARRETERA DE BVT	IMD PROYECTADO	ANCHO DE CALZADA (M)	ESTRUCTURAS Y SUPERFICIE DE RODADURA ALTERNATIVAS (**)
T0	< 15	1 carril(*) 3.50-4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm.

(*) Con plazoletas de cruce, adelantamiento o volteo cada 500 – 1000 m; mediante regulación de horas o días, por sentido de uso.

C. SEGÚN SUS CONDICIONES OROGRÁFICAS:

❖ CARRETERAS TIPO 2

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

❖ CARRETERAS TIPO 3

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

D. TIPO DE OBRA POR EJECUTARSE

- ❖ **Mejoramiento.** Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía, mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada.
- ❖ **Nueva construcción.** Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

3.4. ESTUDIO DE TRAFICO



Se ha considerado una carretera de bajo volumen de tránsito de tipo T_0 , cuyo índice medio diario proyectado es menor a 15 veh/día.

3.5. VEHICULO DE DISEÑO

El vehículo de diseño se ha considerado de acuerdo a la tabla que se muestra a continuación:

CUADRO 3.2.DATOS BÁSICOS DE LOS VEHÍCULOS DE DISEÑO (medida en metros)

TIPO DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHÍCULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
OMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
OMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7.6	12,80	7,40
COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2-S1/ S2 / S3	4,10 *	2,60	15,20	4,00 / 7,00	12,20	5,80
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3-S1 / S2 / S3	4,10	2,60	16,70	4,90 / 7,90	13,70	5,90
REMOLQUE 2 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C2-R2 / S3	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80
REMOLQUE 3 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C3-R2 / R3 / R4	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80

* Altura máxima para contenedores 4.65

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS DG.2001 – TABLA 202.01

El vehículo considera para el presente diseño es el camión simple de dos ejes cuyas características son:

- Nomenclatura: C2.
- Alto total: 4.10 m.
- Ancho total: 2.60 m.
- Largo total: 9.10 m.
- Longitud entre ejes: 6.10 m.
- Radio mínimo rueda externa delantera: 12.80 m.
- Radio mínimo rueda interna trasera: 8.50 m.

3.6. VELOCIDAD DIRECTRIZ



El manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito considera una velocidad directriz de 20 Km/h, para estas carreteras del sistema vecinal.

3.7. RADIO MINIMO

El radio mínimo se ha calculado según la siguiente formula:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})} \dots (EC. - 17)$$

Donde:

R_{\min} = Radio Mínimo en metros.

V = Velocidad de Diseño en Km/h.

e_{\max} = Peralte máximo de la curva.

f_{\max} = Factor máximo de fricción.

CUADRO 3.3. FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA EN CURVAS

Velocidad Directriz (Km/h)	f
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

$$R_{\min} = 20^2 / 127 (0.01 * 9.25 + 0.18)$$

$$R_{\min} = 11.55 \text{ m}$$

CUADRO 3.4.



A continuación se presenta los radios considerados en el diseño:

PI N°	Radio de Diseño (m)	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Radio Mínimo
PI-1	30.000m	0+015.95m	0+035.41m	Cumple
PI-2	30.000m	0+060.56m	0+073.01m	Cumple
PI-3	80.000m	0+084.50m	0+107.73m	Cumple
PI-4	120.000m	0+185.75m	0+223.10m	Cumple
PI-5	12.000m	0+283.18m	0+312.24m	Cumple
PI-6	60.000m	0+351.39m	0+384.37m	Cumple
PI-7	30.000m	0+388.63m	0+406.93m	Cumple
PI-8	40.000m	0+437.19m	0+455.25m	Cumple
PI-9	20.000m	0+471.73m	0+481.31m	Cumple
PI-10	30.000m	0+496.16m	0+516.63m	Cumple
PI-11	60.000m	0+594.50m	0+614.56m	Cumple
PI-12	60.000m	0+719.79m	0+745.80m	Cumple
PI-13	90.000m	0+853.93m	0+926.60m	Cumple
PI-14	60.000m	0+987.10m	1+047.05m	Cumple
PI-15	50.000m	1+100.96m	1+123.97m	Cumple
PI-16	80.000m	1+200.04m	1+216.22m	Cumple
PI-17	60.000m	1+302.68m	1+351.80m	Cumple
PI-18	40.000m	1+369.15m	1+396.43m	Cumple
PI-19	80.000m	1+415.19m	1+446.21m	Cumple
PI-20	60.000m	1+576.60m	1+595.87m	Cumple
PI-21	20.000m	1+601.48m	1+621.25m	Cumple
PI-22	80.000m	1+655.88m	1+681.74m	Cumple
PI-23	60.000m	1+697.51m	1+724.79m	Cumple
PI-24	30.000m	1+838.19m	1+858.16m	Cumple
PI-25	60.000m	1+869.68m	1+906.13m	Cumple
PI-26	60.000m	2+013.17m	2+079.84m	Cumple
PI-27	30.000m	2+116.12m	2+147.22m	Cumple
PI-28	30.000m	2+164.11m	2+180.07m	Cumple
PI-29	50.000m	2+216.41m	2+245.40m	Cumple
PI-30	120.000m	2+457.48m	2+476.59m	Cumple



PI-31	30.000m	2+510.07m	2+519.68m	Cumple
PI-32	40.000m	2+589.30m	2+610.04m	Cumple
PI-33	20.000m	2+621.19m	2+634.62m	Cumple
PI-34	12.000m	2+677.83m	2+708.15m	Cumple
PI-35	20.000m	2+772.51m	2+787.64m	Cumple
PI-36	12.000m	2+808.14m	2+839.37m	Cumple
PI-37	40.000m	2+865.17m	2+894.12m	Cumple
PI-38	60.000m	2+988.59m	3+020.83m	Cumple
PI-39	120.000m	3+138.63m	3+175.31m	Cumple
PI-40	80.000m	3+242.45m	3+263.22m	Cumple
PI-41	60.000m	3+319.67m	3+383.96m	Cumple
PI-42	120.000m	3+437.19m	3+522.41m	Cumple
PI-43	30.000m	3+625.61m	3+667.21m	Cumple
PI-44	80.000m	3+709.93m	3+740.00m	Cumple
PI-45	120.000m	3+874.90m	3+934.35m	Cumple
PI-46	100.000m	4+150.74m	4+188.87m	Cumple
PI-47	60.000m	4+309.26m	4+354.24m	Cumple
PI-48	40.000m	4+399.11m	4+445.30m	Cumple

3.8. SOBREENCHO

El sobreencho se ha calculado según la siguiente fórmula:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots (EC. - 18)$$

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.)



CUADRO 3.5.CALCULO DE SOBREENCHOS

PI N°	Radio (m)	Dist. Entre ejes L (m)	N° de carriles (n)	Velocidad V (Km/h)	Sobreencho Sa (m)
PI-1	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-2	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-3	80.00	6.10	1	20	0.50
PI-4	120.00	6.10	1	20	0.35
PI-5	12.00	6.10	1	20	2.25
PI-6	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-7	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-8	40.00	6.10	1	20	0.80
PI-9	20.00	6.10	1	20	1.45
PI-10	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-11	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-12	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-13	90.00	6.10	1	20	0.45
PI-14	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-15	50.00	6.10	1	20	0.70
PI-16	80.00	6.10	1	20	0.50
PI-17	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-18	40.00	6.10	1	20	0.80
PI-19	80.00	6.10	1	20	0.50
PI-20	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-21	20.00	6.10	1	20	1.45
PI-22	80.00	6.10	1	20	0.50
PI-23	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-24	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-25	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-26	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-27	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-28	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-29	50.00	6.10	1	20	0.70
PI-30	120.00	6.10	1	20	0.35
PI-31	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-32	40.00	6.10	1	20	0.80
PI-33	20.00	6.10	1	20	1.45
PI-34	12.00	6.10	1	20	2.25
PI-35	20.00	6.10	1	20	1.45
PI-36	12.00	6.10	1	20	2.25
PI-37	40.00	6.10	1	20	0.80
PI-38	60.00	6.10	1	20	0.60



PI-39	120.00	6.10	1	20	0.35
PI-40	80.00	6.10	1	20	0.50
PI-41	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-42	120.00	6.10	1	20	0.35
PI-43	30.00	6.10	1	20	1.00
PI-44	80.00	6.10	1	20	0.50
PI-45	120.00	6.10	1	20	0.35
PI-46	100.00	6.10	1	20	0.40
PI-47	60.00	6.10	1	20	0.60
PI-48	40.00	6.10	1	20	0.80

3.9. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)

La pendiente más desfavorable en bajada según el diseño de la subrasante es de 11.81%.

El manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito en el cuadro N° 3.1.1, considera una distancia de visibilidad de parada de 20 m para pendientes máximas de hasta 9%; para nuestro al ser la pendiente mas desfavorable 11.98 consideraremos también una distancia de visibilidad de 20 m.

CUADRO 3.6.

Distancia de visibilidad de parada (m). Cuadro N° 3.1.1 (MDCNPBVT)

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

Entonces la distancia de visibilidad de parada será:

Dp = 20 m.



3.10. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (Da)

El presente estudio se está realizando en base a un solo carril, por lo que la distancia de paso o adelantamiento se considerará. Al ser de un solo carril se han considerado plazoletas de cruce de 3m de ancho por 30m de largo ubicadas estratégicamente cada 500 m aproximadamente

3.11. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.11.1. CURVAS HORIZONTALES

Las curvas horizontales o circulares se diseñarán teniendo en cuenta el radio mínimo y el radio máximo

- Radio mínimo: 11.55 m.
- Radio máximo: 10000 m.

CUADRO 3.7. RADIOS DE CURVAS HORIZONTALES

Curva N°	Radio de Diseño (m)	Sentido	Progresiva Inicial	Progresiva Final
C-1	30.00	D	0+015.95	0+035.41
C-2	30.00	I	0+060.56	0+073.01
C-3	80.00	D	0+084.50	0+107.73
C-4	120.00	I	0+185.75	0+223.10
C-5	12.00	I	0+283.18	0+312.24
C-6	60.00	D	0+351.39	0+384.37
C-7	30.00	I	0+388.63	0+406.93
C-8	40.00	D	0+437.19	0+455.25
C-9	20.00	I	0+471.73	0+481.31
C-10	30.00	D	0+496.16	0+516.63
C-11	60.00	I	0+594.50	0+614.56
C-12	60.00	I	0+719.79	0+745.80
C-13	90.00	I	0+853.93	0+926.60
C-14	60.00	D	0+987.10	1+047.05
C-15	50.00	I	1+100.96	1+123.97
C-16	80.00	I	1+200.04	1+216.22
C-17	60.00	D	1+302.68	1+351.80
C-18	40.00	I	1+369.15	1+396.43
C-19	80.00	D	1+415.19	1+446.21
C-20	60.00	I	1+576.60	1+595.87
C-21	20.00	D	1+601.48	1+621.25



C-22	80.00	I	1+655.88	1+681.74
C-23	60.00	D	1+697.51	1+724.79
C-24	30.00	I	1+838.19	1+858.16
C-25	60.00	I	1+869.68	1+906.13
C-26	60.00	D	2+013.17	2+079.84
C-27	30.00	I	2+116.12	2+147.22
C-28	30.00	D	2+164.11	2+180.07
C-29	50.00	I	2+216.41	2+245.40
C-30	120.00	I	2+457.48	2+476.59
C-31	30.00	I	2+510.07	2+519.68
C-32	40.00	D	2+589.30	2+610.04
C-33	20.00	I	2+621.19	2+634.62
C-34	12.00	D	2+677.83	2+708.15
C-35	20.00	D	2+772.51	2+787.64
C-36	12.00	I	2+808.14	2+839.37
C-37	40.00	I	2+865.17	2+894.12
C-38	60.00	D	2+988.59	3+020.83
C-39	120.00	I	3+138.63	3+175.31
C-40	80.00	D	3+242.45	3+263.22
C-41	60.00	D	3+319.67	3+383.96
C-42	120.00	D	3+437.19	3+522.41
C-43	30.00	I	3+625.61	3+667.21
C-44	80.00	I	3+709.93	3+740.00
C-45	120.00	D	3+874.90	3+934.35
C-46	100.00	D	4+150.74	4+188.87
C-47	60.00	I	4+309.26	4+354.24
C-48	40.00	D	4+399.11	4+445.30

Todas las curvas se encuentran dentro del intervalo de radio mínimo y radio máximo.

3.11.2. TRAMOS EN TANGENTE

Las longitudes de tramos en tangente, están dados por las expresiones:

$$L_{min.s} = 1,39 Vd... (EC. - 20)$$

$$L_{min.o} = 2,78 Vd... (EC. - 21)$$

$$L_{máx} = 16,70 Vd... (EC. - 22)$$

Siendo:



$L_{min.s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{min.o}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{m\acute{a}x}$ = Longitud máxima (m).

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

CALCULO DE LAS LONGITUDES DE LOS TRAMOS EN TANGENTE

$L_{min.s} = 1,39 V_d = 1,39 * 20 = 27.80 \text{ m.}$

$L_{min.o} = 2,78 V_d = 2.78 * 20 = 55.60 \text{ m.}$

$L_{m\acute{a}x} = 16,70 V_d = 16.70 * 20 = 334.00 \text{ m.}$

CUADRO 3.8. CUADRO DE LONGITUDES DE LOS TRAMOS EN TANGENTE

No PI	SENTIDO	RADIO	TRAMO (Del- Al)		TIPO DE CURVA	LONGITUD DEL TRAMO EN TANGENTE (m)
INICIO	-	-	INICIO	PI-1	-	15.955
PI-1	D	30.00	PI-1	PI-2	S	25.154
PI-2	I	30.00	PI-2	PI-3	S	11.482
PI-3	D	80.00	PI-3	PI-4	S	78.019
PI-4	I	120.00	PI-4	PI-5	U	60.077
PI-5	I	12.00	PI-5	PI-6	S	39.152
PI-6	D	60.00	PI-6	PI-7	S	4.263
PI-7	I	30.00	PI-7	PI-8	S	30.261
PI-8	D	40.00	PI-8	PI-9	S	16.476
PI-9	I	20.00	PI-9	PI-10	S	14.847
PI-10	D	30.00	PI-10	PI-11	S	77.869
PI-11	I	60.00	PI-11	PI-12	U	105.236
PI-12	I	60.00	PI-12	PI-13	U	108.136
PI-13	I	90.00	PI-13	PI-14	S	60.495
PI-14	D	60.00	PI-14	PI-15	S	53.91
PI-15	I	50.00	PI-15	PI-16	U	76.071
PI-16	I	80.00	PI-16	PI-17	S	86.463
PI-17	D	60.00	PI-17	PI-18	S	17.353
PI-18	I	40.00	PI-18	PI-19	S	18.762
PI-19	D	80.00	PI-19	PI-20	S	130.386
PI-20	I	60.00	PI-20	PI-21	S	5.615
PI-21	D	20.00	PI-21	PI-22	S	34.634
PI-22	I	80.00	PI-22	PI-23	S	15.769
PI-23	D	60.00	PI-23	PI-24	S	113.401
PI-24	I	30.00	PI-24	PI-25	U	11.526
PI-25	I	60.00	PI-25	PI-26	S	107.038
PI-26	D	60.00	PI-26	PI-27	S	36.287
PI-27	I	30.00	PI-27	PI-28	S	16.886
PI-28	D	30.00	PI-28	PI-29	S	36.345



PI-29	I	50.00	PI-29	PI-30	U	212.08
PI-30	I	120.00	PI-30	PI-31	U	33.484
PI-31	I	30.00	PI-31	PI-32	S	69.62
PI-32	D	40.00	PI-32	PI-33	S	11.146
PI-33	I	20.00	PI-33	PI-34	S	43.21
PI-34	D	12.00	PI-34	PI-35	U	64.362
PI-35	D	20.00	PI-35	PI-36	S	20.497
PI-36	I	12.00	PI-36	PI-37	U	25.797
PI-37	I	40.00	PI-37	PI-38	S	94.463
PI-38	D	60.00	PI-38	PI-39	S	117.801
PI-39	I	120.00	PI-39	PI-40	S	67.14
PI-40	D	80.00	PI-40	PI-41	U	56.457
PI-41	D	60.00	PI-41	PI-42	U	53.229
PI-42	D	120.00	PI-42	PI-43	S	103.195
PI-43	I	30.00	PI-43	PI-44	U	42.714
PI-44	I	80.00	PI-44	PI-45	S	134.904
PI-45	D	120.00	PI-45	PI-46	U	216.389
PI-46	D	100.00	PI-46	PI-47	S	120.395
PI-47	I	60.00	PI-47	PI-48	S	44.874
PI-48	D	40.00	PI-48	FIN	-	169.444

Como se observa algunas longitudes de los tramos en tangente no se encuentran dentro del rango de las longitudes mínimas, esto se debe a la topografía accidentada que nos ha obligado a realizar un trazo que evite el excesivo movimiento de tierras y por lo tanto encarecer el costo del proyecto.

3.12. DISEÑO DE RASANTE

3.12.1. PENDIENTE DE DISEÑO

La pendiente es la relación en porcentaje del desnivel entre dos puntos y su distancia horizontal.

CUADRO 3.9. PENDIENTES MÁXIMAS.

OROGRAFÍA TIPO	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
VELOCIDAD DE DISEÑO:				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

La pendiente máxima para una velocidad directriz de 20 Km/h y el terreno con orografía tipo 2 y 3 es de 12%.

La pendiente mínima en tramos de corte es de 0.5%.



CUADRO 3.10. CUADRO DE PENDIENTES DE DISEÑO

Curva N°	Progresiva PVI	Elevación PVI	Pendiente Ingreso (%)	Pendiente Salida (%)
CV-1	0+132.62	3222.78	1.65%	-11.68%
CV-2	0+372.48	3194.76	-11.68%	3.13%
CV-3	0+473.81	3197.94	3.13%	-11.90%
CV-4	0+656.58	3176.18	-11.90%	2.82%
CV-5	0+750.29	3178.82	2.82%	-10.02%
CV-6	0+978.33	3155.97	-10.02%	7.76%
CV-7	1+097.49	3165.21	7.76%	-11.47%
CV-8	1+748.61	3090.53	-11.47%	11.98%
CV-9	1+974.44	3117.58	11.98%	-1.11%
CV-10	2+481.09	3111.94	-1.11%	-11.81%
CV-11	3+014.04	3049.01	-11.81%	-0.68%
CV-12	3+163.09	3047.99	-0.68%	-7.62%
CV-13	3+335.43	3034.85	-7.62%	5.73%
CV-14	3+710.94	3056.38	5.73%	-8.34%
CV-15	3+828.51	3046.58	-8.34%	-1.42%
CV-16	3+994.42	3044.22	-1.42%	-7.16%
CV-17	4+141.46	3033.70	-7.16%	-0.62%
CV-18	4+333.62	3032.51	-0.62%	-9.30%
CV-19	4+421.60	3024.33	-9.30%	1.51%
CV-20	4+497.28	3025.47	1.51%	-11.70%
CV-21	4+570.16	3016.95	-11.70%	7.76%

Las pendientes de diseño se encuentran dentro de las mínimas y máximas.

3.12.2. CURVAS VERTICALES

3.12.2.1. CURVAS CONVEXAS

- Cuando se desea contar con distancia de visibilidad de parada:

$$D_p = 20 \text{ m}$$

$$\text{Para } D_p > L \quad L = 2D_p - \frac{444}{A} \dots (EC. - 23)$$



Para $D_p < L$ $L = \frac{D_p^2 A}{444} \dots (EC. - 24)$

CUADRO 3.11. LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS CON D_p

Curva N°	Tipo de Curva	Pendiente Ingreso (%)	Pendiente Salida (%)	Diferencia Algebraica de pendientes A (%)	Para $D_p > L$	Para $D_p < L$	L Asumido
CV-1	Convexa	1.65%	-11.68%	13.33	6.69	12.01	120.00
CV-2	Cóncava	-11.68%	3.13%	14.82	10.04	13.35	60.00
CV-3	Convexa	3.13%	-11.90%	15.04	10.48	13.55	80.00
CV-4	Cóncava	-11.90%	2.82%	14.73	9.86	13.27	80.00
CV-5	Convexa	2.82%	-10.02%	12.85	5.45	11.58	80.00
CV-6	Cóncava	-10.02%	7.76%	17.78	15.03	16.02	100.00
CV-7	Convexa	7.76%	-11.47%	19.22	16.90	17.32	80.00
CV-8	Cóncava	-11.47%	11.98%	23.45	21.07	21.13	150.00
CV-9	Convexa	11.98%	-1.11%	13.09	6.08	11.79	200.00
CV-10	Convexa	-1.11%	-11.81%	10.70	-1.50	9.64	200.00
CV-11	Cóncava	-11.81%	-0.68%	11.12	0.07	10.02	100.00
CV-12	Convexa	-0.68%	-7.62%	6.94	-23.98	6.25	80.00
CV-13	Cóncava	-7.62%	5.73%	13.35	6.74	12.03	150.00
CV-14	Convexa	5.73%	-8.34%	14.07	8.44	12.68	120.00
CV-15	Cóncava	-8.34%	-1.42%	6.92	-24.16	6.23	80.00
CV-16	Convexa	-1.42%	-7.16%	5.74	-37.35	5.17	100.00
CV-17	Cóncava	-7.16%	-0.62%	6.54	-27.89	5.89	120.00
CV-18	Convexa	-0.62%	-9.30%	8.68	-11.15	7.82	80.00
CV-19	Cóncava	-9.30%	1.51%	10.81	-1.07	9.74	60.00
CV-20	Convexa	1.51%	-11.70%	13.21	6.39	11.90	60.00
CV-21	Cóncava	-11.70%	7.76%	19.46	17.18	17.53	80.00

Los valores negativos indican que si se tiene buena distancia de visibilidad de parada, para lo cual se debe plantear que la longitud de las curvas verticales convexas sea mínimas.

3.12.2.2. CURVAS CONCAVAS

La longitud de la curva vertical cumplirá la condición:

$$L \geq V$$

Siendo:

L: Longitud de la curva (m).

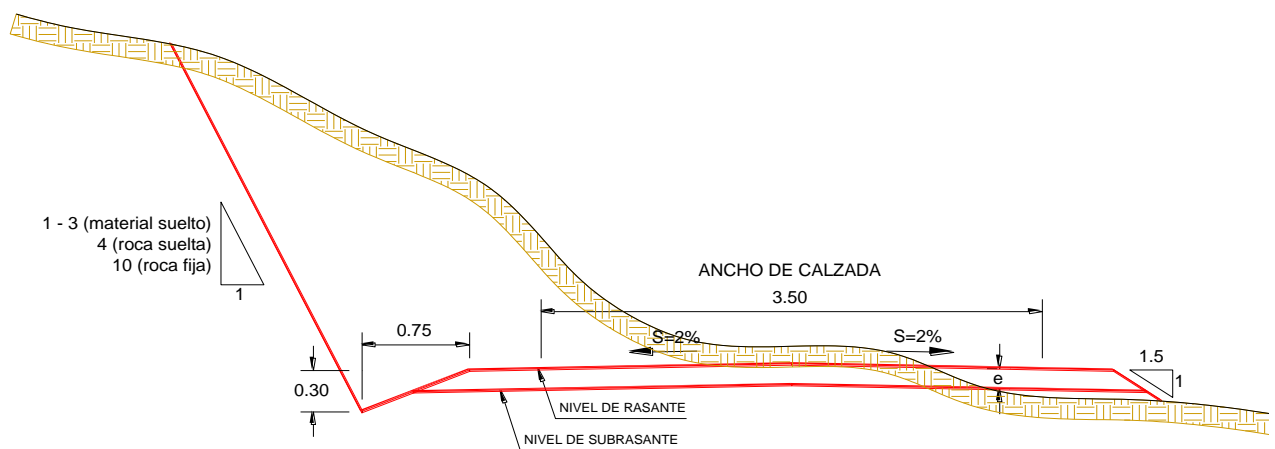
V: Velocidad Directriz (Km/h).

3.13. DISEÑO PARA LAS SECCIONES TRANSVERSALES

3.13.1. ANCHO DE CALZADA

Para una carretera de bajo volumen de transito el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito especifica un ancho de calzada para un índice medio diario menor a 15 veh/día, entre 3.50 m a 4.50 m.

FIGURA – 05. SECCION TIPICA – ANCHO DE CALZADA



3.13.2. ANCHO DE BERMAS

Para una carretera de bajo volumen de transito el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito especifica un ancho de bermas a ambos lados de 0.50m.

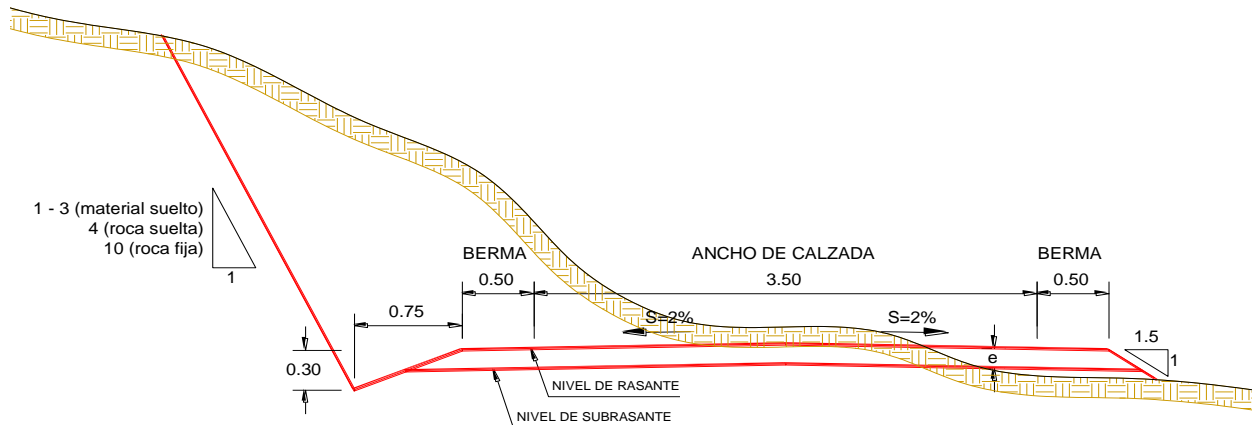


FIGURA – 06. SECCION TIPICA – ANCHO DE BERMAS

3.13.3. BOMBEO DE CALZADA

De acuerdo a la precipitación media el bombeo será igual a 2%.

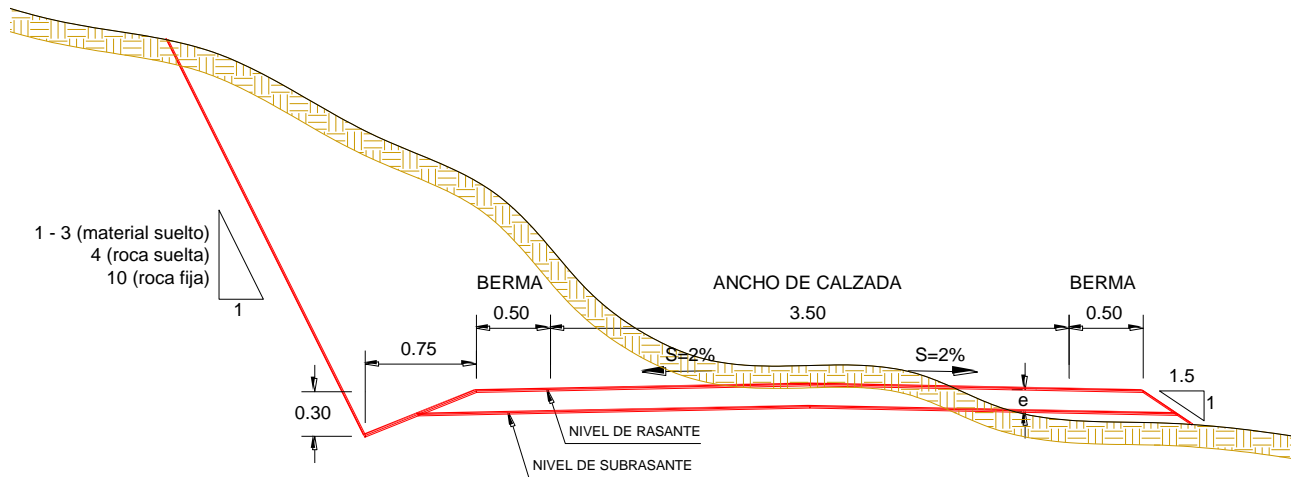


FIGURA – 7. SECCION TIPICA – BOMBEO DE CALZADA



3.13.4. PERALTE

El peralte máximo elegido es de 9.25%.

CUADRO 3.12. RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS

Velocidad Directriz (km/h)	PERALTE MÁXIMO e(%)	Valor Límite de fricción f_{max}	Calculado Radio mínimo (m)	Redondeo Radio mínimo (m)
20	10.0 0	0.18	11.55	12.00

3.13.5. LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE

La longitud de transición del peralte se ha calculado de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO 3.13. LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIÓN DE BOMBEO Y TRANSICIÓN DE PERALTE

Velocidad Directriz (km/h)	Valor del Peralte						Transición de Bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	LONGITUD DE TRANSICIÓN DE PERALTE (M)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	66	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14

Cálculo de las longitudes de curva de transición utilizando las siguientes fórmulas:

$$L_{min.} = 0.0178 V^3/R... (EC. - 27)$$

$$L_{máx.} = (24R)^{0.5}... (EC. - 28)$$

Donde:

R = Radio de la curvatura circular horizontal.

$L_{min.}$ = Longitud mínima de la curva de transición.

$L_{máx.}$ = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km/h.



CUADRO 3.14. LONGITUD DE TRANSICION

PI N°	Radio de Diseño (m)	Velocidad V(Km/h)	Long. De Curva de Transición Lmin. (m)	Long. De Curva de Transición Lmáx. (m)	Long. De Curva de Transición Lpromedio (m)
PI-1	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-2	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-3	80.00	20	1.78	43.82	22.80
PI-4	120.00	20	1.19	53.67	27.43
PI-5	12.00	20	11.87	16.97	14.42
PI-6	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-7	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-8	40.00	20	3.56	30.98	17.27
PI-9	20.00	20	7.12	21.91	14.51
PI-10	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-11	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-12	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-13	90.00	20	1.58	46.48	24.03
PI-14	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-15	50.00	20	2.85	34.64	18.74
PI-16	80.00	20	1.78	43.82	22.80
PI-17	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-18	40.00	20	3.56	30.98	17.27
PI-19	80.00	20	1.78	43.82	22.80
PI-20	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-21	20.00	20	7.12	21.91	14.51
PI-22	80.00	20	1.78	43.82	22.80
PI-23	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-24	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-25	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-26	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-27	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-28	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-29	50.00	20	2.85	34.64	18.74
PI-30	120.00	20	1.19	53.67	27.43
PI-31	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-32	40.00	20	3.56	30.98	17.27
PI-33	20.00	20	7.12	21.91	14.51
PI-34	12.00	20	11.87	16.97	14.42
PI-35	20.00	20	7.12	21.91	14.51
PI-36	12.00	20	11.87	16.97	14.42
PI-37	40.00	20	3.56	30.98	17.27
PI-38	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-39	120.00	20	1.19	53.67	27.43
PI-40	80.00	20	1.78	43.82	22.80
PI-41	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-42	120.00	20	1.19	53.67	27.43
PI-43	30.00	20	4.75	26.83	15.79
PI-44	80.00	20	1.78	43.82	22.80
PI-45	120.00	20	1.19	53.67	27.43
PI-46	100.00	20	1.42	48.99	25.21

PI-47	60.00	20	2.37	37.95	20.16
PI-48	40.00	20	3.56	30.98	17.27

3.13.6. PLAZOLETAS

Las plazoletas de cruce o estacionamiento serán de las dimensiones mínimas de 3 m de ancho por 30 m de largo, y serán ubicadas cada 500 m aproximadamente.

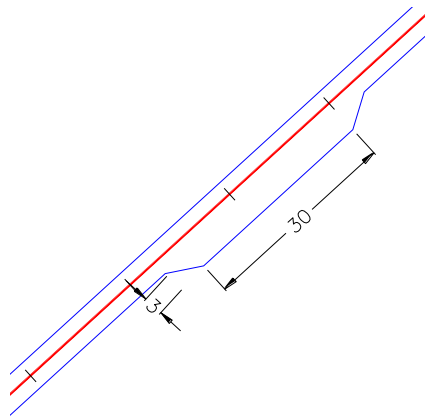


FIGURA – 8. PLAZOLETAS

3.13.7. CUNETAS

CUADRO 3.15. DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS

REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Lluviosa	0.30	0.75

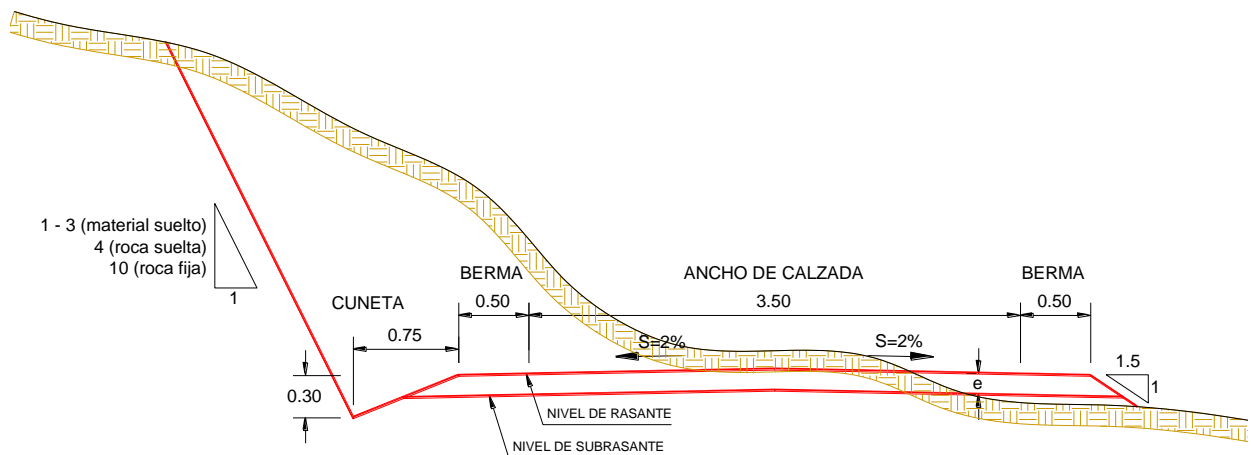




FIGURA – 9. SECCION TIPICA CUNETAS

3.13.8. TALUDES.

Los taludes de corte y de relleno se detallan a continuación:

CUADRO 3.16. TALUDES DE CORTE

TALUDES DE CORTE			
CLASE DE TERRENO	TALUD (V : H)		
	H < 5.00	5 < H < 10	H > 10
Roca Fija	10 : 1	(*)	(*)
Roca Suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(*)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(*)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(*)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(*)
Tierra Compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(*)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(*)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(*)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(*)

(*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

CUADRO 3.17. TALUDES DE RELLENO

TALUDES DE RELLENO			
MATERIALES	TALUD (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(*)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(*)
Arena Compactada	1 : 2	(*)	(*)

(*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad



3.14. METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
00+000	1.34	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00
00+010	0.87	2.16	11.05	15.50	11.05	15.50
00+020	1.47	13.15	11.70	76.55	22.75	92.05
00+030	4.30	5.62	28.85	93.85	51.60	185.90
00+040	3.58	4.56	39.40	50.90	91.00	236.80
00+050	6.69	0.68	51.35	26.20	142.35	263.00
00+060	2.52	4.52	46.05	26.00	188.40	289.00
00+080	3.88	0.34	64.00	48.60	252.40	337.60
00+100	14.21	0.00	180.90	1.70	433.30	339.30
00+120	7.77	0.04	219.80	0.20	653.10	339.50
00+140	12.54	0.10	203.10	1.40	856.20	340.90
00+160	33.93	0.00	464.70	0.50	1,320.90	341.40
00+180	70.76	0.00	1046.90	0.00	2,367.80	341.40
00+200	79.69	0.00	1504.50	0.00	3,872.30	341.40
00+220	76.90	1.10	1565.90	5.50	5,438.20	346.90
00+240	77.98	0.00	1548.80	5.50	6,987.00	352.40
00+260	22.19	0.00	1001.70	0.00	7,988.70	352.40
00+280	2.29	0.04	244.80	0.20	8,233.50	352.60
00+290	25.08	0.00	136.85	0.10	8,370.35	352.70
00+300	20.76	0.00	229.20	0.00	8,599.55	352.70
00+310	0.00	17.83	51.90	44.58	8,651.45	397.28
00+320	0.00	12.52	0.00	151.75	8,651.45	549.03
00+340	6.27	4.42	31.35	169.40	8,682.80	718.43
00+360	3.68	2.36	99.50	67.80	8,782.30	786.23
00+380	4.40	2.42	80.80	47.80	8,863.10	834.03
00+400	4.87	1.47	92.70	38.90	8,955.80	872.93
00+420	8.83	0.40	137.00	18.70	9,092.80	891.63
00+440	18.22	0.00	270.50	2.00	9,363.30	893.63
00+460	6.24	3.48	244.60	17.40	9,607.90	911.03
00+480	28.48	0.00	347.20	17.40	9,955.10	928.43
00+500	71.81	0.00	1002.90	0.00	10,958.00	928.43
00+520	75.58	0.00	1473.90	0.00	12,431.90	928.43
00+540	43.57	0.00	1191.50	0.00	13,623.40	928.43
00+560	7.60	2.78	511.70	13.90	14,135.10	942.33
00+580	0.00	20.89	38.00	236.70	14,173.10	1,179.03
00+600	0.00	28.82	0.00	497.10	14,173.10	1,676.13



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL,
DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
00+620	0.00	12.60	0.00	414.20	14,173.10	2,090.33
00+640	0.00	7.55	0.00	201.50	14,173.10	2,291.83
00+660	7.62	0.43	38.10	79.80	14,211.20	2,371.63
00+680	17.71	0.00	253.30	2.15	14,464.50	2,373.78
00+700	20.08	0.40	377.90	2.00	14,842.40	2,375.78
00+720	16.74	2.78	368.20	31.80	15,210.60	2,407.58
00+740	6.86	6.33	236.00	91.10	15,446.60	2,498.68
00+760	6.64	1.00	135.00	73.30	15,581.60	2,571.98
00+780	6.32	1.13	129.60	21.30	15,711.20	2,593.28
00+800	9.36	0.97	156.80	21.00	15,868.00	2,614.28
00+820	13.76	1.78	231.20	27.50	16,099.20	2,641.78
00+840	20.86	0.00	346.20	8.90	16,445.40	2,650.68
00+860	32.84	0.00	537.00	0.00	16,982.40	2,650.68
00+880	4.22	1.26	370.60	6.30	17,353.00	2,656.98
00+900	2.29	0.16	65.10	14.20	17,418.10	2,671.18
00+920	8.46	0.00	107.50	0.80	17,525.60	2,671.98
00+940	11.45	0.00	199.10	0.00	17,724.70	2,671.98
00+960	13.60	0.00	250.50	0.00	17,975.20	2,671.98
00+980	8.43	0.00	220.30	0.00	18,195.50	2,671.98
01+000	1.26	0.60	96.90	3.00	18,292.40	2,674.98
01+010	2.49	0.06	18.75	3.30	18,311.15	2,678.28
01+020	1.43	0.70	19.60	3.80	18,330.75	2,682.08
01+030	0.00	5.09	3.58	28.95	18,334.33	2,711.03
01+040	0.06	3.29	0.15	41.90	18,334.48	2,752.93
01+060	3.36	4.04	34.20	73.30	18,368.68	2,826.23
01+080	11.14	0.00	145.00	20.20	18,513.68	2,846.43
01+100	14.09	0.00	252.30	0.00	18,765.98	2,846.43
01+120	22.26	0.00	363.50	0.00	19,129.48	2,846.43
01+140	23.31	0.00	455.70	0.00	19,585.18	2,846.43
01+160	24.78	0.00	480.90	0.00	20,066.08	2,846.43
01+180	25.55	0.00	503.30	0.00	20,569.38	2,846.43
01+200	24.32	0.00	498.70	0.00	21,068.08	2,846.43
01+220	16.39	0.00	407.10	0.00	21,475.18	2,846.43
01+240	12.25	0.00	286.40	0.00	21,761.58	2,846.43
01+260	8.10	0.00	203.50	0.00	21,965.08	2,846.43
01+280	0.99	1.48	90.90	7.40	22,055.98	2,853.83
01+300	0.00	13.00	4.95	144.80	22,060.93	2,998.63



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL,
DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
01+320	0.00	19.69	0.00	326.90	22,060.93	3,325.53
01+330	20.48	0.00	51.20	49.23	22,112.13	3,374.75
01+340	7.43	5.88	139.55	14.70	22,251.68	3,389.45
01+360	22.47	0.00	299.00	29.40	22,550.68	3,418.85
01+380	9.99	0.00	324.60	0.00	22,875.28	3,418.85
01+400	12.42	0.00	224.10	0.00	23,099.38	3,418.85
01+420	20.13	0.00	325.50	0.00	23,424.88	3,418.85
01+440	26.25	0.00	463.80	0.00	23,888.68	3,418.85
01+460	16.52	0.00	427.70	0.00	24,316.38	3,418.85
01+480	7.22	0.08	237.40	0.40	24,553.78	3,419.25
01+500	3.79	3.95	110.10	40.30	24,663.88	3,459.55
01+520	2.27	2.81	60.60	67.60	24,724.48	3,527.15
01+540	0.00	8.88	11.35	116.90	24,735.83	3,644.05
01+560	0.00	13.54	0.00	224.20	24,735.83	3,868.25
01+580	0.00	18.37	0.00	319.10	24,735.83	4,187.35
01+600	0.00	15.71	0.00	340.80	24,735.83	4,528.15
01+610	0.00	14.00	0.00	148.55	24,735.83	4,676.70
01+620	0.00	11.57	0.00	127.85	24,735.83	4,804.55
01+640	0.00	6.02	0.00	175.90	24,735.83	4,980.45
01+660	9.29	0.76	46.45	67.80	24,782.28	5,048.25
01+680	32.11	0.00	414.00	3.80	25,196.28	5,052.05
01+700	56.79	0.00	889.00	0.00	26,085.28	5,052.05
01+720	108.28	0.00	1650.70	0.00	27,735.98	5,052.05
01+740	54.96	0.00	1632.40	0.00	29,368.38	5,052.05
01+760	26.14	0.00	811.00	0.00	30,179.38	5,052.05
01+780	0.00	7.51	130.70	37.55	30,310.08	5,089.60
01+800	0.00	23.78	0.00	312.90	30,310.08	5,402.50
01+820	0.00	28.82	0.00	526.00	30,310.08	5,928.50
01+840	0.00	92.96	0.00	1217.80	30,310.08	7,146.30
01+860	0.00	12.11	0.00	1050.70	30,310.08	8,197.00
01+880	101.11	0.00	505.55	60.55	30,815.63	8,257.55
01+900	71.59	0.00	1727.00	0.00	32,542.63	8,257.55
01+920	79.47	0.00	1510.60	0.00	34,053.23	8,257.55
01+940	61.05	0.00	1405.20	0.00	35,458.43	8,257.55
01+960	47.91	0.00	1089.60	0.00	36,548.03	8,257.55
01+980	35.26	0.00	831.70	0.00	37,379.73	8,257.55
02+000	46.01	0.00	812.70	0.00	38,192.43	8,257.55



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL,
DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
02+020	46.80	0.00	928.10	0.00	39,120.53	8,257.55
02+030	46.47	0.00	466.35	0.00	39,586.88	8,257.55
02+040	37.70	0.00	420.85	0.00	40,007.73	8,257.55
02+050	39.42	0.00	385.60	0.00	40,393.33	8,257.55
02+060	40.28	0.00	398.50	0.00	40,791.83	8,257.55
02+070	33.48	0.00	368.80	0.00	41,160.63	8,257.55
02+080	20.33	0.00	269.05	0.00	41,429.68	8,257.55
02+100	4.39	5.86	247.20	29.30	41,676.88	8,286.85
02+120	0.00	17.67	21.95	235.30	41,698.83	8,522.15
02+130	0.00	24.10	0.00	208.85	41,698.83	8,731.00
02+140	0.00	19.94	0.00	220.20	41,698.83	8,951.20
02+160	0.00	25.67	0.00	456.10	41,698.83	9,407.30
02+180	0.00	15.60	0.00	412.70	41,698.83	9,820.00
02+200	0.00	7.23	0.00	228.30	41,698.83	10,048.30
02+220	0.00	8.50	0.00	157.30	41,698.83	10,205.60
02+240	5.28	1.11	26.40	96.10	41,725.23	10,301.70
02+260	41.03	0.00	463.10	5.55	42,188.33	10,307.25
02+280	35.77	0.00	768.00	0.00	42,956.33	10,307.25
02+300	31.64	0.00	674.10	0.00	43,630.43	10,307.25
02+320	27.62	0.00	592.60	0.00	44,223.03	10,307.25
02+340	25.17	0.00	527.90	0.00	44,750.93	10,307.25
02+360	25.62	0.00	507.90	0.00	45,258.83	10,307.25
02+380	26.73	0.00	523.50	0.00	45,782.33	10,307.25
02+400	29.17	0.00	559.00	0.00	46,341.33	10,307.25
02+420	34.24	0.00	634.10	0.00	46,975.43	10,307.25
02+440	59.53	0.00	937.70	0.00	47,913.13	10,307.25
02+460	57.75	0.00	1172.80	0.00	49,085.93	10,307.25
02+480	35.21	0.00	929.60	0.00	50,015.53	10,307.25
02+500	20.60	4.68	558.10	23.40	50,573.63	10,330.65
02+520	9.28	0.85	298.80	55.30	50,872.43	10,385.95
02+540	6.22	7.11	155.00	79.60	51,027.43	10,465.55
02+560	21.70	0.00	279.20	35.55	51,306.63	10,501.10
02+580	34.32	0.00	560.20	0.00	51,866.83	10,501.10
02+600	50.99	0.00	853.10	0.00	52,719.93	10,501.10
02+620	67.66	0.00	1186.50	0.00	53,906.43	10,501.10
02+640	38.68	0.00	1063.40	0.00	54,969.83	10,501.10



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL,
DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
02+660	13.56	1.92	522.40	9.60	55,492.23	10,510.70
02+680	20.76	0.00	343.20	9.60	55,835.43	10,520.30
02+690	0.00	15.56	51.90	38.90	55,887.33	10,559.20
02+700	0.00	109.67	0.00	626.15	55,887.33	11,185.35
02+710	0.00	90.69	0.00	1001.80	55,887.33	12,187.15
02+730	0.00	73.99	0.00	1646.80	55,887.33	13,833.95
02+750	0.00	33.32	0.00	1073.10	55,887.33	14,907.05
02+760	0.52	11.50	1.30	224.10	55,888.63	15,131.15
02+770	16.72	0.96	86.20	62.30	55,974.83	15,193.45
02+790	43.24	0.00	599.60	4.80	56,574.43	15,198.25
02+800	54.54	0.00	488.90	0.00	57,063.33	15,198.25
02+810	66.20	0.00	603.70	0.00	57,667.03	15,198.25
02+820	42.96	0.00	545.80	0.00	58,212.83	15,198.25
02+830	4.67	0.01	238.15	0.03	58,450.98	15,198.28
02+840	3.49	2.36	40.80	11.85	58,491.78	15,210.13
02+860	6.92	4.97	104.10	73.30	58,595.88	15,283.43
02+880	13.73	0.00	206.50	24.85	58,802.38	15,308.28
02+900	17.03	0.00	307.60	0.00	59,109.98	15,308.28
02+920	33.85	0.00	508.80	0.00	59,618.78	15,308.28
02+940	22.75	0.00	566.00	0.00	60,184.78	15,308.28
02+960	39.83	0.00	625.80	0.00	60,810.58	15,308.28
02+980	61.63	0.00	1014.60	0.00	61,825.18	15,308.28
03+000	79.33	0.00	1409.60	0.00	63,234.78	15,308.28
03+020	49.52	0.00	1288.50	0.00	64,523.28	15,308.28
03+040	9.67	6.29	591.90	31.45	65,115.18	15,339.73
03+060	4.59	2.56	142.60	88.50	65,257.78	15,428.23
03+080	6.02	0.42	106.10	29.80	65,363.88	15,458.03
03+100	10.92	0.00	169.40	2.10	65,533.28	15,460.13
03+120	6.72	0.00	176.40	0.00	65,709.68	15,460.13
03+140	13.23	0.00	199.50	0.00	65,909.18	15,460.13
03+160	9.00	0.00	222.30	0.00	66,131.48	15,460.13
03+180	4.83	3.79	138.30	18.95	66,269.78	15,479.08
03+200	5.47	6.53	103.00	103.20	66,372.78	15,582.28
03+220	7.19	3.34	126.60	98.70	66,499.38	15,680.98
03+240	7.98	9.52	151.70	128.60	66,651.08	15,809.58
03+260	7.97	4.56	159.50	140.80	66,810.58	15,950.38
03+280	4.41	8.76	123.80	133.20	66,934.38	16,083.58



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL,
DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
03+300	0.65	2.90	50.60	116.60	66,984.98	16,200.18
03+320	9.21	0.00	98.60	14.50	67,083.58	16,214.68
03+330	16.00	0.00	126.05	0.00	67,209.63	16,214.68
03+340	18.49	0.00	172.45	0.00	67,382.08	16,214.68
03+350	5.66	0.01	120.75	0.03	67,502.83	16,214.70
03+360	0.00	16.10	14.15	80.55	67,516.98	16,295.25
03+370	0.92	8.47	2.30	122.85	67,519.28	16,418.10
03+380	7.65	0.00	42.85	21.18	67,562.13	16,439.28
03+390	13.61	0.00	106.30	0.00	67,668.43	16,439.28
03+400	13.07	0.00	133.40	0.00	67,801.83	16,439.28
03+420	10.18	0.00	232.50	0.00	68,034.33	16,439.28
03+440	11.20	0.00	213.80	0.00	68,248.13	16,439.28
03+460	8.81	0.00	200.10	0.00	68,448.23	16,439.28
03+480	3.66	1.57	124.70	7.85	68,572.93	16,447.13
03+500	8.87	0.00	125.30	7.85	68,698.23	16,454.98
03+520	9.54	0.00	184.10	0.00	68,882.33	16,454.98
03+540	6.59	0.00	161.30	0.00	69,043.63	16,454.98
03+560	0.00	21.17	32.95	105.85	69,076.58	16,560.83
03+580	2.57	1.90	12.85	230.70	69,089.43	16,791.53
03+600	5.24	1.45	78.10	33.50	69,167.53	16,825.03
03+620	9.65	0.50	148.90	19.50	69,316.43	16,844.53
03+640	33.33	0.00	429.80	2.50	69,746.23	16,847.03
03+650	41.07	0.00	372.00	0.00	70,118.23	16,847.03
03+660	12.48	0.00	267.75	0.00	70,385.98	16,847.03
03+680	14.68	0.00	271.60	0.00	70,657.58	16,847.03
03+700	18.32	0.00	330.00	0.00	70,987.58	16,847.03
03+720	24.13	0.00	424.50	0.00	71,412.08	16,847.03
03+740	9.91	0.41	340.40	2.05	71,752.48	16,849.08
03+760	15.53	0.00	254.40	2.05	72,006.88	16,851.13
03+780	4.12	0.00	196.50	0.00	72,203.38	16,851.13
03+800	4.39	0.00	85.10	0.00	72,288.48	16,851.13
03+820	1.37	0.94	57.60	4.70	72,346.08	16,855.83
03+840	10.62	0.00	119.90	4.70	72,465.98	16,860.53
03+860	6.33	0.00	169.50	0.00	72,635.48	16,860.53
03+880	0.39	0.40	67.20	2.00	72,702.68	16,862.53
03+900	0.82	0.34	12.10	7.40	72,714.78	16,869.93
03+920	0.37	9.92	11.90	102.60	72,726.68	16,972.53



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL,
DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”

METRADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS						
PROGRESIVA	ÁREA DE CORTE	ÁREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO
03+940	27.88	3.09	282.50	130.10	73,009.18	17,102.63
03+960	15.18	0.59	430.60	36.80	73,439.78	17,139.43
03+980	4.35	0.19	195.30	7.80	73,635.08	17,147.23
04+000	3.99	0.14	83.40	3.30	73,718.48	17,150.53
04+020	7.11	0.00	111.00	0.70	73,829.48	17,151.23
04+040	12.48	0.00	195.90	0.00	74,025.38	17,151.23
04+060	15.57	0.00	280.50	0.00	74,305.88	17,151.23
04+080	15.00	0.00	305.70	0.00	74,611.58	17,151.23
04+100	17.30	0.00	323.00	0.00	74,934.58	17,151.23
04+120	6.88	0.07	241.80	0.35	75,176.38	17,151.58
04+140	1.42	7.29	83.00	73.60	75,259.38	17,225.18
04+160	14.50	0.00	159.20	36.45	75,418.58	17,261.63
04+180	18.21	0.00	327.10	0.00	75,745.68	17,261.63
04+200	6.47	0.22	246.80	1.10	75,992.48	17,262.73
04+220	1.91	1.06	83.80	12.80	76,076.28	17,275.53
04+240	0.00	3.73	9.55	47.90	76,085.83	17,323.43
04+260	0.17	1.93	0.85	56.60	76,086.68	17,380.03
04+280	0.99	0.49	11.60	24.20	76,098.28	17,404.23
04+300	2.38	4.17	33.70	46.60	76,131.98	17,450.83
04+320	4.77	3.96	71.50	81.30	76,203.48	17,532.13
04+340	4.51	2.36	92.80	63.20	76,296.28	17,595.33
04+360	2.18	0.21	66.90	25.70	76,363.18	17,621.03
04+380	2.82	0.04	50.00	2.50	76,413.18	17,623.53
04+400	4.88	0.00	77.00	0.20	76,490.18	17,623.73
04+410	4.04	0.00	44.60	0.00	76,534.78	17,623.73
04+420	2.57	1.22	33.05	3.05	76,567.83	17,626.78
04+430	0.42	2.53	14.95	18.75	76,582.78	17,645.53
04+440	11.79	0.00	61.05	6.33	76,643.83	17,651.85
04+460	6.19	0.00	179.80	0.00	76,823.63	17,651.85
04+480	3.07	1.27	92.60	6.35	76,916.23	17,658.20
04+500	12.63	0.00	157.00	6.35	77,073.23	17,664.55
04+520	5.62	0.00	182.50	0.00	77,255.73	17,664.55
04+540	2.49	0.60	81.10	3.00	77,336.83	17,667.55
04+560	0.37	0.43	28.60	10.30	77,365.43	17,677.85
04+580	2.28	0.06	26.50	4.90	77,391.93	17,682.75
04+600	3.24	0.00	55.20	0.30	77,447.13	17,683.05
04+614	0.71	0.78	27.65	2.73	77,474.78	17,685.78



CUADRO 3.18. FICHA TÉCNICA RESUMEN	
Inicio del Tramo	Cruce Cujibamba Km 0+000
Fin del Tramo	C.P. Tejechal Km 4+614
Longitud	4.614 Km.
Clasificación	Trocha Carrozable
Número de vías	01
Velocidad Directriz	20 Km/h
Radio Mínimo	12.00 m
Pendiente Máxima	11.98%
Pendiente Mínima	0.62 %
Superficie de Rodadura	3.50 m
Bombeo	2%
Peralte	9.25% máximo
Sobreancho	De acuerdo a normas
<u>Talud de corte</u> Material Suelto Roca Fija Roca Suelta	Según tipo de terreno 1 : 1 10 : 1 4 : 1
<u>Talud de relleno</u> Suelo diversos compactados	Según tipo de terreno 1 : 1.5
Plazoletas de Estacionamiento o Cruce	Cada 500 metros de 3.00 x 30 m.
Cunetas	0.75 x 0.30 m



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES:

- ✓ Se realizó el diseño de una carretera de bajo volumen de Transito de acuerdo a lo establecido en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.
- ✓ Se establecieron los parámetros que la norma solicita para un diseño óptimo de una carretera tanto longitudinal como transversal.
- ✓ Este documento servirá de base para el diseño de esta carretera, cuando se realice el expediente técnico de este proyecto y posterior ejecución.

RECOMENDACIONES:

- ✓ Realizar un levantamiento topográfico detallado para no tener inconvenientes con el diseño, metrados y costos del proyecto se debe realizar un adecuado levantamiento topográfico.
- ✓ Para realizar un buen replanteo y evitar modificaciones considerables se debe monumentar los BMs.
- ✓ Se recomienda que la ejecución de este Proyecto debe realizarse en época de verano de lo contrario el contratista tendrá serias dificultades debido a las condiciones climáticas y a la naturaleza de los suelos que presenta la zona.



BIBLIOGRAFIA

- **Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**
Aprobado por la Resolución Ministerial N° 303-2008-MTC/02.
Del 04 de abril del año 2008.
- **Análisis del Manual de diseño geométrico de carretas DG 2001.**
Ing. Manuel Borja Suarez.
Mayo del 2011.
- **Carreteras Diseño Moderno.**
Ing. José céspedes Abanto.
Enero del 2001.
- **http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/conocenostransparencia/planeas_estrategicos_regionales/cajamarca.pdf**
Datos de Precipitación.



ANEXOS

1. PANEL FOTOGRAFICO



FOTOGRAFÍA N°01. Inicio de la carretera en lugar denominado Cruce a Cujibamba.



FOTOGRAFÍA N°02. Camino de herradura en mal estado, sobre el cual se Realizará el diseño de nuestra carretera.



FOTOGRAFÍA N°03. Vista panorámica de la topografía del terreno con pendientes fuertes.



FOTOGRAFÍA N°04. Se observa la topografía del lugar y un cauce natural.



FOTOGRAFÍA N°05. Vista panorámica de la topografía de la zona y del camino de herradura sobre el cual se diseñará nuestra carretera.



FOTOGRAFÍA N°06. Vista panorámica del Centro Poblado Tejechal, donde finaliza nuestro proyecto.



2. SEÑALIZACIÓN.

Las señales de tránsito constituyen uno de los dispositivos más comunes para regular el tránsito por medios físicos. La función de una señal es la de controlar la operación de los vehículos en una carretera, propiciando el ordenamiento del flujo del tránsito o informando a los conductores de todo lo que se relaciona con la carretera que recorre. (Céspedes, J. 2001)

Los requisitos que deben cumplir las señales de tránsito son los siguientes:

- Ser necesarias e infundir respeto.
- Ser de fácil interpretación.
- Estar correctamente adecuadas.
- Llamar la atención.

2.1. SEÑALES PREVENTIVAS.

Son las que se indican con anticipación a la aproximación de ciertas características o condiciones del camino, el que puede ser evitado disminuyendo la velocidad o tomando las precauciones necesarias.

A. Forma. Serán romboidales con uno de sus vértices hacia abajo, excepto la señal paso a nivel con vía férrea, que será de diseño especial como de cruce de carretera, puentes.

B. Tamaño. Será de dimensiones visibles y deben cumplir:

- Para caminos de velocidad directriz inferior a 60 Km/h, darán de 0.60 m, para velocidades mayores a los 60 Km/h y menores que 100 Km/h tendrá un tamaño de 0.75 m; sólo en zonas cercanas, donde las placas normales (0.60 x 0.60) no es posible colocarlas, se reducirán a 0.45 x 0.45 m.
- Para autopistas, la señal será de 0.90 x 0.90 m, cuando el número de accidentes sea alto.



C. Color.

- Fondo : amarillo.
- Símbolos : letras y marco negro.
- Borde : amarillo caminero.

D. Usos. Se usa para prevenir la presencia de:

- Una o varias curvas que ofrezcan peligro por sus características físicas o falta de visibilidad que permitan las maniobras de alcance y paso de vehículos.
- Para advertir al conductor de los obstáculos no previstos en el proyecto y que pueden ser permanentes o temporales.
- Para indicar intercepciones de camino “cruce” se complementa con la señal “alto” de la vía preferencial colocada en la vía de volumen vehicular más baja.

E. Ubicación. La distancia que debe haber hacia el lugar de peligro será aquella que asegure su mayor eficacia, tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones particulares del camino y de la circulación. Las distancias recomendadas son:

- En zona urbana: 60 a 75 m.
- En zona rural: 90 a 180 m.
- En autopista: 500 m.

2.2. SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN O REGULADORAS.

Son las que indican un orden y que por lo tanto hacen conocer al usuario del camino de ciertas limitaciones y prohibiciones que regulan el uso de él y cuya violación constituye una contravención.

A. CLASIFICACIÓN.

- **Señales relativas al derecho de paso:** Indican preferencia de paso u orden de detención.



- **Señales prohibitivas y restrictas:** indican limitaciones que se imponen para el uso del camino.
- **Señales de sentido de circulación:** se usan en los cruces de los caminos; en las calles de una ciudad para indicar el sentido de una circulación.

B. FORMA.

B.1 Señales relativas al derecho de paso.

- La señal ALTO de forma octogonal.
- La señal VÍA PREFERENCIAL de forma triangular con el vértice inferior hacia abajo.

B.2 Señales prohibitivas restrictivas. De forma rectangular, con mayor dimensión vertical.

B.3 Señales de sentido de circulación. Serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

C. COLORES.

C.1 Señales relativas al derecho de paso.

- **ALTO**, color rojo con letras y bordes de color blanco.
- **VÍA PREFERENCIAL**, color blanco con franja perimetral roja.

C.2 Señales prohibitivas y restrictivas. Señales de color blanco con letras, símbolo y marco negro. El círculo será de color rojo a excepción de aquellas señales que indiquen el fin de una prohibición, las que serán de color negro. La faja oblicua trazada desde el cuadrante superior izquierdo al inferior derecho del círculo interceptará al diámetro horizontal del círculo a 45° y será de color negro si es prohibición.

C.2 Señales de sentido de la circulación. Serán de color negro con flechas blancas, la leyenda dentro de la flecha llevará letras negras.

D. TAMAÑO. Las señales reguladoras serán:

- En autopistas: 0.80 x 1.30 m.
- En caminos rurales y arterias urbanas principales: 0.60 x 0.90.
- En caminos secundarios, tanto en zona rural como en zona urbana: 0.45 x 0.60 m.

E. USO.



E.1 Señal de alto. Indican detención del vehículo y se coloca en:

- Intercepciones de carreteras de una secundaria a una principal.
- Intercepción de carreteras principales, en donde el tráfico no está controlado por un semáforo.
- En los cruces o pasos a desnivel con líneas férreas.

E.2 Señal de vía preferencial. Se usará en los casos en que el reglamento de tránsito requiere que el conductor del vehículo ceda el paso a otros, a la cual está ingresando sin necesidad de detenerse completamente. En el caso de intercepción de varias vías, se usará sólo en una de ellas, tendrá la forma de un triángulo equilátero de color blanco, con uno de sus vértices hacia abajo, el lado del triángulo será de 80 cm, el marco será de color rojo y de 10 cm de ancho. Para facilidad de interpretación deberá complementarse colocándose una placa rectangular (0.50 x 0.20 m) con la leyenda **VÍA PREFERENCIAL** (de color negro). Esta señal requiere detención obligatoria.

E.3 No camine por la ruta. Se colocará esta señal para advertir a los peatones del riesgo que corren al caminar por la pista. Se ubicará en la derecha en al sentido del tráfico y en donde haya vías peatonales cercanas a la pista.

E.4 No deje piedras en la pista. Se colocará esta señal en los lugares en que se observe que los conductores dejen piedras en el pavimento.

E.5 Estacionamiento restringido. Se usa para indicar limitaciones o restricciones impuestas al estacionamiento de vehículos.

2.3. SEÑALES INFORMATIVAS.

Son las que guían al conductor de un vehículo a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino, también tiene por objeto identificar puntos notables, tales como: ríos, lugares turísticos, lugares históricos, etc.

A. CLASIFICACIÓN.

A.1 Señales de dirección. Son las que guían a los conductores hacia su destino.

- Señales de destino.
- Señales de destino con indicaciones de distancia.
- Señales de indicación de distancia.



- Cuadros de distancia.

A.2 Señales indicadores de ruta. Son las que muestran el número de rutas de los camiones, de acuerdo a la clasificación respectiva y se divide en:

- Señales indicadoras de ruta.
- Señales auxiliares.

A.3 Señales de información general. Son aquellas que indican al usuario la ubicación de lugares de interés general, tales como poblaciones, cursos de agua, lugares históricos o turísticos y de servicio público, como: puestos de primeros auxilios, hospitales, teléfonos, etc.

B. FORMA.

B.1 señales de dirección. Serán de forma rectangular, con su mayor dirección horizontal.

B.2 Indicadores de ruta. De forma especial como: escudos, círculos, etc.

B.3 Señales de información general. De forma rectangular, con mayor dimensión vertical.

C. COLORES.

C.1 señales de dirección. De fondo verde con marco, letras y símbolos blancos, para autopistas, para el resto de carreteras, será de fondo blanco, letras y símbolos negros.

C.2 Información general. De fondo azul con recuadro blanco y símbolo negro.

C.3 Indicadores de ruta. Fondo blanco con signos, letras y marcos blancos.

C.4 Señal de puestos de primeros auxilios. Son de fondo azul, con recuadro blanco y símbolo rojo.

C.5 Señal “silencio hospital”. Será de fondo azul y con letras blancas.

D. TAMAÑO.

D.1 Señales de dirección. La adecuada para una buena posibilidad.

D.2 Indicadores de ruta. De dimensiones especiales



D.3 Señal de información general. Serán de 0.80 x 1.20, en autopistas; 0.60 x 0.90 m en caminos rurales y en arterias urbanas; 0.45 x 0.60 m en caminos secundarios.

E. USO.

E.1 Señal de destino. Se usará después de una intercepción, con el fin de guiar al conductor el camino a seguir, llevará junto al nombre de la población una pequeña flecha, la cual indicará la dirección a seguir. Se ubicará a no menos de 60 m.

E.2 Señal de destino con indicadores de distancia. Se usará con el fin informar al conductor sobre las distancias de la población inmediata máxima a la señal.

2.4. UBICACIÓN DE LAS SEÑALES.

Las señales se colocarán a la derecha en el sentido del tránsito. En algunos casos es necesario colocarlas en alto sobre el camino, cuando no hay espacio suficiente al lado del camino o cuando se necesita algún control en una u otra vía que sea diferente a las demás. En casos excepcionales se podrán colocar al lado de avisos complementarios en carreteras de 4 vías de tránsito separadas por una berma central. La distancia del eje vertical de la señal al borde de la calzada no debe ser menor de 1.20 m ni mayor de 3.00m m, salvo casos excepcionales.

A. ALTURA. la altura mínima permisible entre el borde interior de la señal y la superficie de rodadura será de 1.50 m. En el caso de colocarse varias señales esta altura se podrá reducir hasta 1.20 m.

B. ANGULO DE COLOCACIÓN. Deberá formar ángulo recto con el eje del camino, excepto en el caso de señales reflectantes en que se colocaran ligeramente inclinadas a la normal, para su mejor reflectación.

C. ILUMINACIÓN. Es recomendable la iluminación o reflectación y se obtiene:

- Por medio de una luz detrás de la cara de la señal, iluminando el fondo de ambos, a través de un material transparente.



- Por medio de una luz independiente separada de la señal y que ilumine uniformemente toda la cara de la misma.
- Usando una luz incandescente que siga la forma de los símbolos de la leyenda.
- Las señales elevadas deben ser iluminadas.

D. REFLECTORIZACIÓN. El material reflectorizante debe reflejar un alto porcentaje de luz que recibe en forma uniforme en toda la superficie de la señal y en un ángulo tal que no alcance la posición normal de los ojos del conductor. Para esto se utilizará pintura reflectante.

E. SEÑALES ELEVADAS.

- Se utilizan para obtener la efectividad necesaria en la regulación del tránsito promedio de la señalización.
- Como previo aviso a un desvío de una carretera muy transitada.
- Al no haber espacio a los lados del camino para colocar las señales.
- Para carreteras de desvíos de circulación en un mismo sentido en vista que el tráfico pesado interfiere la visibilidad de las señales.
- Cuando los lados de la carretera son muy iluminadas y deslumbran la visión de las señales laterales.
- Cuando en una autopista no está señalado el paso de peatones.

2.5. HITOS KILOMÉTRICOS.

Nos indica la longitud de la carretera para determinar las obras o reparaciones que se tendrán que efectuar, serán confeccionados de concreto con fierro de $\frac{3}{4}$ ", cuya sección preferida es la triangular, pintada de blanco y negro.

2.6. DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN A USAR.

Serán realizadas de acuerdo a la definición del manual de señalización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.7. DISPOSICIONES GENERALES.

En la época actual en que la velocidad de los vehículos ha sido enormemente incrementada, es preciso que las señales de tránsito sean reconocidas y



comprendidas en forma inmediata de manera que el conductor pueda sentirse seguro en todo momento. Por ello su diseño es muy sencillo y la misma señal es usada en los mismos casos. Si a estos agregamos unidad en forma, color, dimensiones, símbolos, letras, literatura, reflectorización, y ubicación, los conductores a veces se acostumbran a interpretarlas rápida y eficazmente. Por estas razones es que las señales de las carreteras del Perú deben estar de acuerdo a las Normas y especificaciones dadas en el Manual de Señalización.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN



Quienes suscriben, Decano y Miembros del Jurado de **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, CERTIFICAN:

Que, a Fojas **VEINTISEIS** del Libro N° **CINCO** del Registro de Actas de Sustentaciones correspondiente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se encuentra asentada el Acta de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional titulada “**DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL CRUCE CUJIBAMBA-TEJECHAL, DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD**” (Código IC-2016-070), donde consta que el 09 de noviembre del 2018, se efectuó dicho Acto por el responsable, Bachiller **JOSE LUIS MENDOZA LINARES**, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, por la Modalidad de **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, habiendo sido Aprobado con el calificativo de Regular.

Se expide el presente por ser necesario al interesado para que tramite el otorgamiento de dicho Título y la emisión del diploma respectivo, si corresponde, en Lambayeque, a los nueve días del mes de noviembre del año dos mil dieciocho.

ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO
PRESIDENTE DEL JURADO

ING. ALEJANDRO PEDRO MORALES UCHOFEN
MIEMBRO DEL JURADO

MG. ING. ROGER ANTONIO AÑAYA MORALES
MIEMBRO DEL JURADO

ING. OVIDIO SERRANO ZELADA
PATROCINADOR



DR. ING. NICOLAS WALTER MORALES UCHOFEN
DECANO

NWM/Ubcm.



"Año de la universalización de la salud".

CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Ovidio Serrano Zelada, (Docente, Asesor de Tesis, revisor del trabajo de investigación) del Integrante:

Bach. JOSÉ LUIS MENDOZA LINARES

DE LA TESIS TITULADA: "DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO VECINAL CRUCE
CUJIBAMBA - TEJECHAL, DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR,
REGION LA LIBERTAD"

".


Luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de similitud del programa TURNITIN.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas NO CONSTITUYEN PLAGIO. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Se expide la presente según lo dispuesto en la Resolución N° 659-2020-R, de fecha 8 de setiembre de 2020 formativa para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG:

ATENTAMENTE,

Lambayeque, 22 de julio del 2023


Mg. Ing. OVIDIO SERRANO ZELADA
ASESOR



“DISEÑO GEOMETRICO DEL CAMINO CRUCE CUJIBAMBA - TEJECHAL, DISTRITO DE BOLIVAR, PROVINCIA DE BOLIVAR, REGION LA LIBERTAD”

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	2%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	vbook.pub Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	2%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	vsip.info Fuente de Internet	1%
7	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
8	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	1%


Mg. Ing. Ovidio Serrano Zelada
Asesor

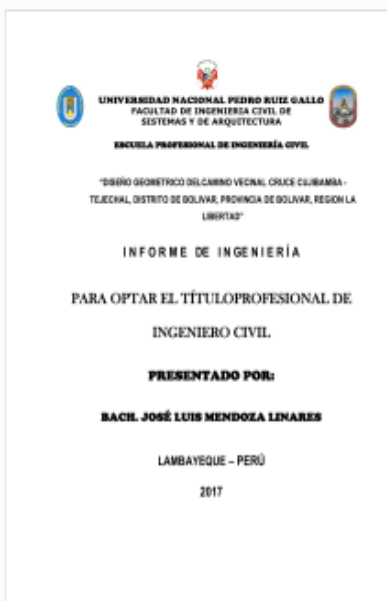


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jose Luis Mendoza Linares
Título del ejercicio: Revisión de Tesis Final
Título de la entrega: Informe Final de Tesis
Nombre del archivo: 01.00_INFORME_DISE_O_GEOMETRICO_JOSE_LUIS_MENDOZA...
Tamaño del archivo: 2.62M
Total páginas: 86
Total de palabras: 15,830
Total de caracteres: 80,772
Fecha de entrega: 10-ago.-2023 10:16a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2143996359



Derechos de autor 2023 Turnitin. Todos los derechos reservados.


Mg. Ing. Ovidio Serrano Zelada
Asesor