CONTRATO No. 20231800032817 DEL 2023

"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DESDE EL COMPLEJO DEPORTIVO EN LA VEREDA SANTA ROSA, HACIA EL SECTOR DE LA TETILLA, PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN"

Informe de DISEÑO GEOMÉTRICO

Por:
NELSON ENRIQUE PAREJA LÓPEZ
Ingeniero Civil - M.P. 63202088587 QND
Esp. Infraestructura Vial y de Transporte

Popayán, Cauca
Agosto de 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. METODOLOGÍA 4
1.1 ACTIVIDADES DEL DISEÑO 4
1.2 ASPECTOS GENERALES 4
1.2.1 Clasificación de la carretera 4
1.2.2 Velocidad de diseño 5
1.2.3 Vehículo de diseño 5
1.3 SECCIÓN TRANSVERSAL 5
1.3.1 Calzada 5
1.3.2 Sección transversal 5
1.3.3 Bombeo de la calzada 6
1.3.4 Peralte máximo ($e_{máx}$) 6
1.3.5 Cuneta 6
1.4 DISEÑO EN PLANTA 6
1.4.1 Curvas horizontales 6
1.4.2 Radio de curvatura 7
1.5 DISEÑO VERTICAL (RASANTE) 7
1.5.1 Tangentes verticales 7
1.5.2 PARÁMETRO k 8
2. DISEÑO DE LA VÍA 9
2.1 TRABAJO DE CAMPO 9
2.2 DEFINICIÓN DEL EJE HORIZONTAL DE DISEÑO 9
2.3 DEFINICIÓN DEL EJE VERTICAL DE DISEÑO 9
2.4 SECCIÓN TRANSVERSAL 9
2.5 CÁLCULO DE CANTIDADES DE MOVIMIENTO DE TIERRA 9
2.6 TRABAJO DE OFICINA 9
3. CONCLUSIONES 11
4. BIBLIOGRAFÍA 12

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1 Tipo de terreno en función de la pendiente natural 5
Tabla No. 2 Bombeo de la Calzada 6
Tabla No. 3 Relación entre la pendiente máxima (%) y la Velocidad Específica de la tangente vertical (VTv) 8

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3 Camión de diseño C3-S2 5
Ilustración 4 Sección Transversal típica 5
Ilustración 5 Tipo de bermacuneta a realizar 6
Ilustración 6 Elementos de la curva horizontal simple 7

1. METODOLOGÍA

1.1 ACTIVIDADES DEL DISEÑO

El desarrollo del diseño geométrico será de la siguiente manera:

- Levantamiento planimétrico y altimétrico de poligonales utilizando mojones con placa de bronce georreferenciadas.
- Generación de un modelo de terreno a partir de la información otorgada por topografía.
- Diseño de ejes (planta) de los tramos viales y ajuste de los bordes de la sección.
- Diseño geométrico de los ejes de perfil manteniendo el mayor ajuste a la rasante existente y estimando la conformación de la estructura de pavimento.
- Generación de peraltes para la sección seleccionada.
- Toma de secciones transversales de los ejes replanteados.
- Elaboración de los planos definitivos de planta, perfil y secciones.
- Cálculo de movimiento de tierras.
- Generación de carteras.

1.2 ASPECTOS GENERALES

El diseño geométrico de la vía sujeto de este Proyecto se desarrolló con base en el Manual de Diseño Geométrico de Vías para Colombia (INVIAS, 2008).

1.2.1 Clasificación de la carretera

- Según su funcionalidad: TERCIARIA. ESTÁ ACARGO DEL Municipio de Popayán (Cauca)
- Según el tipo de terreno. Por la topografía predominante en el tramo en estudio se ***clasifica*** como PLANO

Las pendientes tanto transversales como longitudinales de topografía existente en los corredores viales evaluados permite evaluar el tipo de terreno. Según la Tabla No. 1 el tipo de terreno es **plano**.

TERRENO	INCLINACIÓN MÁXIMA MEDIA DE LAS LÍNEAS DE MÁXIMA PENDIENTE (%)	MOVIMIENTO DE TIERRAS
Plano (P)	0 a 5	Mínimo movimiento de tierras por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera.
Ondulado (O)	***5 a 25***	***Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación de una carretera.***
Montañoso (M)	25 a 75	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se pueden presentar en una dirección considerada; hay dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
Escarpado (E)	>75	Máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas en el recorrido de una vía.

Tabla No. 1 Tipo de terreno en función de la pendiente natural[1]

1.2.2 Velocidad de diseño

La selección de la velocidad de diseño depende de la importancia o categoría de la carretera, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se quiere ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad a lo largo de la carretera, de las facilidades de acceso (control de accesos), de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento.

La velocidad tomada es de 40Km/h, permite otorgar mayor seguridad y confort a los usuarios.

1.2.3 Vehículo de diseño

Tomando en consideración que la vía una vez pavimentada debe permitir la circulación de los camiones que transporten los productos agropecuarios, forestales, mineros o industriales que se extraigan o fabriquen en la zona se ha adoptado como vehículo de diseño el CAMIÓN C3-S2 (tracto camión con 3 ejes y un (semirremolque de dos ejes).

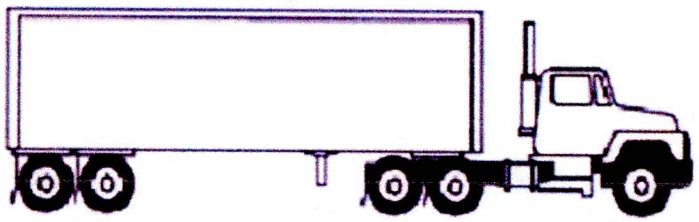


Ilustración 1 Camión de diseño C3-S2

1.3 SECCIÓN TRANSVERSAL

1.3.1 Calzada

Será una calzada de dos carriles, de circulación bidireccional.

1.3.2 Sección transversal

La sección transversal del Proyecto corresponde a una calzada con dos carriles (3.00m) y dos bermacunetas (ver Ilustración 2).

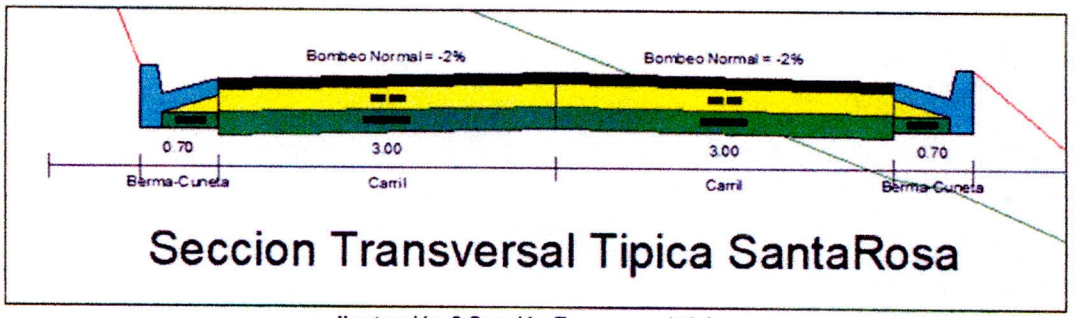


Ilustración 2 Sección Transversal típica

[1] Tomado de: Diseño Geométrico de Carreteras; Autor: James Cárdenas Grisales

1.3.3 Bombeo de la calzada

En entretangencias horizontales las calzadas deben tener, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, una inclinación transversal denominada bombeo, que depende de la superficie de rodadura[2].

Para el presente proyecto se toma el valor de 2% como inclinación transversal (ver Tabla No. 2)

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

Tabla No. 2 Bombeo de la Calzada

1.3.4 Peralte máximo ($e_{máx}$)

El peralte máximo más adecuado para este caso es de seis por ciento (6%).

1.3.5 Cuneta

Las cunetas son zanjas abiertas en el terreno que recogen y canalizan longitudinalmente las aguas superficiales. Sus dimensiones dependen de la intensidad de lluvia por tanto requiere de estudios hidrológicos para su determinación.

Las cunetas para el diseño de la vía en proyección se construirán con medidas de 07m de ancho, profundidad de 0.15m (ver Ilustración 3).

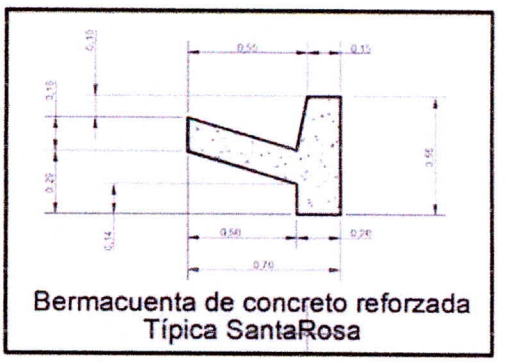


Ilustración 3 Tipo de bermacuneta a realizar

1.4 DISEÑO EN PLANTA

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas[3].

1.4.1 Curvas horizontales

[2] Tomado de: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (INVÍAS, 2008).

[3] Tomado de: Diseño Geométrico de Carreteras; Autor: James Cárdenas Grisales

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por lo tanto, las curvas del espacio no necesariamente son circulares (ver Ilustración 4).

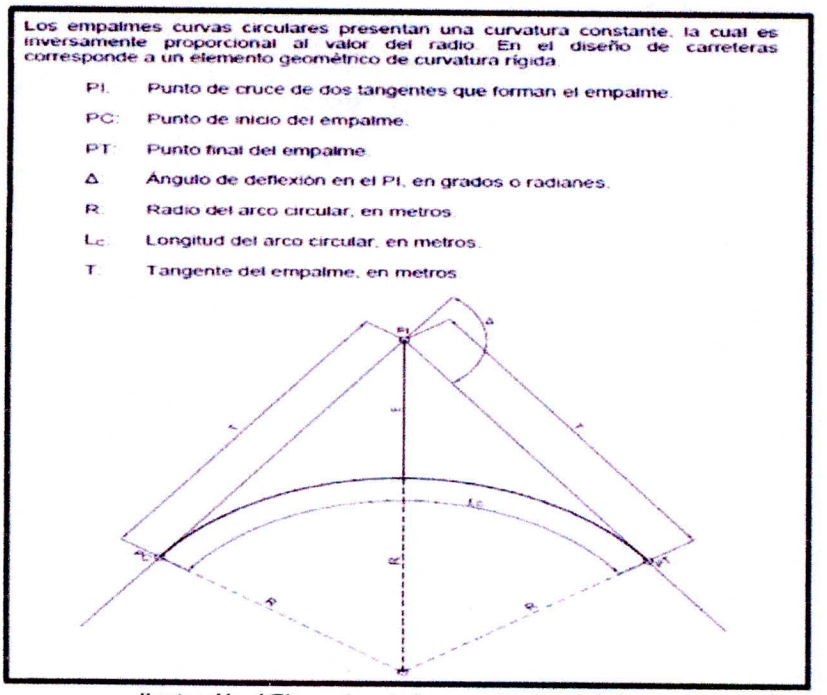


Ilustración 4 Elementos de la curva horizontal simple

1.4.2 Radio de curvatura

El valor de radio mínimo establecido para el presente proyecto es de cuarenta y tres (43) metros

1.5 DISEÑO VERTICAL (RASANTE)[4]

El diseño vertical geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o subrasante.

1.5.1 Tangentes verticales

Las tangentes sobre un plano vertical se caracterizan por su longitud y su pendiente, y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente vertical es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La pendiente *m* de la tangente vertical es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma.

1.5.1.1 Pendiente máxima de la tangente vertical

La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Su valor queda determinado por el volumen de tránsito futuro y su composición, por la configuración o tipo de terreno

[4] Tomado de: Diseño Geométrico de Carreteras; Autor: James Cárdenas Grisales

por donde pasará la vía y por la velocidad de diseño.

Para definir la pendiente máxima de cada una de las tangentes verticales de los tramos objeto del

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

presente proyecto se toma la otorgada por la Tabla No. 3 (Tabla 4.2 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras). En este caso el valor de pendiente máxima es de 10%

Tabla No. 3 Relación entre la pendiente máxima (%) y la Velocidad Específica de la tangente vertical (VTv)[5]

1.5.1.2 Pendiente mínima de la tangente vertical

Es la menor pendiente que se permite en el proyecto. Su valor se fija para facilitar el drenaje superficial longitudinal; la inclinación de la línea de rasante en cualquier punto de la calzada no debe ser menor que 0.5%.

1.5.2 PARÁMETRO k

El control de la distancia de visibilidad de parada (DP) también se puede hacer mediante el parámetro K, el cual es igual a la relación L/A (distancia horizontal, en metros necesaria para tener un cambio de pendiente de uno por ciento (1%) a lo largo de la curva.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CV} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 (1)
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 (1)
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24

Tabla 1 Valores de K_{min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales[6]

[5] Tomado de: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras; INVÍAS 2008

[6] Tomado de: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras; INVÍAS 2008

2. DISEÑO DE LA VÍA

2.1 TRABAJO DE CAMPO

En primer lugar, se realizó la visita desde la ciudad de Popayán, cabecera municipal, al sector a intervenir, vía de acceso a la Vereda Santa Rosa, cuyo tramo vial tiene una longitud de 1000m; se evaluó el estado actual del tramo con el fin de sugerir las mejoras a efectuar. A continuación, se describe el procedimiento topográfico realizado en campo:

1. Se materializaron dos puntos de referencia o BMs, sobre ellos se instaló GPS doble frecuencia dando inicio a la lectura de datos a los cuales se realizó su respectivo postproceso.

2. Se hizo la toma de topografía a lo largo del eje de la vía existente; tomando todos los detalles como bordes de las vías existentes, cunetas, alcantarillas, paramentos, escuelas, y en general todo lo que abarca el ancho de zona requerido.

De esta manera se obtuvo la cartera de toma de topografía la cual se utilizó para definir el modelo digital del terreno y hacer el respectivo diseño geométrico de la vía.

2.2 DEFINICIÓN DEL EJE HORIZONTAL DE DISEÑO

Para el eje horizontal de la vía se trazaron curvas circulares simples uniéndolas con tangentes, se trató de ajustarse lo mejor posible al carreteable existente. El diseño se realizó con el uso del software TOPO3.

El hecho de tomar la infraestructura vial existente se hizo para disminuir los costos en la cantidad de movimiento de tierras, disminuyendo los cortes y terraplenes en la construcción de la misma.

En conclusión, el eje horizontal de diseño de la vía está comprendido dentro del carreteable existente teniendo en cuenta que cumpla con los parámetros de diseño.

2.3 DEFINICIÓN DEL EJE VERTICAL DE DISEÑO

Se ubicó con base en el perfil del eje horizontal de la vía, cumpliendo con los parámetros de diseño y evitando sobre elevar los costos por corte y terraplén en el cálculo de volumen de tierra y otorgando al conductor o usuario de la vía seguridad y comodidad, sin alejarnos del perfil del carreteable existente.

2.4 SECCIÓN TRANSVERSAL

Está definida por los parámetros determinados en el numeral 1.3, como son el ancho de la calzada, número de carriles, ancho de cuneta, entre otros.

2.5 CÁLCULO DE CANTIDADES DE MOVIMIENTO DE TIERRA

Se hicieron los cálculos de movimientos de tierras y se consignan las carteras a manera de anexos en el presente informe.

2.6 TRABAJO DE OFICINA

En oficina con el uso del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS 2008, con el apoyo del programa TOPO3, AutoCAD y Excel y demás manuales para definir todos los parámetros de

diseño, se realizó el diseño de la vía de tercer orden en planta como en perfil. Así:

- Descarga los datos de estación total
- Procesamiento de la información en Excel para depurar los puntos y eliminar los puntos que tengan algún error. En esta etapa la información se acomoda en las siguientes columnas: punto, identificador, descripción, norte, este y cota.
- Se introdujeron todos los parámetros de diseño al programa TOPO3.
- Se realizó el respectivo diseño en planta y perfil de la vía, tomando como criterio los establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS 2008.
- Cálculo de los movimientos de tierra, secciones transversales, líneas de chaflán, coordenadas y todo lo relacionado con el diseño de la vía.
- Exportación de los planos a AutoCAD y organización de los mismos.
- Generar las carteras dadas por el software TOPO3 y organizar la información en Excel.

3. CONCLUSIONES

A partir del diseño geométrico realizado a los tramos a intervenir, se puede deducir las siguientes conclusiones:

- Se realizó el diseño geométrico que cumpla con gran parte de las especificaciones estipuladas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras INVIAS 2008.

- La banca existente no sufrirá modificaciones de gran magnitud, lo que conlleva a reducción de movimientos de tierra.

4. BIBLIOGRAFÍA

FAJARDO, E. D. (2021). *TOPO 3. Programa de Computador para el Diseño de Carreteras y Vías Urbanas.*

Grisales, J. C. (2005). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS*. Bogotá (DC): ECOE EDICIONES.

Instituto Nacional de Vías. (2008). *DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CARRETERAS*. Bogotá, D.C.

NELSON ENRIQUE PAREJA LÓPEZ
C.C. No. 76.285.472
MP: 63202088587 QND.
Ingeniero Civil
Esp. Infraestructura Vial y de Transporte