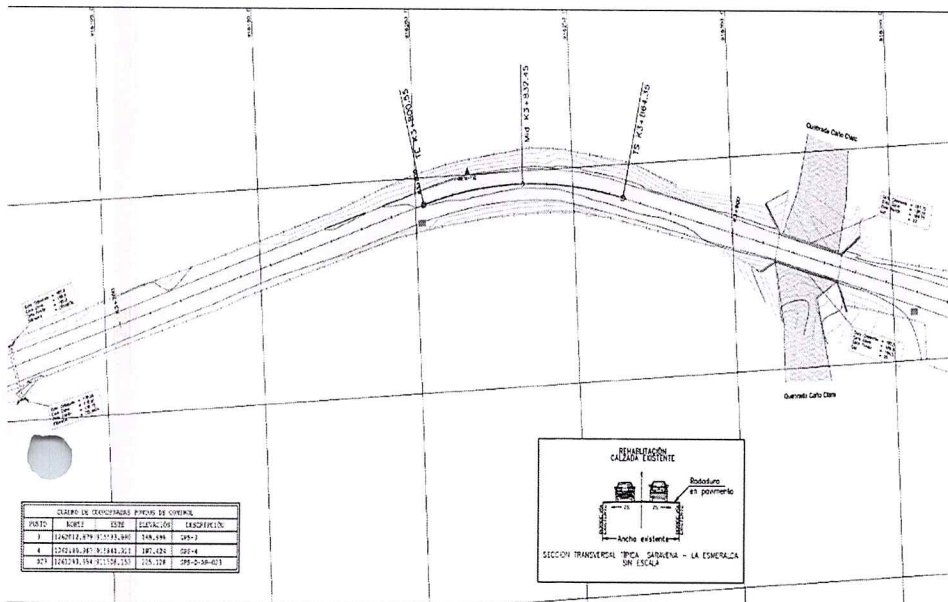


JULIO 2025

DISEÑO GEOMETRICO - CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT SOBRE LA CARRERA 16A, CON ACCESO AL BARRIO MONTEBELLO, DEL MUNICIPIO DE SARAVERA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.



MUNICIPIO DE SARAVERA
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	ASPECTOS GENERALES	5
2.1.	CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	5
2.1.1.	Según su funcionalidad.....	5
2.1.2.	Según el tipo de terreno.....	5
3.	CONTROLES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO	6
3.1.	VELOCIDAD DE DISEÑO	6
3.2.	VEHÍCULO DE DISEÑO	6
3.3.	DISTANCIAS DE VISIBILIDAD.....	8
3.3.1.	Distancia de visibilidad de parada	8
3.3.2.	Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).....	8
3.	DISEÑO EN PLANTA DEL EJE DE LA CARRETERA	9
4.1.	CURVAS HORIZONTALES	9
4.1.1.	Empalme circular simple.....	9
4.1.2.	Relación entre la Velocidad Específica de la curva horizontal (VCH), el Radio de curvatura (RC) y el Peralte (e).....	10
4.1.2.1.	Ecuación de equilibrio.....	10
4.1.2.2.	Peralte máximo (emáx).....	11
4.1.2.3.	Fricción transversal máxima (fTmáx).....	11
4.1.2.4.	Radio de curvatura mínimo (RCmín).....	11
4.2.	TRANSICIÓN DEL PERALTE.....	12
4.2.1.	Rampa de peralte	13
4.2.2.	Longitud de transición.....	15
4.2.3.	Método utilizado para realizar la transición del peralte	16
4.	DISEÑO EN PERFIL DEL EJE DE LA VÍA	17

5.1.	TANGENTE VERTICAL.....	17
5.1.1.	Pendientes y longitudes.....	17
5.2.	CURVAS VERTICALES.....	17
5.2.1.	Tipos de curvas verticales empleadas.....	18
5.2.2.	Descripción y cálculo de los elementos geométricos.....	18
5.	DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA CALLE	20
6.1.	SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PROYECTO	20
6.2.	SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA.....	22
6.	VOLÚMENES	23
7.	RECOMENDACIONES	24
8.	JUSTIFICACION TECNICA ORIENTACION	25
9.	CONCLUSIONES.....	26
	ANEXO 1. CARTERA DE PI DEL ALINEAMIENTO.....	28
	Informe de P.K. de PI de alineaciones.....	28
	ANEXO 2. CÁLCULOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	30
	ANEXO 3. CÁLCULOS DE CUBICACIÓN O MOVIMIENTO DE TIERRAS	34

1. INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los parámetros de diseño seleccionados para el diseño geométrico para el proyecto **“CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT SOBRE LA CARRERA 16A, CON ACCESO AL BARRIO MONTEBELLO, DEL MUNICIPIO DE SARAVERA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**.

Los distintos parámetros y criterios se seleccionaron del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras y Calles – 2004 de la norma AASHTO y también del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – 2008 del INVIAS adoptado como norma por la Resolución 000744 del 04 de marzo de 2009¹. Cabe aclarar que la prioridad en la selección de todos los parámetros se hizo pensándose siempre en la forma de garantizar la comodidad, seguridad de los usuarios y en el factor económico en que se incurre al replantear y pavimentar una vía.

La norma AASHTO se tuvo en cuenta debido a que el manual colombiano es explícitamente para carreteras y no para calles.

El diseño geométrico y el cálculo de volúmenes se llevaron a cabo con la topografía suministrada por el cliente.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA

Este tramo de vía según su funcionalidad y el tipo de terreno se clasifica de la siguiente forma.

21.1. Según su funcionalidad

Este punto o tramo de infraestructura vial hidráulica hace parte de la red vial del casco urbano del municipio de Saravena - Arauca, en donde se identifican por ser una vía de acceso conectada a una vía colectora.

21.2 Según el tipo de terreno

La topografía predominante del tramo en estudio corresponde a la de un terreno con diferencia de niveles ya que el área de acceso a las zona de expansión urbanística del municipio existe un canal artificial de aguas lluvias que conduce las aguas superficiales de escorrentía.

3. CONTROLES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO

3.1. VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño para este tipo de vías no es una prioridad pero por consistencia en el diseño de los diferentes elementos, la norma AASHTO² recomienda un rango de 30 a 50 km/h.

Para este proyecto el valor adoptado es el mínimo el cual corresponde a 30 km/h; justificado en que es una calle urbana y la prioridad es la seguridad tanto de los vehículos, conductores y especialmente de los peatones; que podrían ser desde niños, jóvenes y ancianos.

3.2. VEHÍCULO DE DISEÑO

Para la selección del vehículo de diseño además de tenerse en cuenta el tipo de tránsito que circulará sobre esta vía, también se tuvo presente que según el tipo de vehículo se deben diseñar los elementos geométricos.

En este proyecto se seleccionó un Camión Categoría 3 (C3) como vehículo de diseño. En la Tabla No. 1 se muestran sus dimensiones.

Tabla 1. Dimensiones del vehículo de diseño.

CATEGORÍA	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO (m)	LONGITUD TRACTOCAMIÓN (m)	LONGITUD SEMIRREMOLQUE (m)	FIGURA No.
Vehículo liviano	5.00	1.80	-	-	2.2.
Bus mediano	10.91	2.44	-	-	2.3.
Bus grande	13.00	2.60	-	-	2.4.
2	11.00	2.50	-	-	2.5.
3	11.40	2.50	-	-	2.6.
3S2	20.89	2.59	4.57	14.63	2.7.

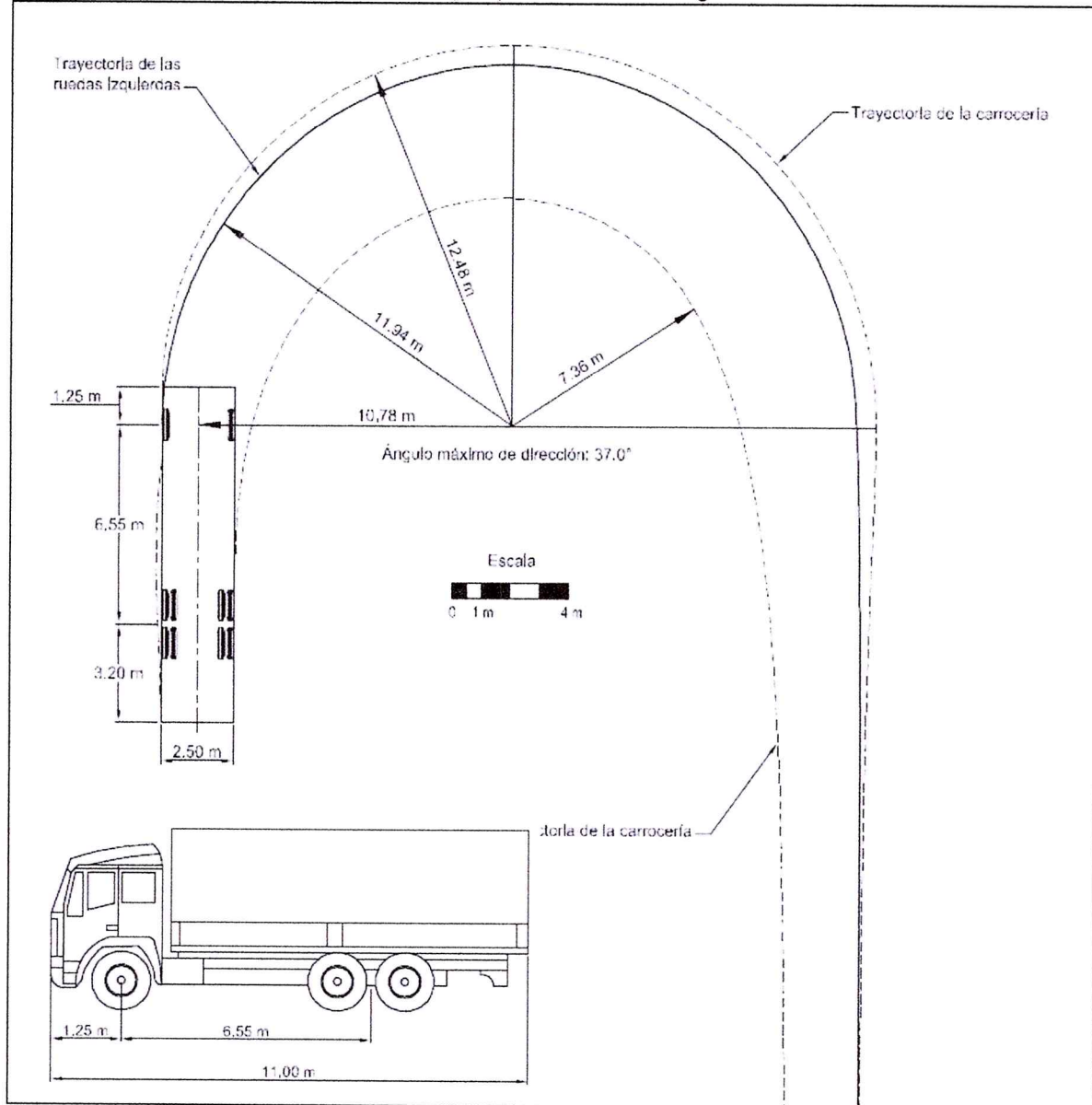
Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

Este vehículo presenta un radio de viraje de 12.48 metros y ángulo máximo de dirección de 37°. Estas características fueron adoptadas del promedio del parque automotor que circulan por la red vial colombiana³.

Las dimensiones y trayectorias de giro de un Camión Categoría 3 son las apreciadas en la Figura 1. Dimensiones y trayectorias de giro para Camión Categoría 3.

³INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de diseño geométrico de carreteras : Capítulo 2. Controles para el diseño geométrico. Bogotá D.C. : INVIAS, 2008, p. 51.

Figura 1. Dimensiones y trayectorias de giro para Camión Categoría 3.



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

3.3. DISTANCIAS DE VISIBILIDAD

Este es uno de los controles de diseño más importantes en el diseño de una vía, ya que se debe garantizar que la combinación de los elementos geométricos, el estado de la superficie de rodamiento, las limitaciones del campo visual del conductor y demás limitaciones impuestas por el entorno, ofrezcan la posibilidad de poder ver hacia adelante de tal forma que los conductores puedan transitar y realizar maniobras de manera segura y eficiente.

3.3.1. Distancia de visibilidad de parada

La distancia de visibilidad de para es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo por completo ante la presencia de un obstáculo en su trayectoria. Ésta se estima teniendo en cuenta la velocidad específica de cada elemento geométrico y es necesario garantizarla en todo el proyecto.

Para el caso de vías locales la distancia de visibilidad de parada debe estar en un rango de 30 a 60 metros; valores recomendados por la norma AASHTO⁴. Para este proyecto se estableció 30 metros como valor de referencia acorde a la velocidad de diseño seleccionada.

3.3.2. Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da)

Se considera como la distancia de visibilidad necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro vehículo que circula por el mismo carril a menor velocidad y sin peligro de llegar a interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario.

Para este caso no se tendrá en cuenta la distancia de visibilidad de adelantamiento ya que rara vez se implementa en vías locales según la norma AASHTO⁵.

⁴ American Association of State Highway and Transportation Officials, Op. cit., p. 391.

⁵ Ibid., p. 391.

3. DISEÑO EN PLANTA DEL EJE DE LA CARRETERA

Los elementos geométricos de la calle están convenientemente relacionados, para garantizar una operación segura, a una velocidad de operación continua y acorde a las condiciones y limitaciones generales de la vía a la cual se requiere conectar.

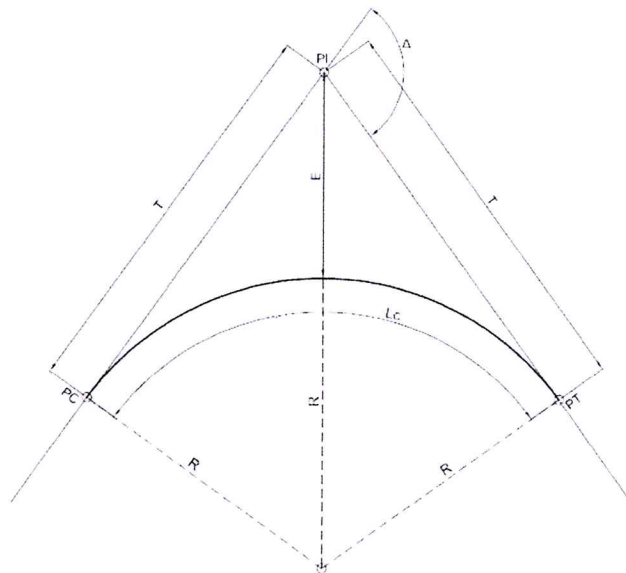
4.1. CURVAS HORIZONTALES

Los empalmes de los alineamientos al tratarse únicamente de calles rectas, se omitieron las curvas horizontales.

4.1.1. Empalme circular simple

Los empalmes con curvas circulares presentan una curvatura constante, la cual es inversamente proporcional al valor del radio. En el diseño de carreteras corresponde a un elemento geométrico de curvatura rígida.

Figura 2. Elementos curva circular



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

Donde:

PI: Punto de cruce de dos tangentes que forman el empalme.

PC: Punto de inicio del empalme.

PT: Punto final del empalme.

Δ : Ángulo de deflexión en el PI, en grados o radianes.

R: Radio del arco circular, en metros.

LC: Longitud del arco circular, en metros.

T: Tangente del empalme, en metros.

4.1.2 Relación entre la Velocidad Específica de la curva horizontal (V_{CH}), el Radio de curvatura (R_C) y el Peralte (e)

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal a una velocidad dada, el diseño de la vía en dicha curva debe garantizar al conductor un recorrido seguro y confortable. Para lograr este objetivo es necesario recurrir a las leyes de la física mediante la ecuación de equilibrio que a continuación se expone.

4.1.2.1. Ecuación de equilibrio

Esta ecuación permite definir la relación entre el radio (R_C) de la curva horizontal, la Velocidad Específica (V_{CH}), el peralte (e) y la fricción transversal (f_T), con la cual se tiene el equilibrio de las fuerzas que participan en la circulación del vehículo en la curva evitando el deslizamiento hacia la parte externa de la curva. La ecuación de la curva es la siguiente

Ecuación 1. Ecuación de equilibrio

$$R_C = \frac{V^2}{127 \cdot (e + f_T)} \cdot C_H$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

Donde: R_C : Radio de la curva circular, en metros.

V_{CH} : Velocidad Específica para la que se diseña la curva, en km/h.

e : Peralte de la calzada en la curva, en tanto por uno.

f_T : Coeficiente de fricción transversal.

4.1.2.2. Peralte máximo ($e_{m\acute{a}x}$)

El peralte máximo seleccionado es del 4.0% por tratarse de vías urbanas. También es conveniente tratar un contrabombeo o incluso mantener el bombeo en las curvas, con el fin de evitar transiciones de peralte, los cuales pueden afectar la solución altimétrica de los bordes de calzada y generar problemas con las intersecciones y de drenaje.

4.1.2.3. Fricción transversal máxima ($f_{Tm\acute{a}x}$)

Está determinada por numerosos factores, entre los cuales: el estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y el tipo y condiciones de las llantas de los vehículos. Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal máxima indicados por los estudios recientes de la AASHTO, los cuales se indican en la siguiente tabla (Tabla 3.1. MDGC-INV 2008)

Tabla 2. Coeficiente de fricción transversal máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{Tm\acute{a}x}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS

Para este proyecto según la velocidad específica de 30 km/h el valor de $f_{Tm\acute{a}x}$ a adoptar es de 0.28.

4.1.2.4. Radio de curvatura mínimo ($R_{Cm\acute{i}n}$)

El radio mínimo ($R_{Cm\acute{i}n}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (V_{CH})

de acuerdo con el peralte máximo ($e_{\text{máx}}$) y el coeficiente de fricción transversal máxima ($f_{T\text{máx}}$). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

Ecuación 2. Radio de curvatura mínimo (R_{Cmin})

$$R_c = \frac{V^2}{127 \cdot (e_{\text{má}} + f_{T\text{máx}})}$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

Para este proyecto se presentan empalmes para deflexiones mínimas, generando grandes radios de curvatura.

4.2. TRANSICIÓN DEL PERALTE

Las longitudes de transición se consideran a partir del punto donde el borde exterior del pavimento comienza a elevarse partiendo de un bombeo normal, hasta el punto donde se forma el peralte total de la curva. La longitud de transición está constituida por dos tramos principales: 1) la distancia (N) necesaria para levantar el borde exterior, del bombeo normal a la nivelación con el eje de la vía, llamado aplanamiento y 2) la distancia

(L) necesaria para pasar de este punto al peralte total en la curva circular. La longitud total de transición se define mediante la siguiente expresión:

Ecuación 3. Transición del peralte

$$L_t = L + N$$

$$N = \frac{BN \cdot L}{e_f}$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

Donde:

L_t : Longitud total de transición, en metros.

L : Longitud del punto donde el peralte es cero al punto del peralte total en la curva circular, en metros.

N : Aplanamiento, en metros.

BN : Bombeo normal (vía pavimentada $BN = 2\%$)

e_f : Peralte total, en porcentaje (%).

4.21. Rampa de peralte

Se define la rampa de peralte como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma, y se determina por:



Ecuación 4. Rampa de peralte

$$\Delta s = a \cdot \left(\frac{e_f - e_i}{L} \right)$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

Donde:

Δs : Inclínación longitudinal de la rampa de peraltes, en porcentaje (%).

L: Longitud de transición, $L = L_t - N$, en metros.

e_f : Peralte al finalizar el tramo de transición o peralte total, en porcentaje (%).

e_i : Peralte al iniciar el tramo de transición, en porcentaje (%).

a: Distancia del eje de giro al borde exterior de la calzada, en metros.

Los valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes se describen en la siguiente tabla (Tabla 3.6. MDGC-INV 2008).

Tabla 3. Valores máximos y mínimos de la rampa de peraltes

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

422 Longitud de transición

La longitud de la transición (L) se calcula de acuerdo con la relación indicada en el numeral anterior donde se puede obtener el valor de la longitud de transición (L) en función de la inclinación relativa de la rampa de peraltes (Δs), del ancho de la calzada que gira (a) y los cambios de peralte (e_f , e_i), variables ya definidas, por lo tanto la expresión de cálculo es:

Ecuación 5. Longitud de transición (L)

$$L = a \cdot b_w \cdot \left(\frac{e_f - e_i}{\Delta s} \right)$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIA.

También,

Ecuación 6. Ancho de la calzada que gira (a)

$$a = w \cdot n$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIA.

Donde: L: Longitud de transición, en metros.

$e_f - e_i$: Cambio de peralte, en porcentaje (%).

a: Ancho de la calzada que gira, en metros.

b_w : Factor de ajuste debido al número de carriles que giran.

Δs : Inclinación relativa de la rampa de peraltes.

W: Ancho del carril, en metros.

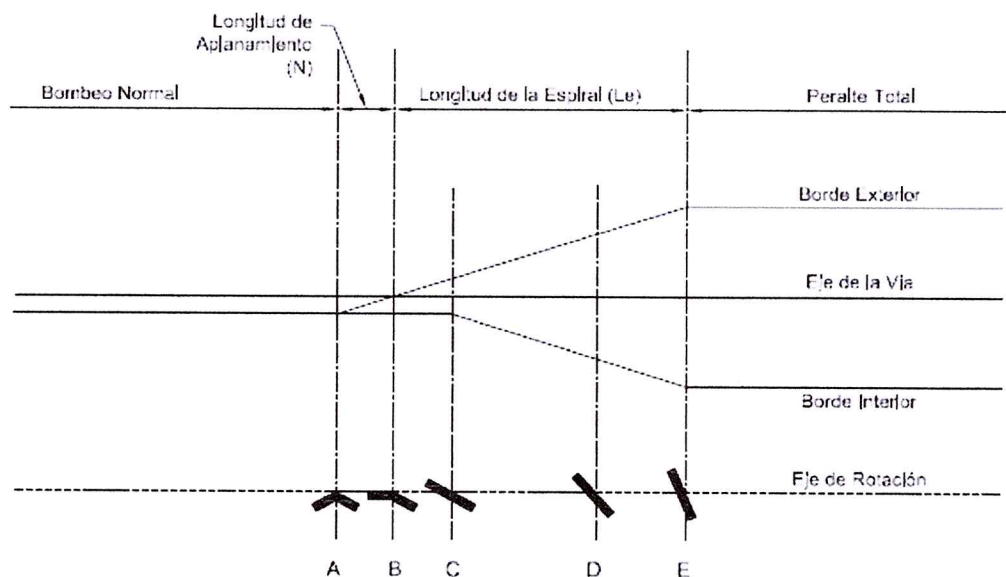
n: Número de carriles que giran.

Para este estudio los valores máximos y mínimos cumplen con las especificaciones del INVIAS.

4.23. Método utilizado para realizar la transición del peralte

El método seleccionado para realizar la transición del peralte fue girando la calzada respecto al eje de la carretera, como se ilustra en la Figura 3. Este es el método más empleado en diseño, porque permite un desarrollo más armónico y genera menor distorsión de los bordes de la corona.

Figura 3. Método utilizado para realizar la transición del peralte



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

4. DISEÑO EN PERFIL DEL EJE DE LA VÍA

El alineamiento vertical está formado por una serie de rectas enlazadas por arcos parabólicos, a los que dichas rectas son tangentes. La inclinación de las tangentes verticales y la longitud de las curvas dependen principalmente de la topografía de la zona, del alineamiento horizontal, de la visibilidad, de la velocidad del proyecto, de los costos de construcción, de los costos de operación, del porcentaje de vehículos pesados y de su rendimiento en los ascensos.

Para este caso en especial, el diseño en perfil del eje de la calle se realizó teniéndose en cuenta la rasante existente, con el fin de no generar grandes impactos y movimientos de tierra.

5.1. TANGENTE VERTICAL

5.1.1. Pendientes y longitudes

La pendiente mínima adoptada en el diseño del perfil de la rasante es de 0.20%, ya que las condiciones del terreno eran totalmente planas, carente de pendientes; la pendiente seleccionada garantiza el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura.

5.2. CURVAS VERTICALES

Una curva vertical es un elemento geométrico del diseño en perfil que se utiliza para el empalme de dos tangentes verticales consecutivas; tiene como utilidad permitir efectuar el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida, prestando un servicio seguro y cómodo. Además debe tener una apariencia agradable y debe ser adecuada para un drenaje óptimo. La curva que mejor se ajusta a estas condiciones son las curvas verticales simétricas.

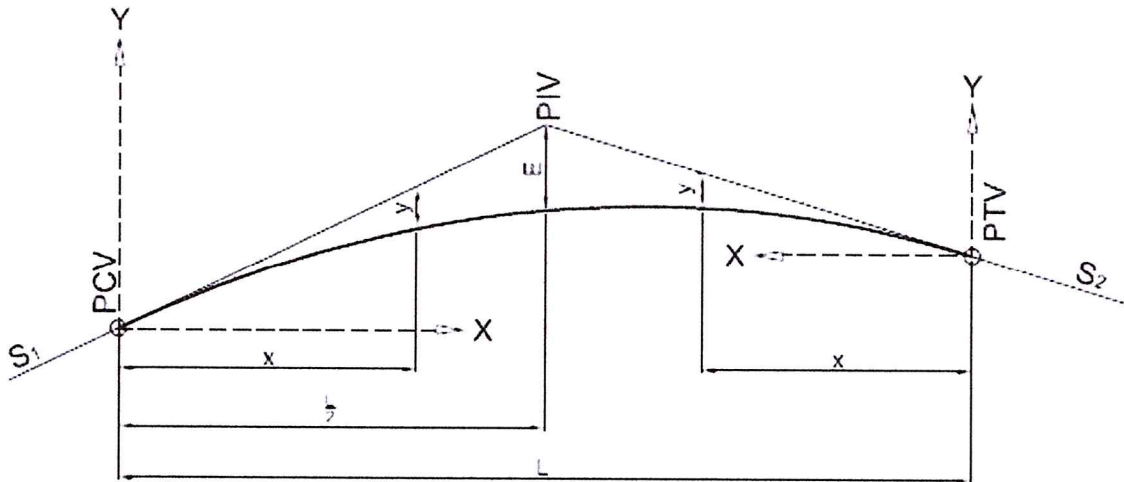
5.21. Tipos de curvas verticales empleadas

Las curvas verticales que se implementaron en el diseño del perfil vertical son curvas verticales cóncavas y convexas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman son simétricas.

5.22 Descripción y cálculo de los elementos geométricos

Las expresiones utilizadas para cálculo de los elementos geométricos de las curvas verticales, como la descripción de cada uno de sus componentes son mostrados a continuación, aclarando se adoptó como recomendación el uso de parábolas cuadráticas.

Figura 4. Elementos de la curva vertical simétrica



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

Donde: PCV: Principio de la curva vertical.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV: Terminación de la curva vertical.

L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros.

S_1 : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).

S_2 : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, dada en metros, se determina así:

x: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical.

La diferencia algebraica (A) se calcula de acuerdo a la Ecuación 7.

Ecuación 7. Diferencia algebraica de pendientes (A)

$$A = |S_1 - S_2|$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

La corrección vertical se calcula por medio de la Ecuación 8.

Ecuación 8. Corrección de la curva vertical (y)

$$y = x^2 \cdot \left(\frac{A}{200 \cdot L} \right)$$

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras – 2008, INVIAS.

El cálculo de la longitud y demás elementos de las curvas verticales se realizó teniendo en cuenta el criterio de seguridad, operación y de drenaje acorde a lo que estipula el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de 2008 del INVIAS y de la metodología AASTHO. El resultado de estos cálculos se puede apreciar al final en los anexos.

5. DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA CALLE

6.1. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PROYECTO

La sección transversal está comprendida por una calzada bidireccional, una calzada por sentido. La dimensión de una calzada es de 5.00 m.

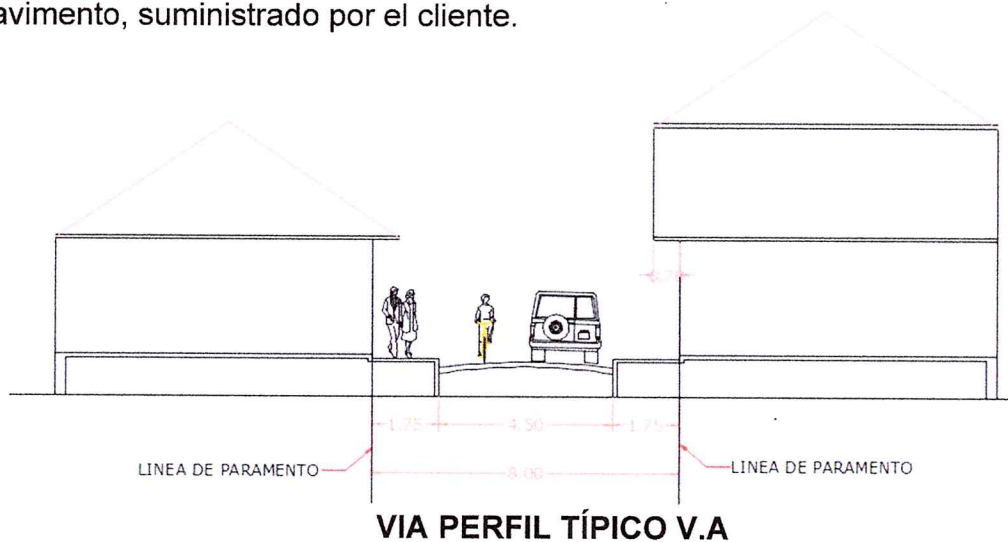
La sección tipo se puede apreciar en la Figura 5. Las características geométricas de las secciones se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Características geométricas sección transversal Típica 1

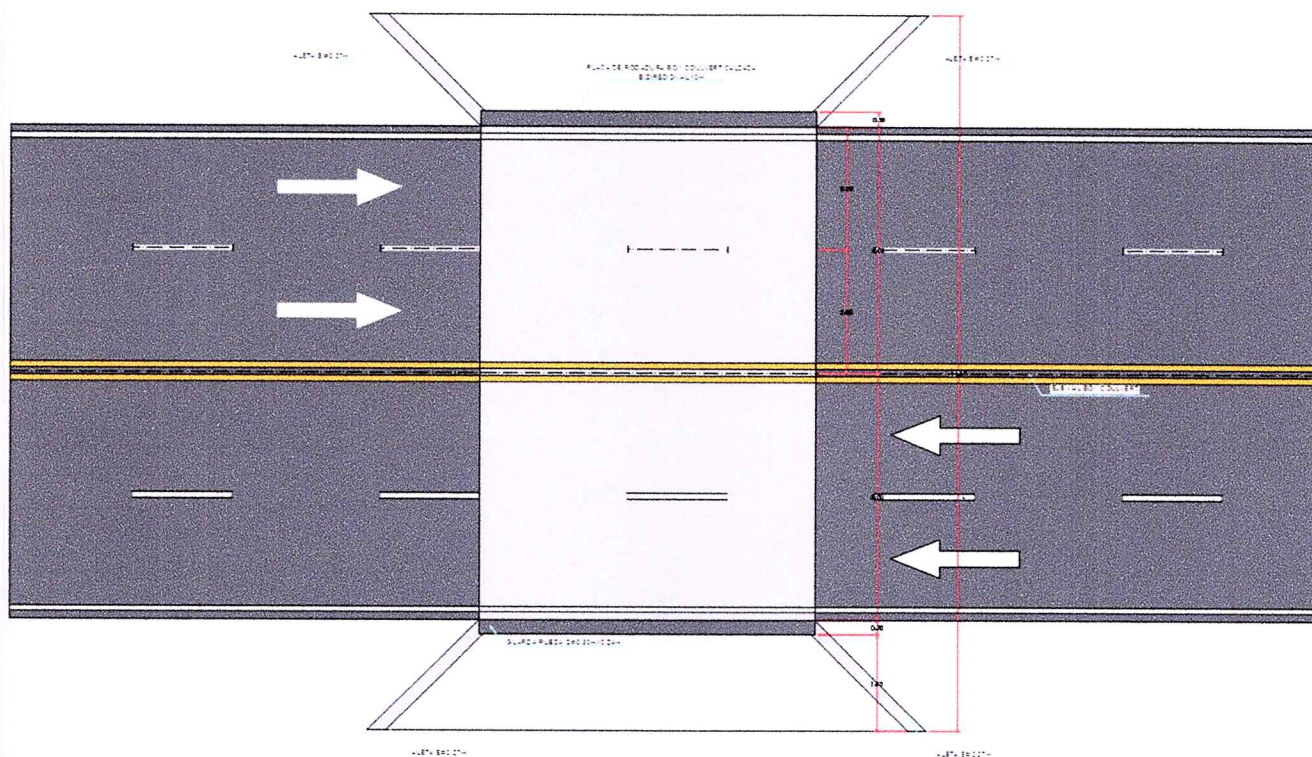
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Ancho dos carriles calzada	10,00m
Ancho por sentido de calzada	5,00m
Ancho de carriles	2,5 m
Bombeo	2.00%
Capa rodadura placa box culvert – Concreto hidráulico	25 cm
Sub Base granular acceso	20 cm

Fuente: El estudio.

Los espesores de las capas de estructuras del pavimento son dadas del estudio y diseño del pavimento, suministrado por el cliente.



Fuente: PBOT MUNICIPAL.



Planta vial box coulvert

6.2. SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

La sección transversal está comprendida por una doble calzada bidireccional, una calzada por sentido. La dimensión de calzada es de 6.6 m, separador central de 2.00 m, zonas verdes laterales de 1.0 m y un andén a ambos lados de 1.50 m de ancho.

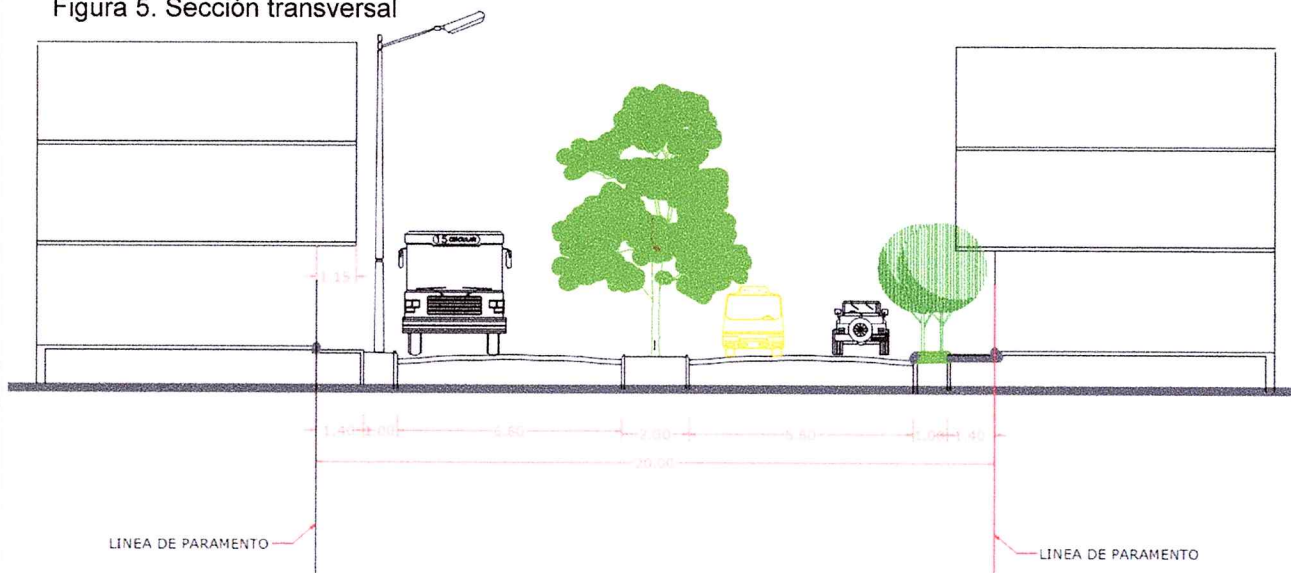
La sección tipo se puede apreciar en la Figura 5. Las características geométricas de las secciones se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Características geométricas sección transversal Típica 1

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Calzada	Por sentido
Ancho calzada	6.6 m
Ancho de carriles	3.3 m
Separador central	2.00 m
Zonas verdes laterales	1.0 m
Andenes	1.4 m
Bombeo	2.00%
Capa rodadura – Concreto hidráulico	17 cm
Base granular	30 cm

Fuente: PBOT MUNICIPAL.

Figura 5. Sección transversal



VIA PERFIL TÍPICO V.A

Fuente: PBOT MUNICIPAL.

Los espesores de las capas de la estructuras del pavimento son dadas del estudio y diseño del pavimento, suministrado por el cliente

6. VOLÚMENES

El cálculo de volúmenes entre secciones transversales se realizó por el método de las áreas medias. En resumen de movimiento de tierras y cantidad de materiales aproximados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Cálculo de volumen de movimiento de tierras (m³).

MATERIAL / VOLÚMENES	VOLUMEN m³	TOTAL m³
Corte	622.77	622,77
Relleno	0	0
Capa Rodadura - Concreto H.		17,00

Fuente: El estudio.

El soporte de estos cálculos se encuentra en los anexos.

También se aclara que las cantidades dadas aquí son en compacto y no están afectadas por factores de reducción o de mayoración.

7. RECOMENDACIONES

1. **Asegurar el alineamiento hidráulico:** Mantener la orientación del box culvert conforme al eje del cauce natural para garantizar el adecuado flujo de las aguas lluvias y evitar zonas de estancamiento o turbulencia.
2. **Diseño de obras de protección:** Incorporar estructuras de disipación de energía (como colchonetas reno, muros en piedra, pozos amortiguadores, entre otros) en las zonas de entrada y salida del box culvert para mitigar procesos de erosión y socavación.
3. **Estudios de estabilidad del terreno:** Realizar un análisis geotécnico del área de implantación para garantizar la estabilidad de la estructura y del terraplén vial, especialmente en zonas de pendiente o suelos susceptibles a saturación.
4. **Inspección previa y posterior a lluvias:** Programar mantenimientos e inspecciones regulares, especialmente antes y después de la temporada de lluvias, para retirar sedimentos, residuos u obstrucciones que puedan comprometer la capacidad hidráulica del sistema.
5. **Coordinación con el diseño vial:** Asegurar que el diseño geométrico de la vía se adapte adecuadamente a la ubicación del box culvert, incluyendo obras de transición y señalización, si es necesario, para garantizar la seguridad de los usuarios.
6. **Control ambiental:** Implementar medidas de manejo ambiental durante la construcción, como control de sedimentos, manejo de escombros y protección de vegetación ribereña, conforme a la normatividad vigente.
7. **Monitoreo hidráulico en operación:** Una vez en funcionamiento, establecer un programa de monitoreo hidráulico periódico para verificar el comportamiento del flujo y detectar de forma temprana posibles afectaciones.

8. JUSTIFICACION TECNICA ORIENTACION

Durante el desarrollo del diseño geométrico del proyecto vial, se identificó que la orientación natural del cauce de aguas lluvias intersecta el eje de la vía de forma diagonal. En consecuencia, la ubicación del box culvert ha sido definida alineada con dicho cauce, es decir, en una disposición diagonal respecto al eje vial.

Esta solución responde a criterios técnicos e hidráulicos fundamentales, ya que permite:

- Garantizar el tránsito libre y eficiente del flujo de aguas lluvias.
- Evitar fenómenos de turbulencia, represamientos o remansos en la estructura.
- Minimizar procesos de erosión en las zonas de entrada y salida del box culvert.
- Conservar la capacidad hidráulica del sistema de drenaje.
- Prevenir afectaciones a la infraestructura vial adyacente.

Instalar el box culvert en una disposición perpendicular al eje de la vía, aunque pudiera parecer coherente desde el punto de vista geométrico vial, resultaría técnicamente inviable e ineficiente. Esto generaría una desalineación respecto al flujo natural del agua, incrementando el riesgo de socavación, pérdida de capacidad de conducción, y posibles daños estructurales a futuro.

Por lo anterior, se ratifica que la orientación diagonal del box culvert no solo es técnicamente adecuada, sino también necesaria para garantizar la funcionalidad hidráulica, la seguridad vial y la durabilidad de la obra.

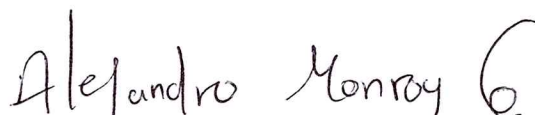
9. CONCLUSIONES

Se llevó a cabo el diseño geométrico de este proyecto de manera satisfactoria, siguiéndose los lineamientos definidos por el INVIAS y la AASHTO; como es lógico, el objetivo siempre fue que el resultado final del diseño fuera lo más fiel posible al trazado existente. De esta forma, se garantiza un menor impacto sobre el área de influencia.

Los bordillos de las vías deben cumplir las especificaciones de la norma NTC 4109; ésta es la norma técnica colombiana para prefabricados de concreto. Igualmente esta norma incluye recomendaciones de instalación de los bordillos. Es de vital importancia evitar la infiltración de agua entre calzada y bordillo, de lo contrario se puede poner en riesgo la estabilidad del mejoramiento del suelo y del pavimento.

Los espesores de las capas de la estructura de la placa de rodadura box culvert son dadas del estudio estructural.

En los anexos se dan las carteras de topografías obtenidas del diseño geométrico, las cuales permitirán su replanteo y materialización en el terreno.


ING. LUIS ALEJANDRO MONROY GUTIERREZ
M.P. No. 54202 – 164370 NTS

ANEXOS

Informe de P.K. de PI de alineaciones

Cliente:

Client

Client Company

Address 1

Fecha: 2/09/2025 7:09:59 p. m.

Preparado por:

Preparer

Your Company Name

123 Main Street

Nombre de alineación: BOX COULVERT

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 4+000.00

P.K. de PI	Ordenada	Abscisa	Distancia	Orientación
0+000.00	1,259,722.5970m	912,340.5714m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+001.00	1,259,721.7287m	912,341.0674m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+002.00	1,259,720.8604m	912,341.5635m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+003.00	1,259,719.9921m	912,342.0596m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+004.00	1,259,719.1239m	912,342.5556m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+005.00	1,259,718.2556m	912,343.0517m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+006.00	1,259,717.3873m	912,343.5477m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+007.00	1,259,716.5190m	912,344.0438m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+008.00	1,259,715.6507m	912,344.5399m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+009.00	1,259,714.7825m	912,345.0359m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+010.00	1,259,713.9142m	912,345.5320m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+011.00	1,259,713.0459m	912,346.0281m		
			0.635m	S29° 44' 24"E
0+011.64	1,259,712.4942m	912,346.3433m		
			0.365m	S29° 44' 24"E
0+012.00	1,259,712.1776m	912,346.5241m		
			1.000m	S29° 44' 24"E

0+013.00	1,259,711.3094m	912,347.0202m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+014.00	1,259,710.4411m	912,347.5163m		
			1.000m	S29° 44' 36"E
0+015.00	1,259,709.5727m	912,348.0124m		
			0.997m	S29° 44' 13"E
0+016.00	1,259,708.7070m	912,348.5070m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+017.00	1,259,707.8389m	912,349.0029m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+018.00	1,259,706.9707m	912,349.4989m		
			0.439m	S29° 44' 24"E
0+018.44	1,259,706.5899m	912,349.7165m		
			0.561m	S29° 44' 24"E
0+019.00	1,259,706.1026m	912,349.9949m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+020.00	1,259,705.2345m	912,350.4909m		
			1.002m	S29° 44' 24"E
0+021.00	1,259,704.3646m	912,350.9879m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+022.00	1,259,703.4964m	912,351.4839m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+023.00	1,259,702.6282m	912,351.9799m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+024.00	1,259,701.7600m	912,352.4759m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+025.00	1,259,700.8918m	912,352.9719m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+026.00	1,259,700.0236m	912,353.4680m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+027.00	1,259,699.1554m	912,353.9640m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+028.00	1,259,698.2872m	912,354.4600m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+029.00	1,259,697.4190m	912,354.9560m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+030.00	1,259,696.5508m	912,355.4520m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+031.00	1,259,695.6826m	912,355.9481m		
			1.000m	S29° 44' 24"E

0+032.00	1,259,694.8144m	912,356.4441m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+033.00	1,259,693.9462m	912,356.9401m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+034.00	1,259,693.0780m	912,357.4361m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+035.00	1,259,692.2098m	912,357.9322m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+036.00	1,259,691.3415m	912,358.4282m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+037.00	1,259,690.4733m	912,358.9242m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+038.00	1,259,689.6051m	912,359.4202m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+039.00	1,259,688.7369m	912,359.9162m		
			1.000m	S29° 44' 24"E
0+040.00	1,259,687.8687m	912,360.4123m		

Informe de verificación de normas de diseño de alineaciones

Cliente:

Client

Client Company

Address 1

Fecha: 2/09/2025 7:09:05 p. m.

Preparado por:

Preparer

Your Company Name

123 Main Street

Nombre de alineación: BOX COULVERT

Descripción:

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 4+000.00

1 Tangente

P.K. inicial: 0+000.00

P.K. final: 0+001.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**2 Tangente**

P.K. inicial: 0+001.00

P.K. final: 0+002.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**3 Tangente**

P.K. inicial: 0+002.00

P.K. final: 0+003.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**4 Tangente**

P.K. inicial: 0+003.00

P.K. final: 0+004.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

5 Tangente

P.K. inicial: 0+004.00

P.K. final: 0+005.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**6 Tangente**

P.K. inicial: 0+005.00

P.K. final: 0+006.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**7 Tangente**

P.K. inicial: 0+006.00

P.K. final: 0+007.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**8 Tangente**

P.K. inicial: 0+007.00

P.K. final: 0+008.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**9 Tangente**

P.K. inicial: 0+008.00

P.K. final: 0+009.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:**10 Tangente**

P.K. inicial: 0+009.00

P.K. final: 0+010.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

11 Tangente

P.K. inicial: 0+010.00

P.K. final: 0+011.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

12 Tangente

P.K. inicial: 0+011.00

P.K. final: 0+011.64

Longitud: 0.635m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

13 Tangente

P.K. inicial: 0+011.64

P.K. final: 0+012.00

Longitud: 0.365m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

14 Tangente

P.K. inicial: 0+012.00

P.K. final: 0+013.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

15 Tangente

P.K. inicial: 0+013.00

P.K. final: 0+014.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

16 Tangente

708

P.K. inicial: 0+014.00
P.K. final: 0+015.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

17 Tangente

P.K. inicial: 0+015.00
P.K. final: 0+016.00
Longitud: 0.997m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

18 Tangente

P.K. inicial: 0+016.00
P.K. final: 0+017.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

19 Tangente

P.K. inicial: 0+017.00
P.K. final: 0+018.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

20 Tangente

P.K. inicial: 0+018.00
P.K. final: 0+018.44
Longitud: 0.439m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

21 Tangente

P.K. inicial: 0+018.44
P.K. final: 0+019.00
Longitud: 0.561m
Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

709

22 Tangente

P.K. inicial: 0+019.00

P.K. final: 0+020.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

23 Tangente

P.K. inicial: 0+020.00

P.K. final: 0+021.00

Longitud: 1.002m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

24 Tangente

P.K. inicial: 0+021.00

P.K. final: 0+022.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

25 Tangente

P.K. inicial: 0+022.00

P.K. final: 0+023.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

26 Tangente

P.K. inicial: 0+023.00

P.K. final: 0+024.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

27 Tangente

P.K. inicial: 0+024.00

P.K. final: 0+025.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

28 Tangente

P.K. inicial: 0+025.00
P.K. final: 0+026.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

29 Tangente

P.K. inicial: 0+026.00
P.K. final: 0+027.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

30 Tangente

P.K. inicial: 0+027.00
P.K. final: 0+028.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

31 Tangente

P.K. inicial: 0+028.00
P.K. final: 0+029.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

32 Tangente

P.K. inicial: 0+029.00
P.K. final: 0+030.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

33 Tangente

P.K. inicial: 0+030.00
P.K. final: 0+031.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

34 Tangente

P.K. inicial: 0+031.00
P.K. final: 0+032.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

35 Tangente

P.K. inicial: 0+032.00
P.K. final: 0+033.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

36 Tangente

P.K. inicial: 0+033.00
P.K. final: 0+034.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

37 Tangente

P.K. inicial: 0+034.00
P.K. final: 0+035.00
Longitud: 1.000m
Velocidad de proyecto: 100
Comprobaciones de
diseño:

38 Tangente

P.K. inicial: 0+035.00
P.K. final: 0+036.00
Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

712

39 Tangente

P.K. inicial: 0+036.00

P.K. final: 0+037.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

40 Tangente

P.K. inicial: 0+037.00

P.K. final: 0+038.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

41 Tangente

P.K. inicial: 0+038.00

P.K. final: 0+039.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

42 Tangente

P.K. inicial: 0+039.00

P.K. final: 0+040.00

Longitud: 1.000m

Velocidad de proyecto: 100

Comprobaciones de
diseño:

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD Y SECIÓN DE DERECHOS

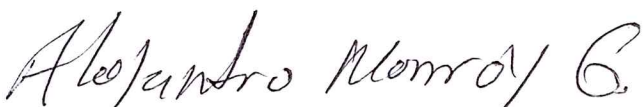
Yo, LUIS ALEJANDRO MONROY GUTIERREZ, ingeniero civil con matrícula profesional No. 54202 164370 NTS y cedula de ciudadanía No. 88.256.586 de Cúcuta NDS certifico que realice el diseño geométrico para el proyecto CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT SOBRE LA CARRERA 16A, CON ACCESO AL BARRIO MONTEBELLO, DEL MUNICIPIO DE SARAVERA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

Declaro que dicho diseño hidráulico fue realizado dando cumplimiento a los parámetros estipulados en el conforme a los criterios establecidos por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en sus Normas de Diseño Geométrico de Carreteras (2008), Manual de Diseño de Obras de Drenaje (INVIAS) y ley 105 de 1993 y Decreto 1079 de 2015, en cuanto a cumplimiento de normas técnicas y funcionalidad de la infraestructura.

Cedo el Diseño Geométrico cuyo objeto es: CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT SOBRE LA CARRERA 16A, CON ACCESO AL BARRIO MONTEBELLO, DEL MUNICIPIO DE SARAVERA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA. A la alcaldía municipal de Saravena

Se recomienda que el diseño geométrico de la vía y las estructuras asociadas, incluyendo la ubicación y orientación del box culvert, se ajuste estrictamente a los planos aprobados de diseño. Cualquier modificación, ya sea sustancial o parcial, deberá contar con la autorización expresa del diseñador o del equipo técnico responsable del proyecto.

Esta medida garantiza la coherencia técnica del proyecto, la compatibilidad entre los componentes hidráulicos y viales, y evita afectaciones a la funcionalidad, seguridad o durabilidad de la infraestructura.


ING. LUIS ALEJANDRO MONROY GUTIERREZ
M.P. No. 54202 – 164370 NTS

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.
54202164370NTS
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 22/01/2009
LUIS ALEJANDRO
MONROY GUTIERREZ
C.C. 88256586
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER


PRESIDENTE DEL CONSEJO

Luis Alejandro Monroy 6.



Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3764936

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LUIS ALEJANDRO MONROY GUTIERREZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 88256586, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-164370 desde el 22 de Enero de 2009, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 64.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) refendo(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los dieciocho (18) días del mes de Julio del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad o materialidad del presente documento, consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsoft/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.