



PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO
AMBIENTAL
PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4
Sector K68+860 al K76+091

VER. No. 6
15/12/2016
FTGA-A-000 SPV-NC

CONCESIONARIA NUEVO CAUCA SAS

CONTRATO DE CONCESIÓN APP No. 11 del 11 de agosto 2015,

**UNIDAD FUNCIONAL 4 MONDOMO – SANTANDER DE QUILICHAO
SECTOR K68+860 al K76+091
“POPAYÁN – SANTANDER DE QUILICHAO”**

DEPARTAMENTO DEL CAUCA

VERSION No. 6

REVISADO POR:			
CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ESPECIALISTA AMBIENTAL	RODRIGO PEDRAZA		
ESPECIALISTA SOCIAL	KELLY LOPEZ		

APROBADO POR:			
CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PROFESIONAL AMBIENTAL ANI	DIANA MARCELA PERDOMO		
PROFESIONAL SOCIAL ANI	ÁNGELA EDID GONZÁLEZ		



CONTROL DE LA REVISIÓN

Revisión	Descripción	Numerales que cambian de la anterior revisión	Fecha
0	Documento Original	N/A	02/12/2015
1	Se complementa la información del ítem. Evaluación ambiental.	7.1	01/03/2016
1	Se complementa la información del ítem. Programas de Manejo Ambiental.	8	01/03/2016
1	Se ajusta la información del ítem. Presupuesto PAGA.	10	01/03/2016
1	Se ajustó el ítem. Programa de seguimiento y control.	13	01/03/2016
1	Se ajustó el ítem. Anexos. Incluyendo el auto de inicio del permiso de concesión y los documentos actualizados de la zona de depósito Crucero Pescador. Se ajustó el ítem. Estructura del PAGA, 2.3, 2.6.	14- 8.1	01/03/2016
1	Se incluyó la tabla 14. Relación de infraestructura identificada sobre corredor y el Anexo 4.	6.6.1	07/03/2016
2	Se incluye el programa 4-01 Manejo de descapote y cobertura vegetal y se ajusta la Tabla 23. Programas y proyectos.	4-01	13/06/2016
2	Se ajusta el programa 4-01 Manejo de descapote y cobertura vegetal.	4-01	11/07/2016
3	Se genera el documento correspondiente a la ETAPA PREOPERATIVA – FASE DE CONSTRUCCION	DOCUMENTO COMPLETO	05/08/2016
4	Ajustes al documento correspondiente a la ETAPA PREOPERATIVA – FASE DE CONSTRUCCION	DOCUMENTO COMPLETO	15/09/2016
5	Atención comunicación de Interventoría UT4G-0567-AM	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10	20/11/2016
6	Atención al pronunciamiento de la ANLA Radicado No. 2016074905-2-000	DOCUMENTO COMPLETO	15/12/2016



TABLA DE CONTENIDO

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	7
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A EJECUTAR	8
2.2.1. <i>Descripción de la vía</i>	8
2.2.2. <i>Infraestructura Existente</i>	9
2.2.3. <i>Diseño del proyecto</i>	28
2.3. DEMANDA AMBIENTAL DEL PROYECTO	63
2.3.1. <i>Permisos y autorizaciones ambientales</i>	63
2.3.2. <i>Fuentes de materiales</i>	64
2.3.3. <i>Zonas de depósito</i>	65
2.4. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y OBRAS A EJECUTAR	66
2.4.1. <i>Infraestructura asociada al proyecto</i>	77
2.4.1.1. <i>Campamentos</i>	77
2.4.1.2. <i>Locaciones</i>	78
2.5. VÍAS DE ACCESO	79
2.6. EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZAR Y PERSONAL TRABAJANDO	79
2.6.1. <i>Personal</i>	80
2.7. COSTOS Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	82

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Ubicación de la unidad funcional 4 del proyecto</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2 Datos generales de la Unidad Funcional 4</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3 Coordenadas de Unidad Funcional 4.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 4 Características calzadas de la Unidad Funcional 4.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 5 Ubicación puentes Peatonales.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 6 Ubicación puentes vehiculares.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 7 Inventario de muros en el tramo existente UF4.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 8 Cantidad defensas metálicas</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 9 Cantidad señales verticales.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 10 Ubicación de los postes SOS.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 11 Resumen inventario UF4</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 12 Cunetas existentes en el tramo Unidad Funcional 4.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 13 Parámetros de diseño geométrico.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 14 Criterios de asignación tipo de empalme</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 15 Rangos de radio en que predomina cada criterio y se convierte en la envolvente de diseño</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 16 Longitud mínima de entretangencia horizontal.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 17 Longitud mínima del segmento circular</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 18 Taludes UF4</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 19 Recomendaciones estabilidad taludes de terraplén.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 20 Volumen de corte aprovechable Unidad Funcional IV</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 21 Espesores de diseño recomendados.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 22 Longitudes aproximadas de las principales intervenciones.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 23 Ubicación de Puentes proyectados Nuevos, - Unidad Funcional 4.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 24 Ubicación de Puentes peatonales- Unidad Funcional 4</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 25 Alcantarillas y Box proyectados - Unidad Funcional 4</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 26 Cunetas Proyectadas- Unidad Funcional 4.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 27 Parámetros.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 28 Retornos Diseñados UF 4 (Sector K68+860 al K76+091).....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 29 Andenes Proyectados UF4.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 30 Coordenadas de ubicación del centro de abastecimiento de material Error! Marcador no definido.</i>	
<i>Tabla 31 ZODME´s Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091).....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 32 Estimativo de maquinaria, equipos y vehículos para para la fase de construcción.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 33 Estimativo personal a contratar para para la fase de construcción.....</i>	<i>81</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización general del proyecto	7
Figura 2 Localización Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091	8
Figura 3 Porcentaje de curvas en función de los rangos de valores de radios diseñados	31
Figura 4 Transición utilizada, calzada girada alrededor del eje	31
Figura 5 Variación de longitud de la espiral en función del radio de curvatura.....	32
Figura 6 Sección transversal típica de doble calzada.....	36
Figura 7 Sección transversal – Pontón Glorieta Timba	41
Figura 8 Perfil longitudinal – Pontón Glorieta Timba.....	41
Figura 9 Planta – Pontón Glorieta Timba.....	42
Figura 10 Perfil longitudinal – Puente Río Quilichao.....	43
Figura 11 Planta general - Puente Río Quilichao	44
Figura 12 Sección transversal – Puente Río Quilichao	44
Figura 13 Planta general del Puente Peatonal con 2 rampas	46
Figura 14 Perfil Puente Peatonal.....	47
Figura 15 Sección transversal de viga sobre columna eje 2.	47
Figura 16 Corte de rampa peatonal.....	48
Figura 17 Sección Cuneta.....	51
Figura 18 Planta Estructura de Caída	55
Figura 19 Esquema de definiciones: (a) escalones para $\Theta=19, 23, 30$ Y 55° , (b) escalones tomados para $\Theta=5.7, 8.5$ Y 11.3°	57
Figura 20 Modelación de radio de giro de un retorno con autoturn v8.1	59
Figura 21 Esquema Retorno K69+750.....	60
Figura 22 Ancho Andén.....	61
Figura 23 Modulación.....	61
Figura 24 Rampas y guías movilidad reducida.....	62
Figura 25 Ubicación Mina Los Pinos	¡Error! Marcador no definido.
Figura 26 Ubicación Fuente de material existente	¡Error! Marcador no definido.



2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-2014 Prosperidad Para Todos, el mejoramiento de la capacidad de la infraestructura de transporte significaba un importante aporte al fortalecimiento de la competitividad y prosperidad, por lo cual, el Gobierno Colombiano se comprometía a impulsar la consolidación de corredores de transporte que soportaran la carga de comercio exterior y que conectasen los principales centros de producción y consumo con los puertos marítimos, aeropuertos y puntos fronterizos, garantizando la conectividad regional.

Dentro del marco de los proyectos de Cuarta Generación, en los cuales se plantea la construcción y operación en concesión de más de 8.000 km de carreteras con el fin de disminuir el costo y tiempos de transporte de personas y, en especial, de carga, surge el proyecto de la adecuación de la calzada derecha y construcción de la segunda calzada para la vía Popayán – Santander de Quilichao, dividida en cuatro (4) unidades funcionales, dentro de la que se pretende generar de forma interdisciplinaria, la actualización de los Estudios y Diseños para el mejoramiento y rehabilitación del tramo Mondomo – Santander de Quilichao desde el km 57+061 – 76+665. De acuerdo a pronunciamiento de la ANLA el 15 de Noviembre de 2016, con radicado numero 2016074905-2-000 se conceptua sobre el tramo del K68+860 al K76+091 considerando éste como un mejoramiento, por tanto conforme a lo requerido dentro de la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura Subsector Vial del INVIAS (2011), identificando y reuniendo la información física, biótica, socioeconómica y cultural requerida para la oportuna gestión de permisos ambientales, el mejoramiento de la calidad de las obras en el entorno que se desarrollan, las buenas relaciones con la comunidad, así como con las autoridades locales, para el desarrollo sostenible de las actividades civiles, socio-ambientales por parte del Constructor y la entidad Contratante (ANI), formulando el presente Plan de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental PAGA, sobre el tramo conceptuado por la ANLA, para actividades de mejoramiento y rehabilitación, conforme a lo establecido en el Artículo 1, literal A), numerales del 1 al 19 del Decreto 769 del 22 de abril de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La vía objeto de la Concesión segunda calzada de la Ruta Nacional 25 Tramo 2504 “Popayán-Santander de Quilichao”, tiene una longitud total aproximada de 77 km y en su recorrido atraviesa la zona Norte-Centro del departamento del Cauca. La vía se divide en cuatro unidades funcionales, dentro de las cuales es objeto del presente Plan la **“Unidad Funcional 4, (Sector K68+860 al K76+091)”** que se encuentra ubicada entre el el km 68+860 – km 76+091, con una longitud total de 7,23 km.

El Proyecto contempla la construcción de la segunda calzada y el mejoramiento y la rehabilitación de la calzada existente, entre la vereda Alegrías en el municipio de Santander de Quilichao y la cabecera municipal de Santander de Quilichao, se plantea con el fin de mejorar la infraestructura vial y de transporte de esta región del país, disminuyendo considerablemente los tiempos de recorrido entre Cali y la frontera con Ecuador.

El trazado total de la vía se desarrolla sobre un terreno variable, entre Ondulado y Plano. El tramo entre Alegrías – Santander de Quilichao discurre en la zona Norte-Centro del departamento del Cauca, pasando por el municipio de Santander de Quilichao, como se aprecia en la Figura 1 y Figura 2

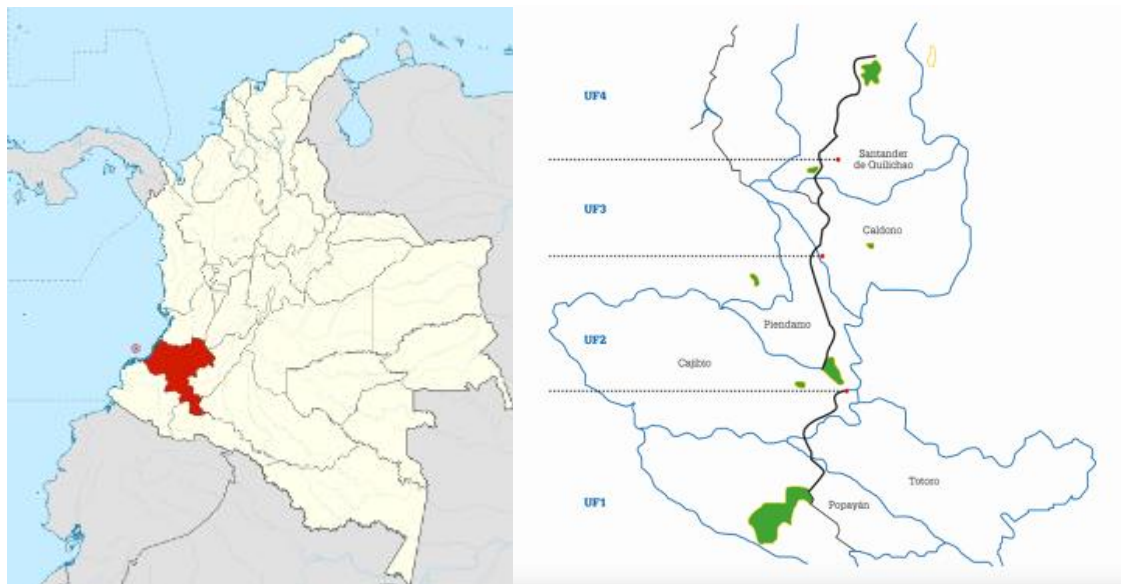


Figura 1 Localización general del proyecto

Fuente: Consorcio Nuevo Cauca, 2016

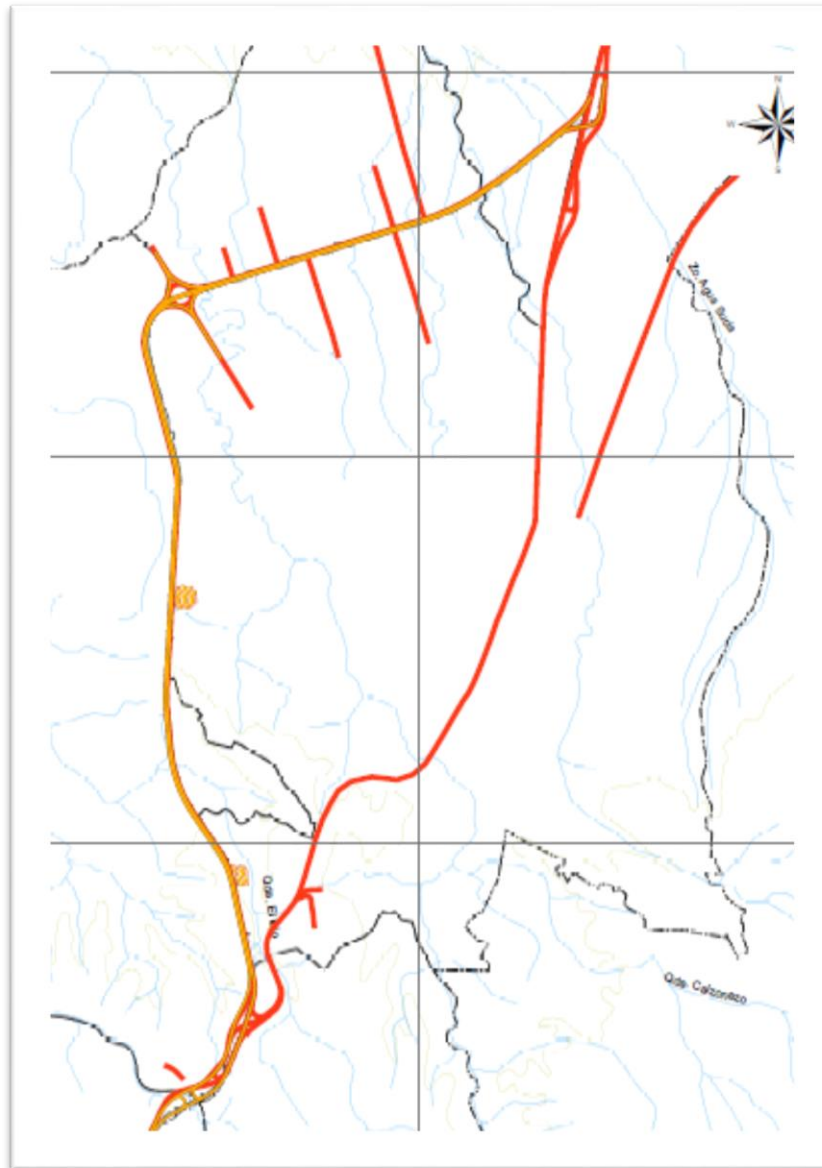


Figura 2 Localización Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091

Fuente: Consorcio Nuevo Cauca, 2016

2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A EJECUTAR

2.2.1. Descripción de la vía

El proyecto comprende el tramo de construcción de la segunda calzada y rehabilitación y mejoramiento de la calzada existente de la Unidad Funcional 4 en el Sector K68+860 al K76+091, como se presenta en la Tabla 1:

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO PAGA -	8	Diciembre de 2016
UNIDAD FUNCIONAL 4, MONDOMO -		
SANTANDER DE QUILICHAO		
SECTOR K68+860 AL K76+091		


	<p align="center">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091</p>	<p align="right">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	---	--

Tabla 1 Ubicación de la unidad funcional 4 sector K68+860 al K76+091 del proyecto

UNIDAD FUNCIONAL	NOMBRE	Calzada Izquierda		Longitud (Km)	INTERVENCIÓN PREVISTA
		Inicio	Fin		
4	Alegrías – Santander de Quilichao	Km 68+860	Km 76+091	7,23 Km	Construcción de la segunda calzada y Mejoramiento y Rehabilitación, de la calzada existente.

Fuente: Consorcio Nuevo Cauca, 2016

CALZADA IZQUIERDA			CALZADA DERECHA		
Absc Inicio	Absc Fin	Long	Absc Inicio	Absc Fin	Long
Km68+860	Km76+091	7231	Km69+350	Km76+665	7315

Fuente: Consorcio Nuevo Cauca, 2016

2.2.2. Infraestructura Existente

Se realizó visita de campo recorriendo los 19,61 km de la totalidad de la Unidad Funcional 4 “Mondomo – Santander de Quilichao”, efectuando un registro filmico y fotográfico de la vía, obras de drenaje, puentes vehiculares y peatonales, señalización, y otros puntos particulares. La visita fue realizada entre el 10 y el 22 de agosto 2015 dentro de la cual participaron especialistas en vías, pavimentos, geotecnia entre otros.

El mapa a escala de la infraestructura existente 1:25.000 se puede observar en el Anexo 2.1 Mapas temáticos.

2.2.2.1. Características Generales

A continuación, se encuentra un listado de las principales características de la vía existente en la Tabla 2.

Tabla 2 Datos generales de la Unidad Funcional 4 sector K68+860 al K76+091

UF	SECTOR	TIPO OBRA	TERRENO	TIPO DE VIA	ORIGEN	DESTINO	LON G (KM)
UF4	Alegrías – Santander de Quilichao	Construcción de la segunda calzada y rehabilitación y mejoramiento calzada existente.	ONDULADO Y PLANO	PRIMARIA	K68+860	K76+091	7.23

Fuente: EQUIPO NUEVO CAUCA


	<p align="center">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL</p> <p align="center">PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091</p>	<p align="right">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	--	--

Tabla 3 Coordenadas de Unidad Funcional 4 sector K68+860 al K76+091

UF	SECTOR	COORDENADAS ORIGEN		COORDENADAS DESTINO	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
UF4	Santander de Quilichao	1064155.13	822107.69	1066529.40	827536.50
				1066462.50	827557.70

Fuente: EQUIPO NUEVO CAUCA

Tabla 4 Características calzadas de la Unidad Funcional 4 sector K68+860 al K76+091

UF	Sector	Tipo calzada	Carril	Tercer carril (longitud)	ANCHOS DE CALZADA (M)			ANCHOS DE CORONA (M)			Tipo pav
					Max	Min	Prom	Max	Min	Prom	
UF 4	Mondomo – Santander de Quilichao	Sencilla	2	0 m	7,6	7,6	7,6*	11,3	11.3	11.3*	Asfa

Fuente: EQUIPO NUEVO CAUCA

2.2.2.2. Estado del pavimento actual

Para la Unidad Funcional 4 la inspección visual del pavimento inició desde el PR 68+860 hasta el PR 76+091. A lo largo y ancho de este segmento vial, se observa que la estructura de pavimento a nivel general presenta condiciones de servicio, seguridad y confort, óptimas para el tránsito de vehículos pesados y livianos, está conformado por una sub-base granular, una base granular y capas asfálticas que permiten una circulación vehicular con un nivel de seguridad vial aceptable.

La información de las principales características del tramo vial, es un ancho promedio de calzada equivalente a 10.98 m y un ancho promedio de los dos carriles de 7.50 m. Es de aclarar que, dentro de estos promedios evaluados, no se incluye la información sobre anchos de carril y anchos de calzada para los sectores donde el segmento vial se ramifica en dos ramales diferentes, o del sector donde se localiza la glorieta del PR 74+600.

A nivel general, se considera que el estado de la estructura de pavimento del tramo en análisis de la unidad funcional No. 4, presenta condiciones adecuadas para el alto flujo vehicular que transita por el mencionado segmento vial, brindando confort y seguridad vial para los diferentes usuarios. Sin embargo, para mantener un excelente desempeño de la vía, se recomienda efectuar a corto plazo la intervención en cada uno de los daños identificados y evaluados, así como programar seguimientos y mantenimientos periódicos.



Fotografía 1 Estado pavimento Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091)

Fuente: TYPESA Ingenieros Consultores y Arquitectos. Servicio de consultoría para la realización del inventario de vías: Popayán – Santander de Quilichao, 2015

2.2.2.3. Intersección, punto de inicio y fin UF 4 – Alegrías – Santander de Quilichao

Dentro del tramo inventariado, existen varias intersecciones:

- **Intersección Santander de Quilichao:** intersección con estado de pavimentación y señalización bueno. Calzadas de ingreso y salida independientes garantizando seguridad en los cruces (Ver Fotografía 2).



Fotografía 2 Intersección Santander de Quilichao (km 70+400)

Fuente: TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos. Servicio de consultoría para la realización del inventario de vías: Popayán – Santander de Quilichao, 2015

- **Intersección Popayán - Santander de Quilichao – Cali - Timba:** Glorieta con estado de pavimentación y señalización bueno. Existe también un puente peatonal para la seguridad del peatón (Ver Fotografía 3).



Fotografía 3 Intersección Popayán -Santander de Quilichao (km 74+600)

Fuente: TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos. Servicio de consultoría para la realización del inventario de vías: Popayán – Santander de Quilichao, 2015

- **Fin de la concesión:** se encuentra una intersección a desnivel la cual cuenta con un pavimento y señalización en buen estado (Ver Fotografía 4).


Fotografía 4 Fin de la concesión (km 77+000)

Fuente: TYP SA Ingenieros Consultores y Arquitectos. Servicio de consultoría para la realización del inventario de vías: Popayán – Santander de Quilichao, 2015

2.2.2.4. Peajes

Dentro del tramo evaluado en la Unidad funcional 4, no se encuentran peajes ubicados.

2.2.2.5. Puentes peatonales

Dentro del tramo de la Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091) se encontraron dos (2) pasos peatonales ubicados en los siguientes kilómetros (Ver Tabla 5).

Tabla 5 Ubicación puentes Peatonales

ID	UNIDAD FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA(m ²)
1	UF 4	Puente peatonal	K72+700	28,70	4,00	114,80
	UF 4	Rampa y baranda metálica	K72+700	18,8	2	37,6
	UF 4	Rampa y baranda metálica	K72+700	116	2,6	301,60
2	UF 4	Puente peatonal	K74+600	65,50	2,20	144,10
	UF 4	Rampa en espiral	K74+600	80	2,5	200
	UF 4	Rampa	K74+600	78,8	2,5	197

Fuente: TYP SA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit.

- **Puente peatonal K72+700**

Este es un puente peatonal y para motociclistas, está construido en su totalidad en concreto y presenta una serie de muros de contención de gran importancia para acceso y salida del mismo. Tiene un ancho de 4,00m y largo de 28,70m y cuenta con dos rampas en zigzag de longitudes 18,80m y 116,0 m y tienen un ancho de 2,00 y 2,60 respectivamente (Ver Fotografía 5).



Fotografía 5 Estado Puente peatonal km 72+700

Fuente: TYPESA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit

- **Puente peatonal K74+600**

Tiene un ancho de 2,20m y largo de 65,50m y cuenta con dos rampas, una en espiral de longitud 80 m y otra en zigzag de longitud 78,80 m ambas con un ancho de 2,50 (Ver Fotografía 6).




Fotografía 6 Estado puente peatonal Km 74+600

Fuente: TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit

2.2.2.6. Puentes vehiculares

Se realizó una visita en campo donde se inspeccionaron cada uno de los puentes vehiculares, registrando sus medidas principales, ubicación, presencia de barandas, defensas metálicas.

	<p align="center">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091</p>	<p align="right">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	---	--

A continuación, se muestra la ubicación de los puentes vehiculares en el tramo de la Unidad Funcional 4, ver la Tabla 6.

Tabla 6 Ubicación puentes vehiculares

ID	UNIDAD FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m ²)
1	UF 4	Puente vehicular – Interseccion Sur Variante Santander de Quilichao	PR 70+600	25,60	11,7	299,52
2	UF 4	Puente vehicular – Rio Quilichao	PR 77+00	20,00	9	230,40

Fuente: Dirección Operación y Mantenimiento .

2.2.2.7. Muros

Se realizó un listado de los muros existentes encontrados en la vía, determinando a su vez el tipo de material en los que se encuentran contruidos, de acuerdo a esto se obtuvo el siguiente inventario presentado en la Tabla 7.

Tabla 7 Inventario de muros en el tramo existente UF4 sector K68+860 al K76+091

MUROS UF4						
PR	LARGO	ANCHO	ALTO	COST.	DESCRIPCIÓN	VOLUMEN (m ³)
K70+500	11	2	3	Izq	Muro en Gavión sobre separador	66.00
K70+600	20.9	2	2	Izq	Muro en Gavión sobre separador	83.60
K70+600	50	2	2	Izq	Muro en Gavión sobre separador	200.00
K70+600	50			Der	New jersey en concreto	50.00
K70+600	44.5			Der	New jersey en concreto	44.50
K70+600	21.7			Izq	New jersey en concreto	21.70
K70+250	26.8	2	2	Izq	Muro en gavión	107.20
K70+400	69	2	3	Izq	Muro en gavión	414.00
K70+700	19	0.25	3	Der	Muro en concreto - Rampa	14.25
K70+700	49.3	0.25	4	Der	Muro en concreto - Rampa	49.30
K70+700	37	0.25	3.5	Der	Muro en concreto – (Rampa espesor 0,25)	32.38
K70+600	21.7	2	2	Der	Muro en gavión	86.80
K70+700	24.5	0.3	4	Izq	Muro concreto estribo puente peatonal	29.40

Fuente: Consorcio Nuevo Cauca, 2016

2.2.2.8. Defensas metálicas

Se realizó un listado de las defensas metálicas encontradas en la vía, determinando a su vez el estado de las mismas de manera visual, de acuerdo a esto se obtuvo el siguiente inventario presentado en la Tabla 8.

Tabla 8 Cantidad defensas metálicas

Defensas Metálicas UF 4					
			Estado		longitud a reemplazar
km	Long	Costado	Bueno	Malo	m
K68+100	28	Izq	X		0
K70+600	12	Izq	X		0
K77+000	104	Izq	X		8
K77+000	32	Der	X		0
Defensa metálica				ml	360
Sección final				Un	14

Fuente: TYPESA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit

2.2.2.9. Señalización vertical

Se realizó un conteo de todas las señales verticales, clasificándolas por tipo, ubicación y evaluando visualmente su estado y visibilidad, de acuerdo a este inventario se obtuvo el siguiente resumen presentado en la Tabla 9.

Tabla 9 Cantidad señales verticales

UF	No.	ABSCISA	TIPO SEÑAL	Leyenda	LATERAL	COLOR	FECHA REPOSICION
4		PR69000					
4	1300	69020	SP-03		I	AMARILLO	19-oct
4	1301	69080	SR-26		I	BLANCO	
4	1302	69210	SR-26		D	BLANCO	19-ago
4	1303	69260	SP-04		D	AMARILLO	
4	1304	69340	SR-35		I	BLANCO	19-ago
4	1305	69390	SR-30(60)		D	BLANCO	19-ago
4	1306	69390	SR-30(60)		I	BLANCO	
4	1307	69540	SP-27		I	AMARILLO	19-ago
4	1308	69570	SP-03		I	AMARILLO	19-ago
4	1309	69650	SP-46		D	AMARILLO	
4	1310	69750	SR-26		I	BLANCO	
4	1311	69750	SP-03		D	AMARILLO	19-ago
4			SR-26			BLANCO	
4	1312	69890	SR-30(60)		I	BLANCO	
4	1313	69965	SP-46		I	AMARILLO	19-ago
4		PR 70000					
4	1314	70+050	SP-03		D	AMARILLO	25-ago
4	1315	70+170	SP-04		I	AMARILLO	19-ago
4	1316	70+330	SR-26		D	BLANCO	
4	1317	70+370	SP-04		I	AMARILLO	



**PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO
AMBIENTAL
PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4
Sector K68+860 al K76+091**

VER. No. 6
15/12/2016
FTGA-A-000 SPV-NC

UF	No.	ABSCISA	TIPO SEÑAL	Leyenda	LATERAL	COLOR	FECHA REPOSICION
4	1318	70+380	SP-46		D	AMARILLO	
4	1319	70+390	SR-01		I	ROJO	
4	1320	70+400	SR-30(50)		D	BLANCO	25-ago
4	1321	70+430	SP-04		D	AMARILLO	25-ago
4	1322	70+440	SR-26		I	BLANCO	25-ago
4	1323	70+565	SP-46		I	AMARILLO	
4	1324	70+650	SP-55		D	AMARILLO	25-ago
4	1325	70+660	SI-01		I	BLANCO	01-ago
4	1326	70+700	SP-03		D	AMARILLO	
4			SR-30(50)			BLANCO	25-ago
4	1327	70+700	SR-11		I	BLANCO	
4			SR-26			BLANCO	
4	1328	70+702	SR-01		I	ROJO	
	1329	70+730	SP-03		I	AMARILLO	
	1330	70+730	SR-04		I	ROJO	
	1386	70+945	SR-11		D	BLANCO	30-ago
		PR 71000					
	1387	71+055	SP-08		I	AMARILLO	
			SR-30(60)			BLANCO	
	1388	71+070	SR-30(80)		D	BLANCO	
	1389	71+115	SP-55		I	AMARILLO	
	1390	71+170	SR-26		D	BLANCO	
	1391	71+303	SP-03		D	AMARILLO	
	1392	71+440	SR-30(80)		I	BLANCO	
	1393	71+620	SR-26		D	BLANCO	
	1394	71+723	SP-04		D	AMARILLO	30-ago
	1395	71+845	SP-04		I	AMARILLO	
			SR-26			BLANCO	
		PR 72000					
	1396	72+110	SP-11		D	AMARILLO	
	1397	72+210	SR-01		I	ROJO	
	1398	72+220	SR-01		D	ROJO	
	1399	72+280	SR-26		D	BLANCO	
	1400	72+330	SP-11		I	AMARILLO	
	1401	72+380	SP-16		D	AMARILLO	
			SP-50			AMARILLO	
	1402	72+428	SP-03		I	AMARILLO	
	1403	72+480	SR-01		I	ROJO	
	1404	72+590	SR-32		D	BLANCO	
			SR-30(80)			BLANCO	22-jul
	1405	72+640	SP-22		I	AMARILLO	
			SR-32			BLANCO	



**PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO
AMBIENTAL
PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4
Sector K68+860 al K76+091**

VER. No. 6
15/12/2016
FTGA-A-000 SPV-NC

UF	No.	ABSCISA	TIPO SEÑAL	Leyenda	LATERAL	COLOR	FECHA REPOSICION
	1406	72+745	SP-50		I	AMARILLO	
			SR-26			BLANCO	
	1407	72+770	SR-35		D	BLANCO	
PR 73000							
	1408	73+330	SR-26		D	BLANCO	
	1409	73+360	SR-35		I	BLANCO	
	1410	73+395	SP-03		D	AMARILLO	30-ago
	1411	73+460	SR-30(80)		I	BLANCO	
	1412	73+740	SR-30(80)		D	BLANCO	22-jul
	1413	73+810	SR-35		D	BLANCO	
	1414	73+903	SP-04		I	AMARILLO	
			SR-26			BLANCO	
	1415	73+940	SI-22		D	AZUL	
PR 74000							
	1416	74+020	SI-27	"Glorieta a 300 m".	D	BLANCO	25-jul
	1417	74+170	SP-04		D	AMARILLO	
			SR-26			BLANCO	
	1418	74+195	SI-05B	SEÑAL TIPO BANDERA	D	VERDE	
	1419	74+260	SR-30(80)		I	BLANCO	
	1420	74+265	SR-30(50)		D	BLANCO	
	1421	74+330	SR-35		I	BLANCO	
	1422	74+380	SP-40		I	AMARILLO	
	1423	74+410	SP-55		D	AMARILLO	
			SR-26			BLANCO	
GLORIETA TIMBA							
RAMAL 1A POPAYÁN - SANTANDER DE QUILICHAO							
	1424	0	SI-19		D	AZUL	22-nov
	1425	20	SP-20		D	AMARILLO	15-jul
			SR-30(40)			BLANCO	
	1426	75	SR-04		I	ROJO	
	1427	150	SR-02		I	BLANCO	
			SR-06			BLANCO	
	1428	230	SR-04		D	ROJO	
	1429	380	SI-05	"SANTANDER DE QUILICHAO"	D	BLANCO	
ROTONDA RAMAL 5E							
	1430	3	SR-30(40)		D	BLANCO	
	1431	80	SI-05	POPAYÁN-SANTANDER-TIMBA	D	BLANCO	29-jul
	1432	90	SR-30(40)		D	BLANCO	



**PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO
AMBIENTAL
PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4
Sector K68+860 al K76+091**

VER. No. 6
15/12/2016
FTGA-A-000 SPV-NC

UF	No.	ABSCISA	TIPO SEÑAL	Leyenda	LATERAL	COLOR	FECHA REPOSICION
	1433	170	SI-05	SANTANDER-CALI-POPAYÁN	D	BLANCO	
	1434	190	SR-30(40)		D	BLANCO	
	1435	270	SI-05	TIMBA-CALI-SANTANDER	D	BLANCO	29-jul
	1436	280	SR-30(40)		D	BLANCO	
	1437	350	SI-05	TIMBA-POPAYÁN-CALI	D	BLANCO	29-jul
RAMAL 2B SANTANDER DE QUILICHAO - CALI							
	1438	S. STDER	SP-20		D	AMARILLO	
	1439	S. STDER	SR-30(50)		D	BLANCO	
	1440	70	SI-05	TIMBA-CALI-PALMIRA	I	BLANCO	
	1441	80	SR-02		I	BLANCO	
			SR-06			BLANCO	
	1442	180	SR-11		D	BLANCO	
	1443	180	SR-04		D	ROJO	
RAMAL 3C CALI - TIMBA							
	1444	50	SR-04		I	ROJO	
	1445	100	SR-02		I	BLANCO	
			SR-06			BLANCO	
	1446	255	SR-04		D	ROJO	
	1447	350	SI-28	"TIMBA"	D	BLANCO	
RAMAL 4D TIMBA - POPAYÁN							
	1448	S. TIMBA	SP-20		D	AMARILLO	
	1449	S. TIMBA	SR-30(50)		D	BLANCO	
	1450	45	SR-04		I	ROJO	
	1451	100	SR-02		I	BLANCO	
			SR-06			BLANCO	
	1452	250	SR-11		I	BLANCO	
	1453	250	SR-04		D	ROJO	
	1454	280	SI-06	MONDOMO 18 - PIENDAMÓ 50 - POPAYÁN 74	D	BLANCO	
PR 74000							
	1455	74+895	SI-05B	SEÑAL TIPO BANDERA	I	VERDE	
	1456	74+915	SP-20		I	AMARILLO	
			SR-30(50)			BLANCO	
	1457	74+960	SR-30(60)		D	BLANCO	
PR 75000							
	1458	75+000	SR-26		D	BLANCO	
	1459	75+030	SR-26		I	BLANCO	
			SR-30(60)			BLANCO	



**PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO
AMBIENTAL
PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4
Sector K68+860 al K76+091**

VER. No. 6
15/12/2016
FTGA-A-000 SPV-NC

UF	No.	ABSCISA	TIPO SEÑAL	Leyenda	LATERAL	COLOR	FECHA REPOSICION
	1460	75+135	SP-12		D	AMARILLO	
	1461	75+245	SR-01		I	ROJO	
	1462	75+315	SR-35		I	BLANCO	
	1463	75+410	SR-01		D	ROJO	
	1464	75+420	SP-13		I	AMARILLO	15-jul
	1465	75+790	SP-11		D	AMARILLO	
	1466	75+865	SR-01		I	ROJO	
	1467	75+870	SR-01		D	ROJO	
	1468	75+900	SP-03		D	AMARILLO	
			SR-26			BLANCO	
	1469	75+950	SP-11		D	AMARILLO	
			SP-67			AMARILLO	
	1470	75+970	SP-11		I	AMARILLO	
	PR 76000						
	1471	76+040	SR-01		I	ROJO	
	1472	76+050	SR-01		D	ROJO	
	1473	76+140	SP-11		I	AMARILLO	
			SP-67			AMARILLO	
	1474	76+430	SP-04		I	AMARILLO	
			SR-26			BLANCO	
	1475	76+660	SP-55		D	AMARILLO	
	1476	76+660	SR-35		I	BLANCO	
			SR-30(60)			BLANCO	
	1477	76+720	SI-06	MONDOMO- PIENDAMÓ- POPAYAN	I	BLANCO	
	1478	76+720	SR-30(60)		D	BLANCO	
	1479	76+790	SR-11		I	BLANCO	
	PASO ELEVADO VARIANTE SANTANDER DE QUILICHAO						
	RAMAL CALI - POPAYÁN						
	1480	76+860	SR-04		D	ROJO	
	1481	76+880	SR-04		I	BLANCO	
	1482	76+990	SP-39		D	AMARILLO	22-nov
	RAMAL 2B POPAYÁN - CALI						
	1483	00+105	SR-30(40)		D	BLANCO	
	1484	00+260	SP-75		D	AMARILLO	
	1485	00+271	SP-75		D	AMARILLO	
	1486	00+282	SP-75		D	AMARILLO	
	1487	00+293	SP-75		D	AMARILLO	
	1488	00+304	SP-75		D	AMARILLO	
	1489	00+315	SP-75		D	AMARILLO	
	1490	00+340	SP-22		D	AMARILLO	22-nov

UF	No.	ABSCISA	TIPO SEÑAL	Leyenda	LATERAL	COLOR	FECHA REPOSICION
	1491	00+370	SR-02		D	BLANCO	

Fuente: Direccion de Operación y Mantenimiento Noviembre 2016

2.2.2.10. Señalización horizontal

La señalización horizontal de la vía en su totalidad es muy buena. Las intersecciones están bien demarcadas y aunque estos pasos son los de mayor desgaste por el cruce de vehículos en el momento de realizar el inventario se encuentra en buen estado visual. Durante el recorrido se identificaron varios sectores que se estaban repintando como obras de mantenimiento.

2.2.2.11. Postes SOS

Dentro de la vía Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091) se encontraron tres (3) puntos de S.O.S dotados con una bahía de estacionamiento, un poste señalizado, numerado, con servicio de telefonía disponible para llamar al Centro de Control Operacional – CCO. Actualmente, el estado de la infraestructura de cada uno de estos puntos es bueno tal y como se ilustra en la Fotografía 7 y la Tabla 10.



Fotografía 7 Postes SOS

Fuente: Nuevo Cauca S.A.S.

Tabla 10 Ubicación de los postes S.O.S

POSTES SOS				Estado			Visibilidad	
UF	km	Tipo	Costado	Bueno	Regular	Malo	Buena	Mala
4	K70+503	SOS	Izq	X			X	
4	K72+790	SOS	Der	X			X	
4	K75+760	SOS	Der	X			X	

Fuente: Direccion de Operacion y Mantenimiento Nuevo Cauca Nov-2016

2.2.2.12. Obras de drenaje

Se realizó el recorrido de la vía existente, con el objetivo de obtener el inventario y estado actual (registrando el porcentaje de colmatación, estado del cabezote y longitud) de las obras de drenaje (Box Couvert, alcantarillas, disipadores de energía), georreferenciando su ubicación y realizando un registro fotográfico de cada una de las obras.

La ubicación de cada una de las obras, se presentan de acuerdo al abscisado actual de la vía. A continuación, se presenta de manera general el estado actual de las obras de drenaje en la Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091) del proyecto.

En la Tabla 11, se relaciona los aspectos generales encontradas en ésta unidad:

Tabla 11 Resumen inventario UF4 sector K68+860 al K76+091

Abscisa	Descripción (gavión, disipador, box, cajón, alcantarilla)	Diámetro o Sección	Longitud (Metros)	Estado		
				B	R	M
69 + 060	ALCANTARILLA	24" X 2	19	X		
69 + 240	ALCANTARILLA	24"	19	X		
69 + 430	ALCANTARILLA	24"	19	X		
69 + 725	ALCANTARILLA	24"	15	X		
69 + 795	ALCANTARILLA	24"	15	X		
69 + 830	ALCANTARILLA	24"	14	X		
69 + 990	ALCANTARILLA	24"	19	X		
70 + 150	ALCANTARILLA	24"	21	X		
70 + 480	ALCANTARILLA	24"	16	X		
70 + 580	ALCANTARILLA	24"	14	X		
70 + 590	ALCANTARILLA	36"	21	X		
70 + 620	ALCANTARILLA	36"	7	X		

Abscisa	Descripción (gavión, disipador, box, cajón, alcantarilla)	Diámetro o Sección	Longitud (Metros)	Estado		
				B	R	M
70 + 715	ALCANTARILLA	36"	15	X		
71 + 040	ALCANTARILLA	48"	20	X		
71 + 130	ALCANTARILLA	36"	18	X		
70 + 515	ALCANTARILLA	36"	9	X		
70 + 910 V	ALCANTARILLA	36"	27	X		
70 + 995 V	ALCANTARILLA	36"	14	X		
71 + 115 V	ALCANTARILLA	36"	11	X		
71 + 180 V	ALCANTARILLA	36"	11	X		
71 + 600 V	ALCANTARILLA	36"	30	X		
71 + 665 V	ALCANTARILLA	36"	12	X		
72 + 160 V	CAJON	4,0 X 4,0	38	X		
72 + 203 V	BOX	2,0 X 2,0		X		
72 + 270 V	ALCANTARILLA	36"	13	X		
72 + 370 V	ALCANTARILLA	36"	16	X		
73 + 080 V	ALCANTARILLA	36"	12	X		
73 + 235 V	ALCANTARILLA	36"	18	X		
74 + 125 V	ALCANTARILLA	36"	12	X		
75 + 130 V	ALCANTARILLA	36"	25	X		
75 + 760 V	ALCANTARILLA	36"	16	X		
75 + 960 V	ALCANTARILLA	36"	21	X		
76 + 048 V	ALCANTARILLA	30"	24	X		
76 + 180 V	ALCANTARILLA	36"	15	X		
76 + 360 V	BOX	10,3 X 3,0		X		
76 + 475 V	ALCANTARILLA	36"	14	X		
76 + 570 V	ALCANTARILLA	36"	14	X		
76 + 705 V	ALCANTARILLA	36"	16	X		

Fuente: Direccion de Operación y Mantenimiento Nuevo Cauca – Nov 2016

Como se pueden ver en la Fotografía 8 a la Fotografía 10, se muestra el estado de los cabezotes es bueno y constantemente se ha realizado el trabajo general en las obras de drenaje de limpieza general.



Fotografía 8 Obras con colmatación 0%

Fuente: TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit



Fotografía 9 Obras con colmatación < 50%

Fuente: TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit



Fotografía 10 Obras con colmatación > 50%

Fuente: TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit

2.2.2.13. Cunetas

En la Tabla 12, se presenta las cunetas existentes en el tramo de la Unidad Funcional 4.

Tabla 12 Cunetas existentes en el tramo Unidad Funcional 4 sector K68+860 al K76+091

ABSCISA		COSTADO (Izq - Der)	LONGITUD (m)	ESTADO		
INICIAL	FINAL			B	R	M
68 + 720	69 + 000	Izq	280	X		
68 + 740	69 + 297	Der	557	X		
69 + 330	69 + 490	Der	160	X		
69 + 395	69 + 475	Izq	80	X		
69 + 745	69 + 980	Izq	235	X		
69 + 789	69 + 980	Der	191	X		
69 + 990	70 + 075	Der	85	X		
70 + 200	70 + 356	Der	156	X		
70 + 580	70 + 665	Izq	85	X		
70 + 721	70 + 731	Izq	10	X		
70 + 607	70 + 790	Der	183	X		
70 + 700	70 + 950	Izq	250	X		
70 + 900	71 + 045	Der	145	X		
71 + 140	71 + 278	Der	138	X		
70 + 595 V	70 + 665	Der	70	X		
00 + 020	00 + 437 V	Der	417	X		
00 + 120	00 + 303	Der	183	X		
00 + 120	00 + 195	Izq	75	X		
00 + 136	00 + 403	Izq	267	X		
00 + 016	00 + 064	Izq	48	X		
00 + 019	00 + 055	Der	36	X		
70 + 758 V	70 + 897 V	Izq	139	X		
70 + 995 V	71 + 117 V	Izq	122	X		
71 + 023 V	71 + 113 V	Der	90	X		
71 + 180 V	71 + 345 V	Der	165	X		
71 + 180 V	71 + 580 V	Izq	400	X		
71 + 402 V	71 + 453 V	Der	51	X		
71 + 626 V	71 + 665 V	Izq	39	X		
71 + 672 V	72 + 110 V	Der	438	X		

ABSCISA		COSTADO (Izq - Der)	LONGITUD (m)	ESTADO		
INICIAL	FINAL			B	R	M
71 + 678 V	72 + 071 V	Izq	393	X		
72 + 527 V	72 + 760 V	Der	233	X		
72 + 557 V	72 + 775 V	Izq	218	X		
73 + 000 V	73 + 205 V	Der	205	X		
73 + 082 V	73 + 195 V	Izq	113	X		
73 + 272 V	73 + 945 V	Der	673	X		
73 + 430 V	73 + 537 V	Izq	107	X		
73 + 705 V	73 + 800 V	Izq	95	X		
73 + 980 V	74 + 683	Izq	703	X		
74 + 023 V	74 + 770	Der	747	X		
00 + 015	00 + 130	Der	115	X		
00 + 000	00 + 365	Izq	365	X		
00 + 096	00 + 260	Der	164	X		

Fuente: Direccion de Operación y Mantenimiento Nuevo Cauca – Nov 2016

Se debe tener en cuenta que las alcantarillas de 0.60 m de diámetros serán cambiadas por diámetros de 0.90 m siempre y cuando la tubería no cumpla con el critério de capacidad hidráulica. De acuerdo al numeral 3.9 del Informe del volúmen de Hidráulica, Hidrología y Socavación, se presenta una tabla donde se encuentra el tratamiento de cada una de las alcantarillas existentes. Se logra ver que el chequeo hidráulico de algunas alcantarillas existentes deja alcantarillas con diámetros de 0.60 m ya que cumplen con el critério de capacidad hidráulica.

2.2.2.14. Canales y disipadores de energía

Existen canales y disipadores que ayudan al encole y descole del agua, los cuales sirven de entrada o salida de las alcantarillas. En la Fotografía 11, se presentan algunos de los disipadores existentes.


Fotografía 11 Canales y disipadores de energía existentes

Fuente: TYPASA Ingenieros Consultores y Arquitectos, 2015. Op Cit

2.2.3. Diseño del proyecto

2.2.3.1. Trazado y características geométricas de las vías a construir

El Apendice Tecnico 1 – Alcance del Proyecto - define las características Geométricas y técnicas para cada unidad funcional y el diseño debe realizarse teniendo en cuenta los requerimientos del Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS de (2008).

La calzada izquierda debe cumplir con un parametro minimo de velocidad de 80 km/h y para la calzada derecha se debe cumplir con un parametro de velocidad de diseño minima de 60 Km/h a 80 Km/h.. En la Tabla 13, se presenta el resumen de los parámetros generales de trazado geométrico, definidos para velocidades de diseño de 80, 70 y 60 kph en este sector.

Tabla 13 Parámetros de diseño geométrico

Parámetro	Unidad	Velocidad de Diseño Km/h	Velocidad de Diseño Km/h	Velocidad de Diseño Km/h
		80	70	60
Tipo de Carretera		Primaria	Primaria	Primaria
Ancho de Calzada	M	7,30	7,30	7,30

Parámetro	Unidad	Velocidad de Diseño Km/h	Velocidad de Diseño Km/h	Velocidad de Diseño Km/h
		80	70	60
Número de Carriles por Calzada		2	2	2
Ancho de Carriles	M	3,65	3,65	3,65
Ancho de Berma Externa	M	2,00	2,00	2,00
Ancho de Berma Interna	M	1,00	1,00	1,00
Bombeo Normal de Calzada	%	2,00	2,00	2,00
Radio Mínimo	M	229	168	113
Espiral Mínima	M	59	54	49
Peralte Máximo	%	8,00	8,00	8,00
Pendiente Mínima Vía	%			
Longitud Mínima de Curva Vertical	M	48	42	36
k Mínimo Cóncava	m%	30	23	18
k Mínimo Convexa	m%	26	17	11
Distancia Mínima Entre	M	225	195	170

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Para la definición de los parámetros de diseño, se tuvo en cuenta, además, la siguiente consideración que inciden directamente sobre el proyecto, en casos particulares, a saber:

El alineamiento horizontal y vertical del trazado geométrico, se hizo tras una evaluación técnica, ambiental y predial con el fin de evitar la afectación de reservas acuíferas, forestales, agrícolas, de infraestructura educativa, cementerios y la afectación a predios, disminuyendo así los impactos en ambas márgenes de la vía existente.

2.2.3.2. Alineamiento Horizontal

El diseño regulariza la geometría del trazado de la vía existente y la construcción de una vía de dos calzadas de 7,30 m de ancho cada una, las cuales, estarán conformadas a su vez por dos carriles unidireccionales de 3,65 metros con un separador central de 2.6 m de ancho, bermas de seguridad internas de 1.0 m. y bermas externas de 2.0 metros.

Curvas Horizontales

En los sitios donde el ángulo de deflexión horizontal entre tangentes esta entre 2° y 6°, se diseñaron con empalme circular simple, se obtuvieron 9. Para los casos de deflexiones entre 6° y 20° se dispuso de empalmes espiral – espiral y para deflexiones mayores a 20° se diseñaron empalme espiral – círculo – espiral. Estas consideraciones de diseño se resumen en la Tabla 14.

Tabla 14 Criterios de asignación tipo de empalme

DEFLECIÓN Δ (Grados)	TIPO DE EMPLAME
$\Delta < 2^\circ$	No requiere curva. Se considera como un Punto de Quiebre*
$2^\circ \leq \Delta \leq 6^\circ$	Empalme Circular simple (CS)
$6^\circ < \Delta \leq 20^\circ$	Empalme Espiral – Espiral (EE)
$\Delta > 20^\circ$	Empalme Espiral - Circular – Espiral. (ECE) La longitud en metros de la parte circular debe ser como mínimo, la distancia recorrida a la velocidad de diseño durante 2 segundos.
NOTA TÉCNICA DE DISEÑO	* En los casos que sea imprescindible diseñar un punto de quiebre este será de la menor deflexión posible con el fin de evitar la sensación de discontinuidad de la vía en los conductores.

Fuente: Extractado el manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS, (2008).

En todo el sector se diseñaron 46 curvas circular, espiral circular que varían de 113m hasta 830m y 47 curvas espiral - espiral, las cuales se distribuyen en la unidad funcional coherentes con la velocidad de diseño de cada tramo.

En la Tabla 14 se muestran los parametros minimos que se deben considerar en el diseño para las velocidades comprendidas entre 60km/h a 80km/h, que son los requerimientos contractuales para esta calzada; los cuales son para 60km/h un radio minimo de 113 metros y para 80km/h un radio minimo de 229 metros cumpliendo con lo establecido en el Manual de Diseño Geometrico de Carreteras del INVIAS .

En la Figura 3, se presenta el porcentaje de curvas en función de los rangos de radios empleados.

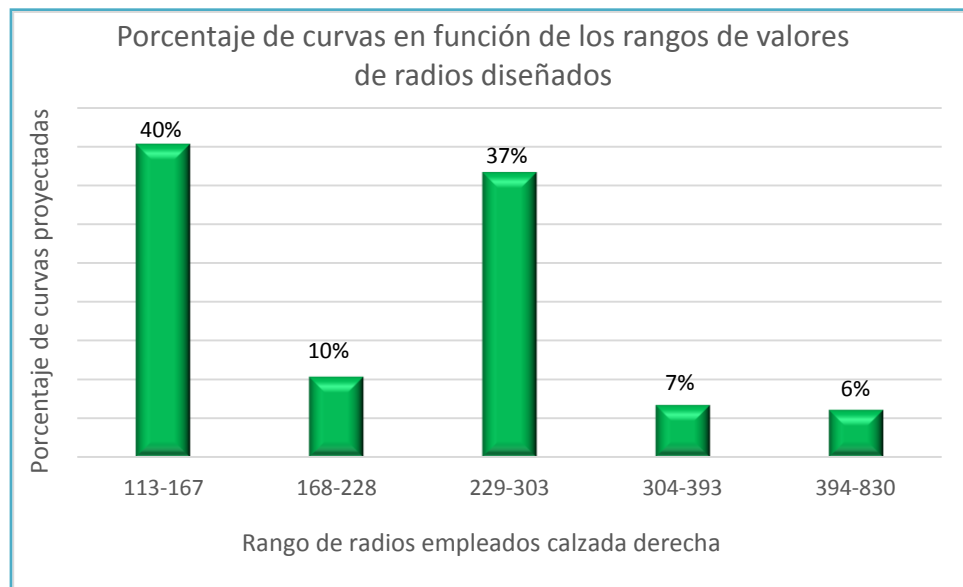


Figura 3 Porcentaje de curvas en función de los rangos de valores de radios diseñados

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016 Equipo

Transición de peraltes

Teniendo en cuenta la sectorización de velocidad de diseño y de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de (2008) para carreteras primarias se estableció como peralte máximo el 8.0%. En los tramos rectos se manejará con un bombeo del 2.0% para la vía, se ha definido un bombeo normal (hacia los costados del 2.0%).

El método utilizado para la rotación del peralte fue respecto al eje de cada calzada, esto indica giro del pavimento de la calzada respecto a su eje, lo cual contribuye en la disminución de la distorsión de los bordes de la corona.

En curvas espiral – círculo - espiral, el desarrollo del peralte se realiza en toda la longitud de la espiral, manteniendo en el segmento circular, el valor del peralte máximo calculado para la velocidad y radio de la curva respectiva.

Con respecto a las curvas de tipo espiral - espiral, se garantiza que de acuerdo con la velocidad de diseño el peralte máximo se conserve dentro de la curva en al menos 2 segundos la distancia recorrida a la velocidad de diseño, que es el promedio de tiempo de reacción promedio de un conductor en Colombia.

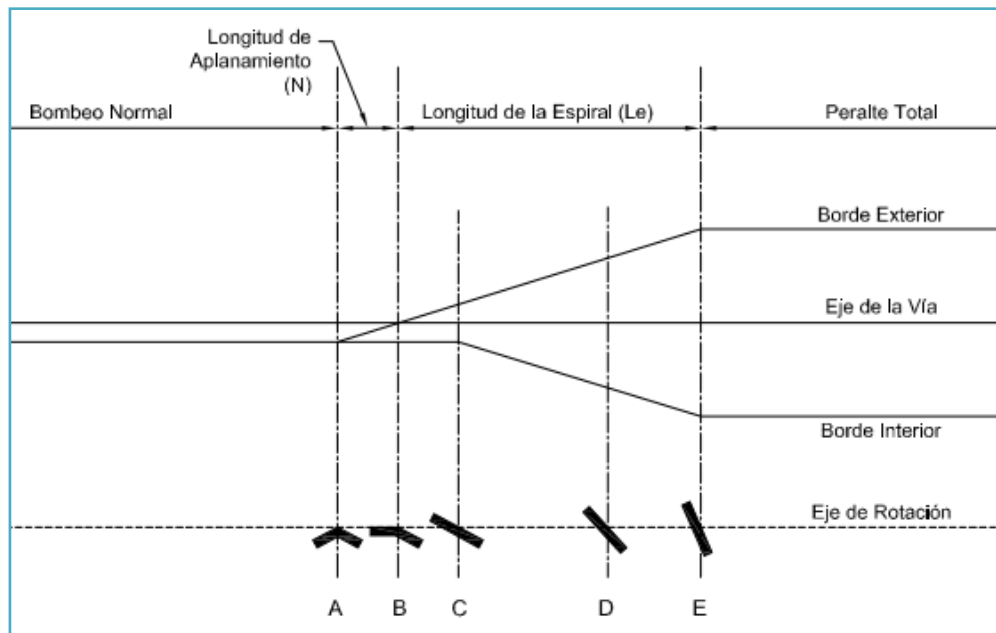


Figura 4 Transición utilizada, calzada girada alrededor del eje

Fuente: manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS, (2008).

Longitud de la Curva Espiral

En la Figura 5, se visualiza a manera de ejemplo, los valores utilizados durante el diseño para una velocidad de la curva horizontal (VCH) de 80Km/h y se evidencia que para radios de curvatura entre 229 m y 379 m correspondientes a un peralte entre 8.0% y 6.8% respectivamente, el criterio predominante de la envolvente corresponde al Criterio II que considera una limitación por transición de peralte, en la determinación de los valores del parámetro (A) mínimo. En este rango de valores se tiene en cuenta la inclinación máxima permitida de la rampa de peraltes de 0.50 según el literal 3.2.1 del MDGC INVIAS (2008).

En contraste para radios de curvatura entre 400 m y 521 m el valor predominante corresponde al Criterio III.1 y de 549 m en adelante predomina el Criterio III.2 hasta llegar a un valor de radio de 2440 m en el cual la curva no se requiere peralte alguno y puede dejarse el bombeo natural, similar al de un tramo en recta.

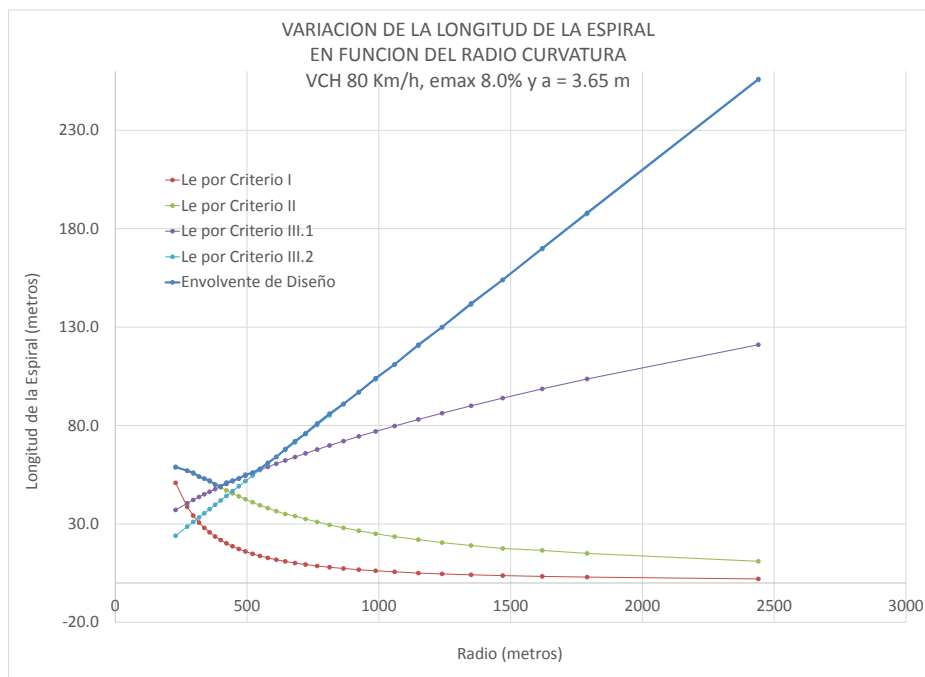


Figura 5 Variación de longitud de la espiral en función del radio de curvatura

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016 Equipo

Tabla 15 Rangos de radio en que predomina cada criterio y se convierte en la envolvente de diseño

RANGOS Rc (metros) EN QUE PREDOMINA CADA CRITERIO SEGÚN LA ENVOLVENTE DE DISEÑO					
CRITERIO PREDOMINANTE EN LA ENVOLVENTE DE DISEÑO	VCH = 60 Km/h	VCH = 70 Km/h	VCH = 80 Km/h	VCH = 90 Km/h	VCH = 100 Km/h
Criterio I. Variación Uniforme de la Aceleración Centrifuga	NA	NA	NA	NA	NA
Criterio II. Limitación por transición de peralte	(113*-224)	(168*-304)	(229*-379)	(304*-464)	(394*-561)
Criterio III.1. Condición de Percepción y Estética, Asumiendo el disloque mínimo = 0.25 m.	(238-512)	(322-540)	(400-521)	(489-540)	NA
Criterio III.2. Ángulo de giro mínimo de la espiral de tres grados (3°)	(548-1490**)	(573-1970**)	(549-2440**)	(567-2970**)	(591-3630**)
* Valor de radio de curvatura correspondiente al límite inferior (Rmin) para cada velocidad específica.					
**Valor radio de curvatura correspondiente al límite superior, equivalente al radio en el cual la curva no requiere peralte.					

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016 Equipo

Es importante aclarar que seguir de manera estricta lo indicado en el literal 3.3.1 del MDGC INVIAS, 2008, el cual indica que: “El valor del parámetro de diseño, se tomará de acuerdo con la envolvente superior de los valores determinados para cada uno de los criterios establecidos”. Induce una limitación importante durante el proceso de diseño ya que existen valores de la longitud de la espiral que exceden la longitud máxima para cumplimiento de la rampa de peraltes mínima equivalente al 10% del ancho del carril, para este proyecto calculada en 0.365 m.

Entretangencia Horizontal

La entretangencia tiene tres casos críticos, en los cuales se debe garantizar una mínima distancia entre el fin de una curva y el inicio de la siguiente.

Curvas circulares de distinto sentido o Curvas espirales del mismo sentido.

$$L_{ETH\ min} = 5\ seg * \left(VCHi * \frac{1h}{3600\ seg} * \frac{1000\ m}{1\ Km} \right)$$

Curvas circulares del mismo sentido.

$$L_{ETH\ min} = 15\ seg * \left(VCHi * \frac{1h}{3600\ seg} * \frac{1000\ m}{1\ Km} \right)$$

Dónde:

LETH min = Longitud mínima del cemento circular, en metros.

VCHi = Velocidad específica de la curva horizontal analizada, en Km/h.

El resumen del cálculo de la longitud mínima de entre tangencia horizontal para las velocidades comprendidas entre 60 y 100 Km/h se presenta en la Tabla 16.

Tabla 16 Longitud mínima de entretangencia horizontal

Longitud mínima de entretangencia horizontal y su relación con el tiempo piev							
CONDICION A EVALUAR	TIEMPO	Nº VECES EL TIEMPO PIEV	VCHi = 60 Km/h	VCHi = 70 Km/h	VCHi = 80 Km/h	VCHi = 90 Km/h	VCHi = 100 Km/h
Longitud mínima de entre tangencia curvas circulares de distinto sentido o curvas espirales del mismo sentido.	5 seg	2	83.0 m	97.0 m	111.0 m	125.0 m	139.0 m
Longitud mínima de entretangencia para curvas circulares del mismo sentido.	15 seg	6	250.0 m	292.0 m	333.0 m	375.0 m	417.0 m

Fuente: Calculado a partir del MDGC INVIAS, 2008.

Longitud Curva Circular

Por recomendación del Manual de Diseño Geométrico, mínimo se debe tener una longitud de curva circular igual a la distancia recorrida por un vehículo a la velocidad específica durante dos segundos. Teniendo en cuenta esta recomendación se presenta el cálculo para determinar Lc min.

$$Lc_{min} = 2 \text{ seg} * \left(VCHi * \frac{1h}{3600 \text{ seg}} * \frac{1000 m}{1 Km} \right)$$

Lc min = Longitud mínima del cemento circular, en metros.

VCHi = Velocidad específica de la curva horizontal analizada, en Km/h.

El resumen del cálculo de la longitud mínima del segmento circular para las velocidades comprendidas entre 60 y 100 Km/h se presenta en la Tabla 17.


 <p>NUEVO CAUCA ASOCIACIÓN CIVIL PARA EL FUTURO</p>	<p align="center">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091</p>	<p align="right">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	---	--

Tabla 17 Longitud mínima del segmento circular

VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA CURVA HORIZONTAL ANALIZADA	VChi = 60 Km/h	VChi = 70 Km/h	VChi = 80 Km/h	VChi = 90 Km/h	VChi = 100 Km/h
Longitud Mínima del Segmento Circular Lc min	33.33 m	38.89 m	44.44 m	50.00 m	55.56 m

Fuente: Calculado a partir del MDGC INVIAS, 2008.

2.2.3.3. Alineamiento vertical

En concordancia con el criterio aplicado al alineamiento horizontal, el diseño del alineamiento vertical tomó en cuenta el mayor aprovechamiento posible de la rasante existente.

2.2.3.4. Pendientes mínimas

Sobre la vía existente se encuentran algunos terraplenes con pendiente longitudinal cercana al 0.3%. Ésta pendiente se mantuvo en la calzada objeto de rehabilitación y mejoramiento, teniendo en cuenta que estas estarán dotadas de las obras necesarias para mejorar las condiciones de drenaje y que además la pendiente transversal proyectada del 2%, permite que la evacuación del agua sea más rápida transversalmente que longitudinalmente ya que la distancia de recorrido del agua es menor.

Pendientes máximas

Debido a la longitud del trayecto, difícilmente se puede enmarcar la vía dentro de una sola categoría de terreno, si bien predomina el terreno montañoso y ondulado, también se presentan sectores en terreno plano, y algunos sectores en terreno escarpado.

Longitud Mínima

Para el alineamiento vertical se garantizó una distancia mínima entre PIV, para proveer comodidad a los usuarios de la vía. Por recomendación del MDGC INVIAS 2008, mínimo se debe tener una longitud equivalente a la distancia recorrida en 7 seg para VTV ≤ 40 km/h y 10 seg para VTV > 40 km/h.

Curvas Verticales

Dependiendo de la velocidad específica de la curva vertical, éste elemento debe cumplir con el parámetro K, el cual garantiza tanto la longitud mínima de la curva vertical como la distancia de visibilidad de parada. Los valores utilizados del parámetro K y las longitudes mínimas de las curvas verticales para cada velocidad específica se encuentran condensadas en la Tabla 14.

2.2.3.5. Sección Transversal

El proyecto define una sección transversal típica, la cual está conformada por dos calzadas de 7,30 metros con berma interna de 1,0 metro, berma externa de 2,0 metros y un separador

de 2,6 mínimo (este varía según la configuración geométrica de la calzada izquierda) la figura de la sección típica se muestra a continuación en la Figura 6.

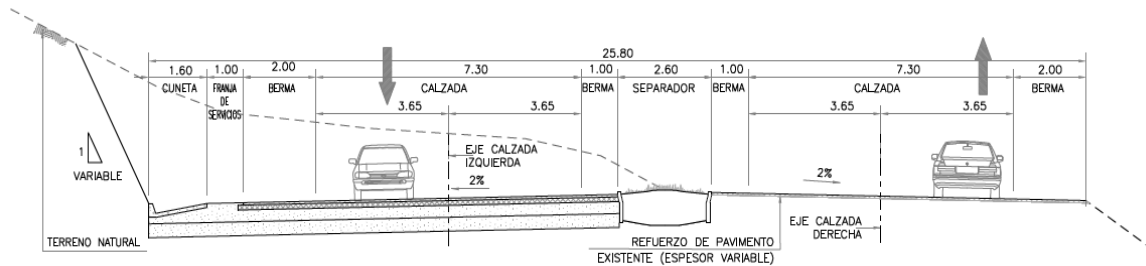


Figura 6 Sección transversal típica de doble calzada

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

2.2.3.6. Sobrecanchos

De acuerdo a lo indicado por el MDGC INVIAS 2008, “en vías de dos carriles y dos sentidos, para anchos de calzada en entre tangencia mayores (7.0 m), no se requiere sobrecancho”. Teniendo en cuenta que el ancho de la calzada es 7.30 m y es mayor al indicado por el manual, se tiene el primer criterio por no requiere sobrecancho.

Por otra parte, dicha recomendación tiene una excepción y es cuando los ángulos de deflexión son mayores a 120°, igualmente estarán limitados a curvas con Radio menor a 160 m.

Considerando el volumen existente y teniendo en cuenta el tráfico esperado, se concluye que las calzadas diseñadas facilitan convenientemente la operación vehicular sin requerir sobre-anchos, dentro de los parámetros de seguridad.

2.2.3.7. Taludes

Recomendaciones de estabilidad de taludes de corte

Dentro de la configuración asignada para taludes se tiene la de la Tabla 18, para la Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091), donde se presentan las recomendaciones de estabilidad de taludes de corte.

Tabla 18 Taludes UF4
SECTORIZACION DE TALUDES UF4

Unidad geológica	Geometría	Altura Máxima	Banqueta
NGPC3	0,5H:1V	6,0 m	3,0 m
NGME2	0,5H:1V	8,0 m	3,0 m
NGME1	0,5H:1V	10,0 m	--
NGPFG	1/3H:1V	5,0 m	--

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Los taludes de corte que requieren terraceo unidad geológica geotécnica 1 y 2, para la construcción de las banquetas la altura máxima serán medidos desde la pata del talud.

Todos los taludes entre 16 y 24m requieren de la instalación de una fila de drenes horizontales con una separación máxima de 5m y una longitud mínima de 15 m con una inclinación de 10° respecto a la horizontal hacia arriba, ubicada a 1,5m de altura de la pata del talud.

Para taludes mayores a 24m, que presentan una geometría con terrazas cada 6m de altura de 3m de ancho se deben ubicar drenes en el primer y segundo talud a 1.5 m de altura de la pata del talud y de la berma respectivamente con una separación máxima de 5m y una longitud de 10m con una inclinación de 10° respecto a la horizontal hacia arriba. Los taludes menores a 14m no requieren de la instalación de drenes horizontales.

Recomendaciones de estabilidad de taludes de terraplén

En la Tabla 19, se presenta las recomendaciones generales de la estabilidad de taludes de terraplén.

Tabla 19 Recomendaciones estabilidad taludes de terraplén

Unida geológica	Recomendaciones terraplén	
NGPC3 Cenizas de caída de color rojizo de alta plasticidad, en estado avanzado de meteorización originando limos	Altura corte < 5m 1.5H:1V 12>h>5m 2.0H:1V	Peso unitario mínimo de 18 Kpa una cohesión de 6 Kpa y un ángulo de fricción de 32°
NGME2 Areniscas y lodolitas muy compactas	Altura corte < 5m 1.5H:1V 12>h>5m 2.0H:1V con mejoramiento (rajón)	Peso unitario mínimo de 18 Kpa una cohesión de 5 Kpa y un ángulo de fricción 32° Altura de rajón = 1.0 m en escalonamiento
NGME1 Arcillolitas y lutitas carbonáceas	Altura corte < 5m 1.5H:1V 15>h>5m 2.0H:1V con mejoramiento (rajón) cohesión terraplén 5,5 kpa. Se propone 2 alternativa con berma de 2m de ancho a 8m de altura desde la pata del talud de terraplén	Peso unitario mínimo de 18 Kpa una cohesión de 5 y 5.5 Kpa y un ángulo de fricción 32° Altura de rajón = 2.0 m en escalonamiento
NGPFG Flujos grises de cenizas y bloques	Altura corte < 5m 1.5H:1V 10>h>5m 2.0H:1V con mejoramiento (rajón)	Peso unitario mínimo de 18 Kpa una cohesión de 5 Kpa y un ángulo de fricción 32° Altura de rajón = 1.0 m en escalonamiento

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Estimación de cortes de taludes aprovechables

Los materiales a emplear en la construcción corresponderán a materiales competentes característicos de la zona, los cuales serán mezclados con cenizas volcánicas en las proporciones óptimas (60% material competente – 40% cenizas), tal que estén libres de sustancias deletéreas (peligrosa o nociva), de materia orgánica, raíces y otros elementos

perjudiciales; no tendrán características expansivas ni colapsables y su empleo deberá ser autorizado por el interventor.

Cuando se habla de materiales competentes se hace referencia a aquellos flujos grises de cenizas y bloques que conforman la Unidad Geológica NGPFG, compuestos por fragmentos líticos andesíticos, angulosos y heterométricos, embebidos en una matriz de cenizas, conformada por cristales fragmentados de plagioclasa, biotita y hornblenda.

Estos materiales se podrán encontrar, en las abscisas indicadas a continuación en la Tabla 20, se presenta el volumen de corte aprovechable.

Tabla 20 Volumen de corte aprovechable

Abscisa de diseño		Área, m ²	Vol. estimado, m ³
Abscisa inicio	Abscisa final		
71+500	71+630	1,948	9,740
70+600	70+830	4,280	21,401
69+920	70+520	9,262	46,308
VOLUMEN ESTIMADO APROVECHABLE, m ³			77,449

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

2.2.3.8. Estructura de Pavimento

El proyecto sobre consiste en la construcción de la segunda calzada y la Rehabilitación y Mejoramiento de la Calzada existente de acuerdo al Apéndice Técnico 1; el cual considera mejoramientos geométricos para cumplir los parámetros mínimos, lo que conlleva a realizar tramos de vía con estructura nueva.

Por lo anterior el proyecto, en el Estudio para el Diseño de Pavimento, define los espesores necesarios para los tramos en los cuales se va a realizar rehabilitación con un fresado de 3 a 5 centímetros y una reposición de carpeta asfáltica MDC-19 de 8 centímetros. Así mismo se plantean dos estructuras de pavimento para los sectores donde hay que realizar mejoramiento, que se resumen en la Tabla 21.

Tabla 21 Espesores de diseño recomendados

Estructura Ajustada	Mezcla Asfáltica	Base Granular	Subbase
Alternativa No 1	18 cm	18 cm	18 cm
Estructura Ajustada	Mezcla Asfáltica	Base Granular	Base Granular
Alternativa No 2	18 cm	14 cm	18 cm

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Para efecto de la configuración transversal se dejó una estructura de 18 cm de mezcla asfáltica, 18 de base granular y 18 de subbase granular, soportado sobre un material de

mejoramiento de subrasante. Se dispuso también un espesor de este último material de 0.70 m de espesor en los sectores de corte.

Para las secciones que se proyectaban a media ladera, se presenta el espesor de mejoramiento de subrasante de 0.70 m únicamente en el sitio donde se generaba el corte.

Tabla 22 Longitudes aproximadas de las principales intervenciones

	CALZADA DERECHA	CALZADA IZQUIERDA	TOTAL
Rehabilitación	3445.69	3563.95	7009.64
Mejoramiento	149.78	810.00	959.78
Vía Nueva	3725	2890.00	6615.00

Fuente: Nuevo Cauca, 2016

2.2.3.9. Zona de derecho de vía

En el Apéndice técnico establece respecto al ancho mínimo del corredor del proyecto que “En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros al lado y lado de la vía se medirán a partir del eje de cada calzada exterior. En los pasos urbanos habrá de estarse a lo dispuesto por el decreto 2976 de 2010 reglamentario de la ley 1228 de (2008) a los efectos de garantizar las fajas de retiro obligatorio”.

En los casos que la línea de chaflanes sobrepase la zona de derecho de vía las cercas y linderos de la zona de derecho de vía se ubicarán de acuerdo a lineamientos prediales puntuales para cada caso.

2.2.3.10. Puentes

En la Tabla 23, se presenta los puentes que se van a construir para la calzada derecha de la vía Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091).

Tabla 23 Ubicación de Puentes proyectados Nuevos

PUENTE	ABSCISA CALZADA DERECHA
Pontón Glorieta Timba	65+810
Rio Quilichao	75+764

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Para el análisis y diseño de las estructuras viales, se siguen los diferentes códigos, normas y estándares que se aplicarán en el diseño de los puentes, de acuerdo a la normativa vigente nacional e internacional.



Norma Colombiana de diseño de puentes CCP-14, Edición de 2014, adoptado mediante Resolución 108 de enero 26 de 2015 emanada por el Ministerio de Transporte. En adelante se mencionará como CCP.

Especificaciones Técnicas INVIAS 2014 – Instituto Nacional de Vías Standard Specifications for Highway Bridges, Edition 17 2002, American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO. En adelante se mencionará como AASHTO. LRFD Bridge Construction Specifications, Séptima Edición 2014, American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO. En adelante se mencionará como AASHTO LRFD.

A continuación, se describen los puentes propuestos para Popayán – Santander de Quilichao en la Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091).

Pontón Glorieta Timba

El pontón de la glorieta Timba está localizado en la carretera entre Popayán y Santander de Quilichao, la estructura se encuentra localizada en la abscisa K65+810 y consta una luz de 10 metros que se encuentra elaborada mediante 4 vigas de concreto postensado que a su vez apoyan una losa de concreto reforzado sobre la cual circularan los vehículos.

Las vigas preesforzadas están apoyadas en una silleta o viga cabezal de 1.8 m de ancho y 1.50 metros de alto, la cual tiene como finalidad soportar las cargas verticales generadas por la superestructura. Esta silleta está soportada por cuatro (4) pilotes de 1.0 metro de diámetro y veinte (15.00) metros de alto.

A continuación, en la Figura 7 a la Figura 9, se presentan esquemas con las características geométricas del puente que han sido tenidas en cuenta para la modelación y verificación de los elementos estructurales .

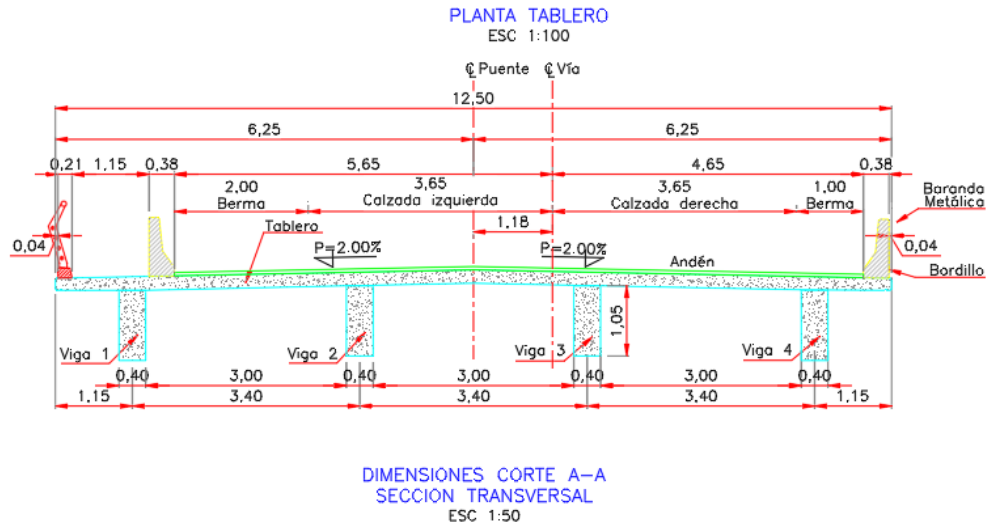


Figura 7 Sección transversal – Pontón Glorieta Timba

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

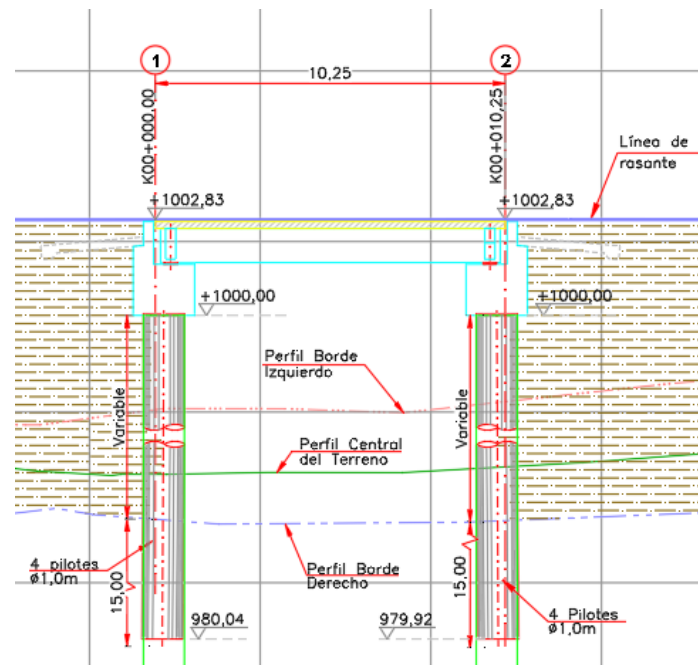
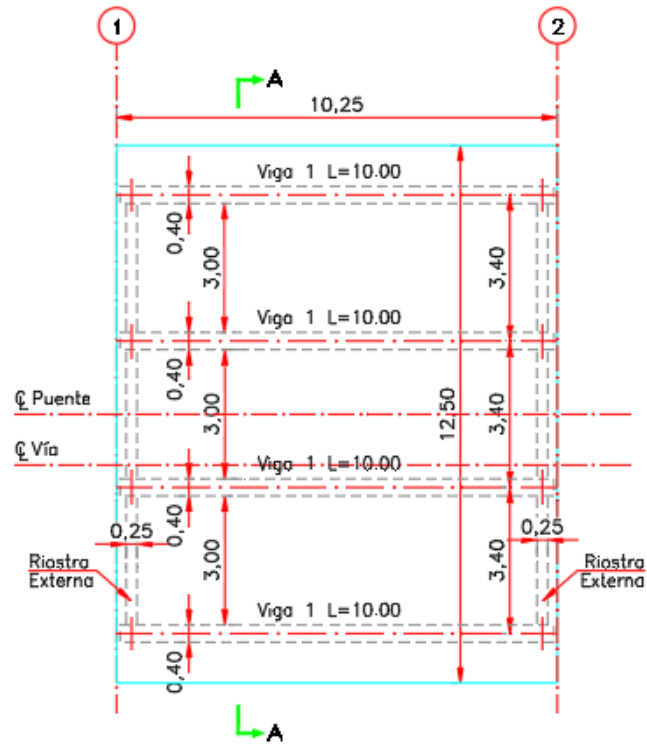


Figura 8 Perfil longitudinal – Pontón Glorieta Timba

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016



PLANTA TABLERO
ESC 1:100

Figura 9 Planta – Pontón Glorieta Timba

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Puente Río Quilichao

El puente Quilichao está localizado sobre el río del mismo nombre, en la carretera entre Popayán y Santander de Quilichao, la estructura se encuentra localizada en la abscisa K75+764.21 y consta una luz de 20 metros que se encuentra elaborada mediante 4 vigas de concreto postensado que a su vez apoyan una losa de concreto reforzado sobre la cual circularan los vehículos.

Superestructura

Información de la viga preesforzada

Número de luces:	1 Un
Longitud de la luz:	20.00 m.
Cantidad de vigas preesforzadas:	4 Un
Altura de la viga preesforzada:	1,15 m

Información del Tablero

El ancho total del tablero es de 12,50 m, permiten alojar dos carriles de circulación vehicular cada uno, bermas en ambos costados, un andén que incluyen la barrera para el tráfico y baranda peatonal. En sus extremos se colocarán dos bordillos New Jersey.

1 Carril izquierdo de:	3,65 m
1 Carril derecho de:	3,65 m
1 Berma izquierda de:	2,00 m
1 Berma derecha de:	1,00 m
1 Andén peatonal de	1,20 m
Espesor del tablero:	0,20 m

Infraestructura

Las vigas preesforzadas están apoyadas en una silleta o viga cabezal de 1.8 m de ancho y 1.50 metros de alto, la cual tiene como finalidad soportar las cargas verticales generadas por la superestructura. Esta silleta está soportada por cuatro (4) pilotes de 0.80 metros de diámetro y veinte (20.00) metros de alto.

A continuación, se presentan esquemas con las características geométricas del puente que han sido tenidas en cuenta para la modelación y verificación de los elementos estructurales (Ver Figura 10 a la Figura 12).

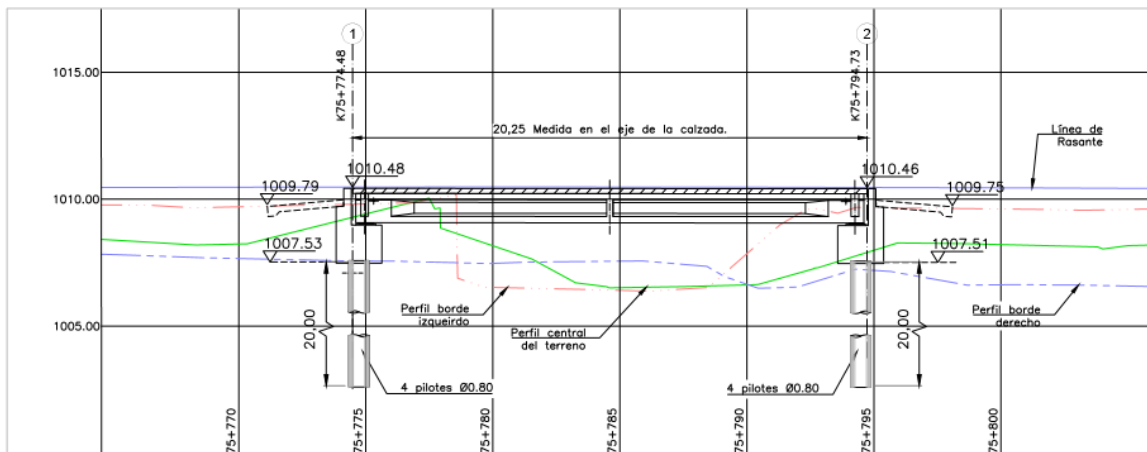


Figura 10 Perfil longitudinal – Puente Río Quilichao

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

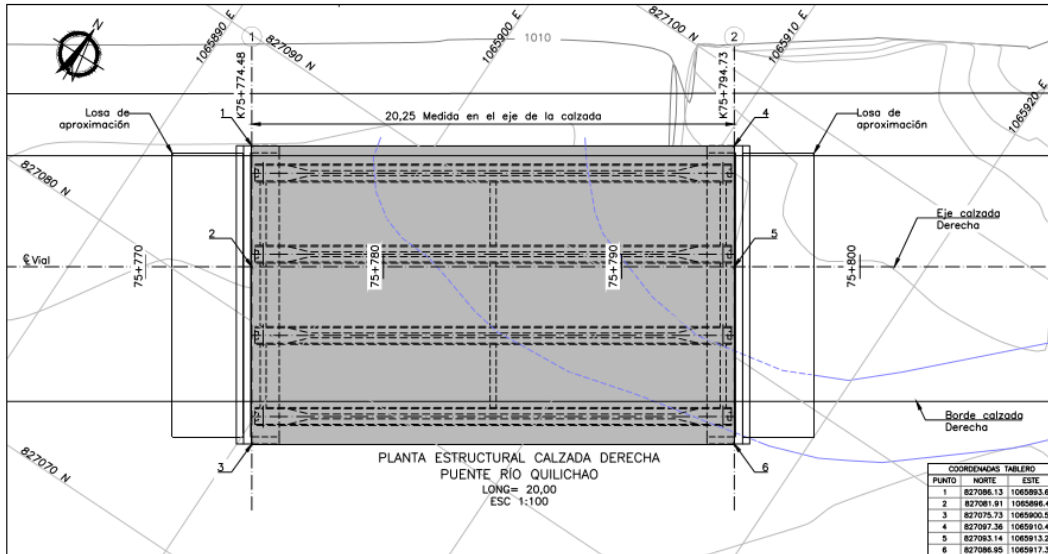


Figura 11 Planta general - Puente Río Quilichao

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

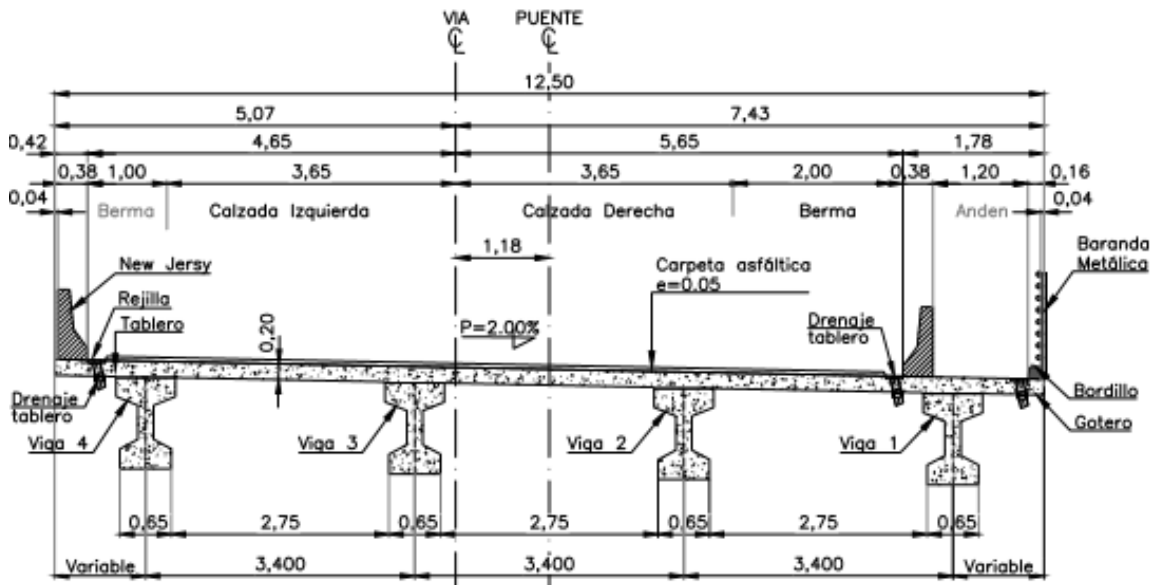


Figura 12 Sección transversal – Puente Río Quilichao

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

2.2.3.11. Puentes peatonales

En la Tabla 24, se presentan los puentes peatonales que se van a construir para la calzada derecha de la vía Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091).


	<p style="text-align: center;">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091</p>	<p style="text-align: right;">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	--	---

Tabla 24 Ubicación de Puentes peatonales- Unidad Funcional 4

PUENTE	CALZADA	ABSCISA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)
Puente peatonal	Izquierda Derecha	- K72+048	Dos luces 17,20 m y 19,30m	2,50

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Para el análisis y diseño de los puentes peatonales, se siguen los diferentes códigos, normas y estándares que se aplicarán en el diseño de los puentes, de acuerdo con la normativa vigente nacional e internacional.

- Norma Colombiana de diseño de puentes CCP-14, adoptado mediante Resolución 108 de enero de 2015 emanada por el Ministerio de Transporte. En adelante se mencionará como CCP-14
- Especificaciones Técnicas INVIAS 2014 – Instituto Nacional de Vías
- Standard Specifications for Highway Bridges, Edition 17 2002, American Association of State Highway and Transportation Officials ASSHTO. En adelante se mencionará AASHTO.
- LRFD Bridge Construction Specifications. Séptima edición 2014. American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO. En adelante se mencionará como AASHTO LRFD

A continuación, se describen los puentes peatonales propuestos para la calzada derecha Popayán – Santander de Quilichao en la Unidad Funcional 4(Sector K68+860 al K76+091).

Puente peatonal K72+048

Para que la comunidad pueda cruzar la calzada derecha de la ampliación de la vía Popayán-Santander de Quilichao, se presenta el diseño de un puente peatonal localizado en el K72+048.

Este puente peatonal está compuesto por dos luces de 17,20 m y 19,30m entre columnas, con una altura de galibo de 5,50m, medidos desde la parte superior de la calzada y el borde inferior de la viga cajón. La viga principal será presforzada en forma de viga cajón.

El puente peatonal tiene 2 rampas derecha e izquierda que comunican con el andén peatonal. Estas rampas tienen una pendiente del 8%, con un ancho de 2,50m y descansos en una longitud de 13,00m. Las rampas también tienen barandas metálicas por los dos costados. La rampa izquierda es aérea con pórticos en concreto, y la rampa derecha es sobre una ladera con subbase en recebo compactado.

Las rampas peatonales están diseñadas con columnas redondas de 0,80m de diámetro y soportan el peso de la rampa por medio de una viga continua de 0,60 de ancho por 0,70m de alto. Esta viga sostiene la rampa en forma de cantiliver.

Infraestructura

El puente peatonal está soportado por 2 columnas redondas de 0,80m de diámetro, las cuales recaen sobre zapatas cuadradas de 3,20x3,20m, las cuales están soportados por 4 pilotes de 0,60m de diámetro.

Las columnas de la rampa están ancladas en un cimiento individual de 3,00 m x 1,60m, y van soportados por 2 pilotes de 0,60m de diámetro. A continuación, en la Figura 13 a la Figura 16, se presentan esquemas con las características geométricas del puente peatonal que han sido tenidas en cuenta para la modelación y verificación de los elementos estructurales.

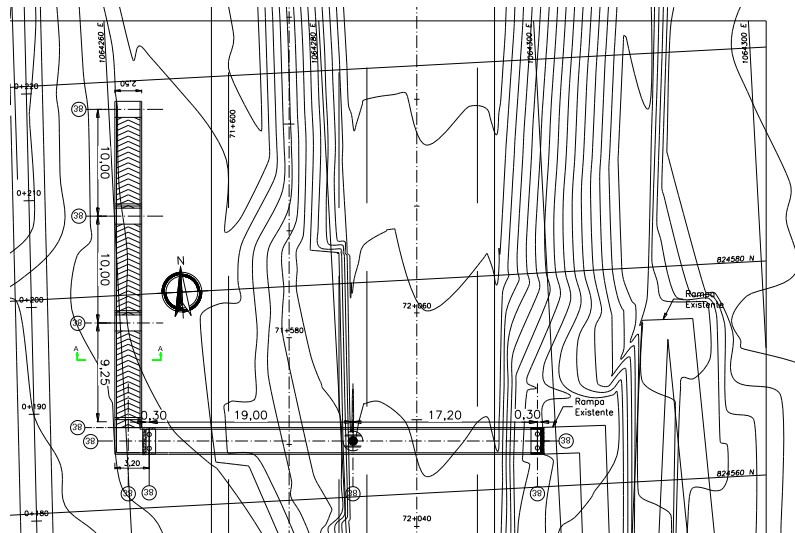


Figura 13 Planta general del Puente Peatonal con 2 rampas

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

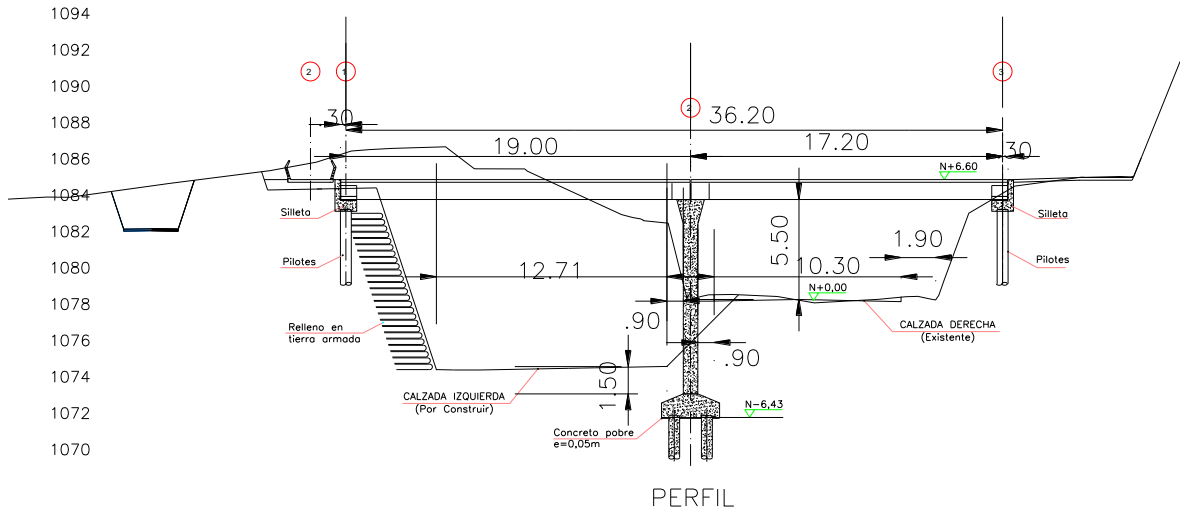


Figura 14 Perfil Puente Petonal
Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

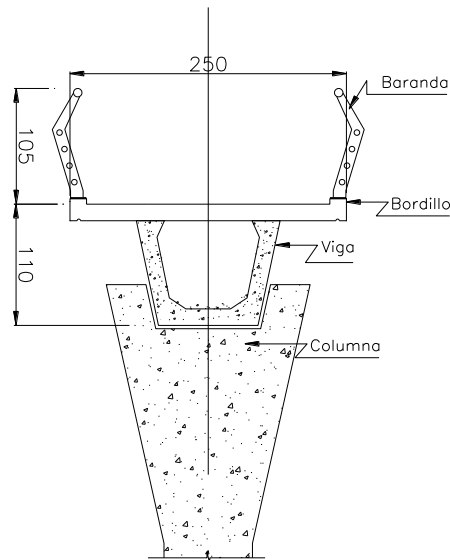


Figura 15 Sección transversal de viga sobre columna eje 2.
Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

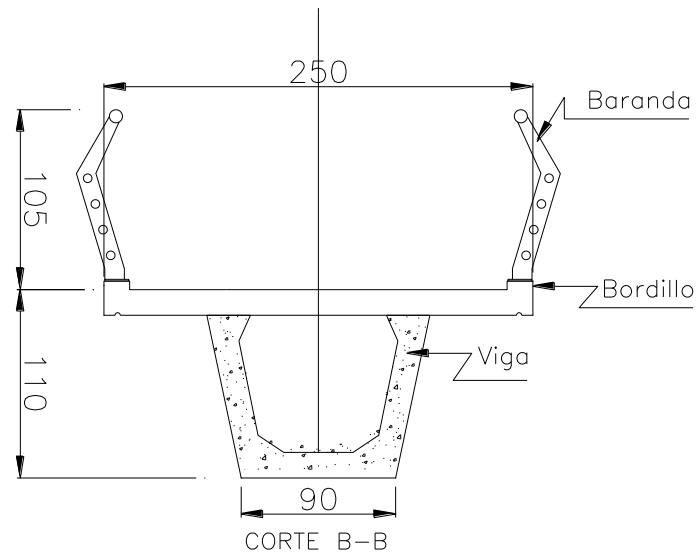


Figura 16 Corte de rampa peatonal

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

2.2.3.12. Muros

En la unidad funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091) se construirán muros de protección de la vía, estos muros son de dos tipos diferentes, unos muros corona al pie de la vía, y otros muros en la parte baja de un relleno.

2.2.3.13. Alcantarillas circulares y de cajón, y pontones

Se ha definido un diámetro mínimo de alcantarilla igual a 0.90 m para alcantarillas proyectadas sobre los sectores de mejoramiento y las que se requieran reemplazar de las existentes que no cumplan con su capacidad hidraulica, que corresponde al diámetro mínimo que especifica el Instituto Nacional de Vías, INVÍAS, para este tipo de obras, con el fin de dar un adecuado mantenimiento y limpieza a estas estructuras. En el caso de tener obras de 0.60 m existentes que cumplan hidráulicamente, estructuralmente y geotécnicamente se mantendrán las obras existentes. El tipo de tuberías a utilizar para el drenaje de la vía corresponden a tuberías en concreto.

También para las alcantarillas y obras de paso se ha definido una pendiente de 1%, esto con el fin de garantizar un control de flujo crítico a la entrada de la alcantarilla con flujo gradualmente variado hacia aguas abajo de la tubería. Es de anotar que para el rango de caudales que se manejan en las alcantarillas de 0.90 m la pendiente adoptada produce velocidades para profundidad normal entre 1.50 y 2.90 m/s que según la metodología de Isbash son capaces de transportar sedimentos entre 0.09 y 0.34 m de diámetro, las cuales a criterio de esta Consultoría son muy buenas velocidades de autolimpieza. Se debe tener

en cuenta además que algunas de las alcantarillas de este tipo posee cajas de encole, las cuales sin importar la pendiente que tenga la tubería hacia aguas abajo van a depositar sedimentos, ya que por la hidráulica de su flujo sirven como amortiguadores de energía permitiendo que se deposite material en su fondo.

El criterio de diseño del borde libre para cunetas, fue el de que la lámina de agua como máximo fuera el 80% de la altura total de la estructura para el caudal máximo instantáneo con el periodo de retorno seleccionado. Se acepta, sin embargo, que para casos excepcionales cuando se presenta el caudal de diseño, que la cuneta opere a borde lleno.

El criterio de velocidad máxima del agua para el caudal máximo instantáneo con el periodo de retorno seleccionado en alcantarillas y cunetas se definió con base en valores de velocidades máximas no erosivas usualmente tomados para el concreto, teniendo en cuenta en todo caso que con tales velocidades se removieran los sedimentos que puedan caer a tales estructuras. Las velocidades mínimas pueden ocurrir para caudales máximos instantáneos con periodos de retorno menores al de diseño, pero siempre existirá una remoción de sedimentos depositados en las estructuras una vez se produce un aguacero de importancia.

Para las alcantarillas de diámetro 0.60 m sobre la vía actual, se mantendrán, cuando cumplan hidráulicamente y el análisis estructural y geotécnico indique que son idóneas desde este punto de vista. En caso contrario, se reemplazarán por tuberías de 0.90 m o la estructura adecuada.

Para las alcantarillas nuevas a construir (nuevas totalmente o como continuación o previas a alcantarillas existentes), se tipificaron sus secciones transversales, así: tuberías circulares de diámetros de 90 (36”), 1.20 (48”), y alcantarillas cajón con las siguientes dimensiones 1.0 m x 1.0 m, 1.5 m x 1.5 m, 2.0 m x 2.0 m, 2.5 m x 2.5 m, 3.0 m x 3.0 m, 3.5 x 3.5 y 4.0 x 4.0m, con el fin de tener una economía en los rendimientos de construcción; para obras mayores a 4.0 x 4.0 se proyectan pontones o puentes.

Para las nuevas alcantarillas o continuación o previas de las alcantarillas existentes, se tomó el valor mayor de la sección transversal tipificada en relación con la de la sección transversal de la alcantarilla existente (Ver Tabla 25).

Tabla 25 Alcantarillas y Box proyectados - Unidad Funcional 4

ALCANTARILLA Y BOX					
CODIGO	TIPO	Dimensión / ø	ABSCISA	CALZADA	LONGITUD ml
AP24	ALC.	0.9	K68+894	DER.	30
ALC515	ALC.	0.9	K69+223	IZQ.	47
AP25	ALC.	0.9	K69+495	IZQ.	34
ALC516	ALC.	0.9	K69+068	IZQ.	32
ALC517	ALC.	0.9	K69+163	IZQ.	43
ALC518	ALC.	0.9	K69+725	IZQ.	68.8
ALC518	ALC.	0.9	K69+725	DER.	44.7

ALCANTARILLA Y BOX					
CODIGO	TIPO	Dimensión / ø	ABSCISA	CALZADA	LONGITUD ml
AP25A	ALC.	0.9	K69+839	DER.	104.62
ALC519	ALC.	0.9	K69+444	IZQ.	18.65
ALC520	ALC.	0.9	K69+475	IZQ.	21.71
ALC521	ALC.	0.9	K69+982	DER.	25.71
ALC522	ALC.	0.9	K69+571	IZQ.	22.65
AP25B	ALC.	0.9	K69+675	IZQ.	30
AP26	ALC.	0.9	K69+775	IZQ.	37
ALC523	ALC.	0.9	K70+432	IZQ-DER.	32.1
ALC524	ALC.	0.9	K70+515	IZQ-DER.	58
ALC525	ALC.	0.9	K70+637	IZQ-DER.	13.8
ALC526	ALC.	0.9	K70+701	IZQ-DER.	13.6
AP26A	ALC.	0.9	K70+721	IZQ-DER.	48
AP27	ALC.	0.9	K70+987	IZQ-DER.	34.5
ALC527	ALC.	0.9	K71+122	IZQ-DER.	58
ALC528	ALC.	0.9	K71+187	IZQ-DER.	14.1
AP28	ALC.	0.9	K71+390	IZQ-DER.	35
AP29	ALC.	0.9	K71+593	DER-IZQ.	60
BOX529	BOX.	4X4	K71+674	DER-IZQ.	47.95
ALC531	ALC.	0.9	K71+797	DER-IZQ.	54
ALC532	ALC.	0.9	K71+883	DER-IZQ.	63
AP30	ALC.	0.9	K72+347	IZQ-DER.	47
ALC533	BOX.	1.5X1.5	K72+516	IZQ-DER.	88.2
ALC534	ALC.	0.9	K72+602	DER-IZQ.	51
AP31	ALC.	0.9	K72+695	DER-IZQ.	34
ALC535	ALC.	0.9	K72+754	IZQ-DER.	45
AP31A	ALC.	0.9	K72+925	DER-IZQ.	45
AP32	ALC.	0.9	K73+046	DER-IZQ.	38
ALC536	ALC.	0.9	K73+647	IZQ-DER.	57
ALC537	BOX.	1.5X1.5	K74+110	IZQ-DER.	28.05
ALC543	ALC.	0.9	K74+627	DER-IZQ.	87.78
ALC544	ALC.	0.9	K75+264	IZQ-DER.	30.91
ALC545	ALC.	0.9	K75+465	IZQ-DER.	32
ALC546	ALC.	0.9	K75+553	IZQ-DER.	39
AP36	ALC.	0.9	K75+586	DER-IZQ.	69
ALC549	ALC.	0.9	K75+980	DER-IZQ.	38

ALCANTARILLA Y BOX					
CODIGO	TIPO	Dimensión / ø	ABSCISA	CALZADA	LONGITUD ml
ALC550	ALC.	0.9	K76+084	DER-IZQ.	57
ALC551	BOX.	1.5X1.5	K76+210	DER-IZQ.	37
AP37	ALC.	0.9	K76+267	IZQ-DER.	42

2.2.3.14. Cunetas

Se proyecta una cuneta típica para toda la vía, la cual se utiliza para construir en los costados externos del eje. La cuneta TIPO tendrá una altura de 0.30 m y un ancho total en su boca de 1.30 m, repartidos en 1.20 m hacia la vía y 0.10 m hacia el talud obteniéndose una pendiente transversal de 25.0%, pendiente suficiente para que la velocidad del flujo sea tal que no se presente abrasión en el concreto, este tipo de cuneta se utiliza para que recoja el agua proveniente de los taludes.

De igual manera, se proyecta una cuneta típica, la cual se utiliza para construir en la zona interna de la calzada. La cuneta TIPO tendrá una altura de 0.15 m y un ancho total en su boca de 0.80 m, con las mismas condiciones de flujo de las cunetas externas. A partir de la fórmula racional y tomando una ponderación entre el área aferente de vía y de ladera se hallaron los caudales para estas áreas aferentes.

Una vez realizado los cálculos correspondientes de la sección típica para cunetas proyectadas en sitios de corte, se determinó la siguiente sección a utilizar (Ver Figura 17).

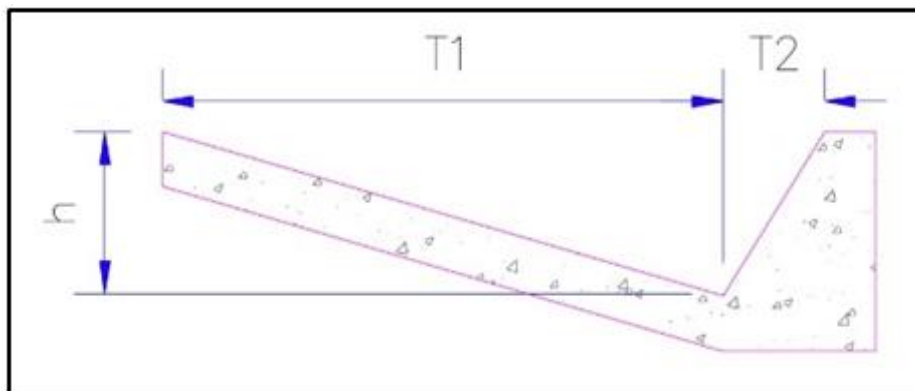


Figura 17 Sección Cuneta

T1 = 1.20 m, T2 = 0.10 m y h = 0.30 m.

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Tabla 26 Cunetas Proyectadas- Unidad Funcional 4 sector K68+860 al K76+091

CUNETA	ABS INICIAL	ABS FINAL	LONGITUD	CALZADA
INTERNA	K68+860	K68+900	40.00	IZQ.
INTERNA	K69+040	K69+150	110.00	IZQ.
EXTERNA	K69+310	K69+395	85.00	IZQ.
INTERNA	K69+356	K69+460	104.00	IZQ.
INTERNA	K69+605	K69+620	15.00	IZQ.
EXTERNA	K69+650	K69+720	70.00	IZQ.
INTERNA	K69+670	K69+790	120.00	IZQ.
INTERNA	K69+816	K69+910	94.00	IZQ.
EXTERNA	K69+825	K69+850	25.00	IZQ.
INTERNA	K66+270	K66+430	160.00	DER.
INTERNA	K66+450	K66+515	65.00	DER.
EXTERNA	K66+610	K66+620	10.00	DER.
EXTERNA	K67+125	K67+280	155.00	DER.
INTERNA	K67+310	K67+480	170.00	DER.
EXTERNA	K67+411	K67+422	11.00	DER.
EXTERNA	K67+574	K67+740	166.00	DER.
INTERNA	K67+790	K67+830	40.00	DER.
CANAL EXT	K67+850	K67+940	90.00	DER.
EXTERNA	K67+940	K68+240	300.00	DER.
INTERNA	K67+990	K68+040	50.00	DER.
INTERNA	K68+090	K68+240	150.00	DER.
EXTERNA	K68+335	K68+360	25.00	DER.
INTERNA	K68+335	K68+370	35.00	DER.
INTERNA	K68+435	K68+490	55.00	DER.
EXTERNA	K68+455	K68+480	25.00	DER.
EXTERNA	K68+590	K68+715	125.00	DER.
INTERNA	K68+590	K68+715	125.00	DER.
INTERNA	K68+780	K68+840	60.00	DER.
INTERNA	K68+940	K69+169	229.00	DER.
EXTERNA	K68+980	K69+169	189.00	DER.
EXTERNA	K69+290	K69+460	170.00	DER.
EXTERNA	K69+480	K69+700	220.00	DER.
INTERNA	K69+530	K69+605	75.00	DER.
EXTERNA	K69+760	K69+930	170.00	DER.



**PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO
AMBIENTAL
PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4
Sector K68+860 al K76+091**

VER. No. 6
15/12/2016
FTGA-A-000 SPV-NC

CUNETA	ABS INICIAL	ABS FINAL	LONGITUD	CALZADA
INTERNA	K69+810	K69+930	120.00	DER.
EXTERNA	K70+000	K70+050	50.00	DER.
EXTERNA	K73+090	K73+430	340.00	DER.
INTERNA	K73+135	K73+415	280.00	DER.
INTERNA	K73+550	K73+610	60.00	DER.
EXTERNA	K73+700	K74+080	380.00	DER.
INTERNA	K73+780	K74+040	260.00	DER.
EXTERNA	K74+388	K74+590	202.00	DER.
EXTERNA	K74+600	K74+620	20.00	DER.
EXTERNA	K74+630	K74+900	270.00	DER.
EXTERNA	K74+920	K74+935	15.00	DER.
EXTERNA	K75+085	K75+150	65.00	DER.
EXTERNA	K75+075	K75+085	10.00	DER.
EXTERNA	K75+388	K75+455	67.00	DER.
EXTERNA	K75+580	K75+605	25.00	DER.
EXTERNA	K76+230	K76+290	60.00	DER.
EXTERNA	K76+655	K76+748	93.00	DER.
EXTERNA	K70+010	K70+130	120.00	IZQ.
INTERNA	K70+010	K70+030	20.00	IZQ.
CANAL EXT	K70+140	K70+280	140.00	IZQ.
EXTERNA	K70+280	K70+430	150.00	IZQ.
CANAL EXT	K70+430	K70+439	9.00	IZQ.
INTERNA	K70+160	K70+470	310.00	IZQ.
EXTERNA	K70+470	K70+567	97.00	IZQ.
INTERNA	K70+500	K70+555	55.00	IZQ.
INTERNA	K70+618	K70+642	24.00	IZQ.
EXTERNA	K70+655	K70+910	255.00	IZQ.
INTERNA	K70+667	K71+110	443.00	IZQ.
EXTERNA	K70+935	K71+050	115.00	IZQ.
EXTERNA	K71+217	K71+250	33.00	IZQ.
INTERNA	K71+210	K71+269	59.00	IZQ.
INTERNA	K71+380	K71+780	400.00	IZQ.
EXTERNA	K71+460	K71+755	295.00	IZQ.
EXTERNA	K72+435	K72+460	25.00	IZQ.
INTERNA	K72+500	K72+520	20.00	IZQ.

CUNETETA	ABS INICIAL	ABS FINAL	LONGITUD	CALZADA
INTERNA	K72+550	K72+770	220.00	IZQ.
EXTERNA	K72+615	K72+725	110.00	IZQ.
EXTERNA	K73+325	K73+610	285.00	IZQ.
EXTERNA	K73+570	K73+590	20.00	IZQ.
INTERNA	K75+490	K75+550	60.00	IZQ.

2.2.3.15. Zanjas de coronación

Para este tramo se implementarán las zanjas de coronación con las siguientes características en primer lugar se ubicarán a 5.0 m en distancia horizontal de la corona del talud y/o cada vez que exista un descanso sobre el talud de corte, estas zanjas serán de tipo trapezoidal con 0.50 m de base, altura de 1.00 m y taludes laterales 1.0H:2.0V y una pendiente longitudinal de 0.002 m/m. Para este tipo de obras no se realizó cálculo hidráulico alguno, debido a que no se conoce con certeza el área aferente a las zanjas de coronación en la zona. Sin embargo, se realizó un cálculo para conocer la capacidad máxima que tendría esta estructura encontrando que es capaz de transportar 1.52 m³/s.

La entrega de las zanjas de coronación se realizará a estructuras de caída escalonadas para disipación de energía, que llevarán las aguas a niveles más bajos hasta entregar a las cunetas. Como las zanjas de coronación poseen una forma trapezoidal, se debe realizar una transición para que entreguen a las estructuras escalonadas que poseen una sección rectangular. La transición se diseña para que el agua no presente vórtices al cambiar de sección trapezoidal a rectangular; para lograrlo se recomienda que la transición tenga un ángulo de 12.5° (Ver Figura 18).

Se realizó un diseño típico para las estructuras escalonadas de caída que transportan las aguas de las zanjas de coronación a los niveles inferiores, el caudal de diseño para estas estructuras se definió igual a 1.52 m³/s (caudal máximo que transportan las zanjas de coronación), con el fin de darle a este tipo de estructuras un margen de seguridad alto. La estructura será de forma rectangular, con un ancho de 1.00 m y una altura de muros igual a 1.0 m, los cuales se deducen de la formulación presentada e igual a la altura teórica de muros. Los escalones serán de 1.00m de huella y una altura de 1.00 m. Estas mismas estructuras escalonadas se aplicaran en caso de requerirse en las obras hidráulicas para sus encoles o descoles.

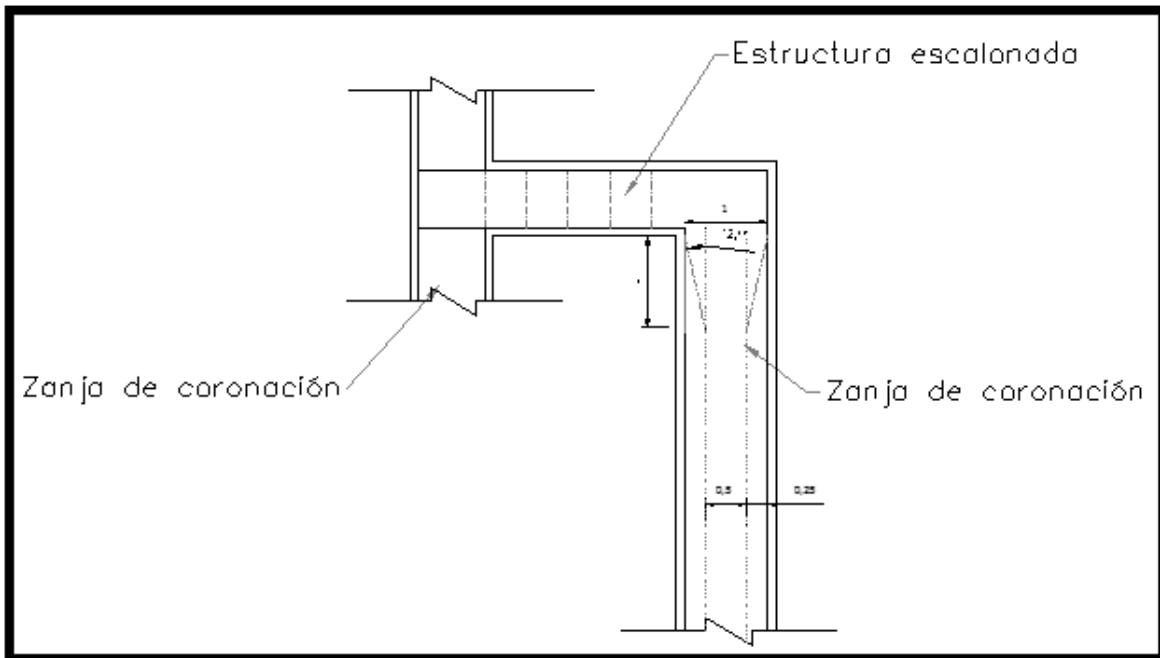


Figura 18 Planta Estructura de Caída

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

2.2.3.16. Estructura escalonada de caída

Sobre el trazado de la vía se han propuesto estructuras escalonadas de caída para el manejo del agua en diferentes casos. El primer caso es para llevar las aguas de las zanjas de coronación a niveles más bajos hasta entregar a la cuneta de la vía o a las cajas de encole de las alcantarillas, el segundo caso es para realizar el encole o descole de alcantarillas o box culverts.

Para el dimensionamiento de la estructura de caída se utilizó la metodología empleada por Ohtsu I., Yasuda Y., Takahashi M., en “Flow Characteristics of Skimming Flows in Stepped Channels”, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, September 2004.

En relación con el diseño de estructuras de caída escalonadas con flujo rasante, para controlar las velocidades en los canales con altas pendientes, se emplean estructuras escalonadas que producen una gran pérdida de energía, disminuyendo así la velocidad del flujo y modificando su régimen de supercrítico a subcrítico.

El flujo sobre estas escaleras puede darse en tres diferentes condiciones:

1. Flujo Rasante (“skimming flow”): Para esta condición el agua fluye sobre las esquinas externas de las escaleras como una nata sobre un pseudo-fondo, produciéndose una recirculación del agua en la parte interna del escalón. La reducción de energía se da entonces por recirculación de agua en el escalón y por impacto en el escalón aguas abajo.

2. Flujo escalón a escalón (“nappe flow”): En este caso el flujo de cada escalón sigue una trayectoria tipo jet con un lente de aire bajo la napa, golpeando la huella del escalón aguas abajo y generando un resalto hidráulico. La pérdida de energía se produce entonces por la dispersión del chorro en el aire, por la mezcla del agua en el impacto y por el desarrollo total o parcial del resalto hidráulico. La metodología para el análisis de este flujo es presentada por Chanson (1994) y Ven Te Chow en su libro de canales abiertos (Método del Número de Caída).

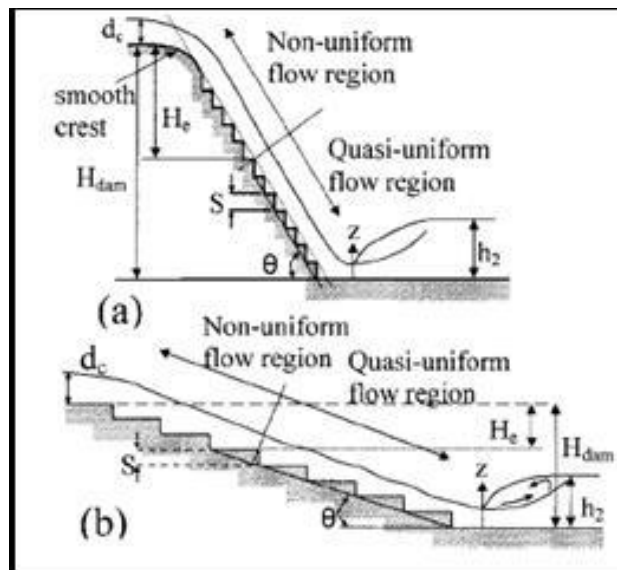
3. Flujo de transición: Condición intermedia entre las dos anteriores en que la napa sobre el lente de aire puede o no formarse y se produce una recirculación parcial del agua en cada escalón.

Para las características topográficas de la zona, con una muy alta pendiente, se requiere una estructura de caída escalonada con flujo rasante, las cuales han sido analizadas para pendientes entre 5.7° y 55° , pues la formación total o parcial del resalto hidráulico para un flujo escalón a escalón implica pendientes suaves del terreno.

El diseño consiste entonces en determinar la velocidad, v_w , y la profundidad del flujo, d_w , en la estructura, la energía al final de la estructura, E_{res} , y el incremento de la profundidad del flujo por efecto del aire ($y_{0.9}$) para determinar la altura de muros de la estructura, H_w .

Las metodologías de diseño para estructuras de caída escalonadas con flujo rasante son variadas y todas de carácter experimental, habiendo seleccionado en este diseño la aconsejada por la referencia bibliográfica mencionada anteriormente, que recoge las últimas experiencias de numerosos investigadores del tema.

Dados un ancho de canal, B , una caída total, H_{dam} , un ángulo del canal θ , y un caudal de diseño Q_w , la profundidad crítica se calcula como $d_c = [(Q_w/B)^2/g]^{1/3}$, valor con el que la altura total relativa de caída es H_{dam}/d_c .




	<p align="center">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL</p> <p align="center">PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4</p> <p align="center">Sector K68+860 al K76+091</p>	<p align="right">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	---	--

Figura 19 Esquema de definiciones: (a) escalones para $\Theta=19, 23, 30$ Y 55° , (b) escalones tomados para $\Theta=5.7, 8.5$ Y 11.3°

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Se realizó un diseño típico para las estructuras escalonadas de caída que transportan las aguas de las zanjas de coronación a los niveles inferiores, el caudal de diseño para estas estructuras se definió igual a 1.52 m³/s (caudal máximo que transportan las zanjas de coronación), con el fin de darle a este tipo de estructuras un margen de seguridad alto. La estructura será de forma rectangular, con un ancho de 1.00 m y una altura de muros igual a 1.0 m, los cuales se deducen de la formulación presentada e igual a la altura teórica de muros. Los escalones serán de 1.00m de huella y una altura de 1.00 m. Estas mismas estructuras escalonadas se aplicarán en caso de requerirse en las obras hidráulicas para sus encoles o descoles.

Las estructuras serán complementadas con una protección en piedra de 0.20 m de diámetro colocada en dos capas al final de la obra escalonada de caída. Los parámetros de diseño más importantes se presentan en la Tabla 27.

Tabla 27 Parámetros

TIPO DE ESTRUCTURA	ESCALONADA TÍPICA
CAUDAL DISEÑO (m ³ /s)	1.52
ANCHO ESTRUCTURA (m)	1.00
FORMA ESTRUCTURA	Rectangular
PROFUNDIDAD CRÍTICA (m)	0.62
VELOCIDAD CRÍTICA (m/s)	2.46
ALTURA ESCALÓN (m)	1.00
HUELLA O DESCANSO ESCALÓN (m)	1.00
ÁNGULO ESCALÓN (°)	45.00
S/dc	1.62
(S/dc)S	1.17
He/dc	24.90
He (m)	15.38
dw/dc	0.30
ALTURA LÁMINA AGUA dw (m)	0.19
TIPO DE FLUJO	Flujo Tipo A
f máx	0.15
f	0.15
D	0.52
CONCENTRACIÓN AIRE (Cmean)	0.52
y _{0.9}	0.35
ALTURA TEÓRICA MUROS H _w (m)	0.49
ALTURA TOTAL MUROS (m)	1.00

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

A la estructura de caída se le han diseñado filtros a lo largo de su longitud tanto en sus paredes como en su fondo, con el fin de abatir posibles niveles freáticos y aguas subsuperficiales que entren dentro del talud.

2.2.3.17. Obras de drenaje y Subdrenes

En los sitios de cortes de terreno, y debajo de las cunetas respectivas ya mencionadas, se deberán construir subdrenes con el fin de abatir posibles niveles freáticos altos del terreno durante las épocas de mayores lluvias. En efecto, para el diseño hidráulico de los subdrenes recomendados se tuvo en cuenta la información básica de suelos, topográfica, hidrológica e hidráulica.

Es importante mencionar que esta Consultoría realizó el cálculo del filtro, como opciones a utilizar durante la construcción del corredor:

Filtro Francés: tiene en cuenta el caudal de infiltración y el caudal por abatimiento del nivel freático. De acuerdo con las observaciones de campo se estima que este nivel freático puede subir hasta una cota de – 1.00 m por debajo del nivel de la subrasante.

Geodrén con Tubo

Adicional a las zanjas de coronación mencionadas anteriormente, se recomienda contar con cunetas en el perímetro de la zona de intervención con el fin de captar y conducir el agua de escorrentía superficial y evitar posibles socavaciones que desestabilicen el talud. Estas conducirán a canales escalonados (disipadores de energía), para una entrega adecuada sin producir erosión en el terreno.

Para el control del agua de infiltración y el drenaje subsuperficial se podrán disponer filtros tipo francés o similar, perpendiculares a la dirección del talud, los cuales podrán entregar a los disipadores de energía.

Debajo de las cunetas y los bordes de vía que queden dentro de taludes de corte se construirá un filtro del tipo denominado “francés” compuesto por un material drenante de tamaño uniforme para lograr la formación de los drenes entre los cantos, recubierto por un geotextil que tenga la característica de detener los finos y permitir el paso del agua. En el interior se alojará una tubería perforada de PVC para drenaje de 100 mm de diámetro.

2.2.3.18. Retornos y/o intersección a nivel o desvinel

Como criterio general se estableció construir mínimo un retorno cada 5 kilómetros con el fin de facilitar la conectividad de la comunidad con las zonas urbanas del proyecto. Los retornos son a su vez intersecciones a nivel o desnivel.

Debido a que la velocidad específica varía entre 60 y 100 Kph se tienen algunos parámetros de diseño que no varían como lo son la velocidad de cada retorno 30 Kph, el ancho de carril de 3.65m, y el ancho de berma 1.0m, los parámetros como son distancia del carril de aceleración, distancia de carril de desaceleración y radio están definidos puntualmente para cada retorno.

A continuación, se presenta en la Figura 20 una modelación del giro de los camiones en el retorno, mediante la utilización del software AutoTurno Versión 8.1.

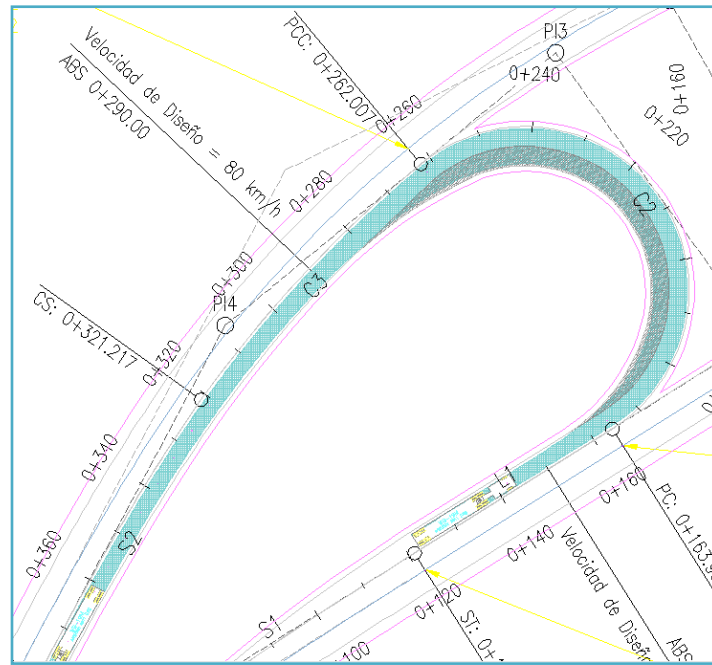
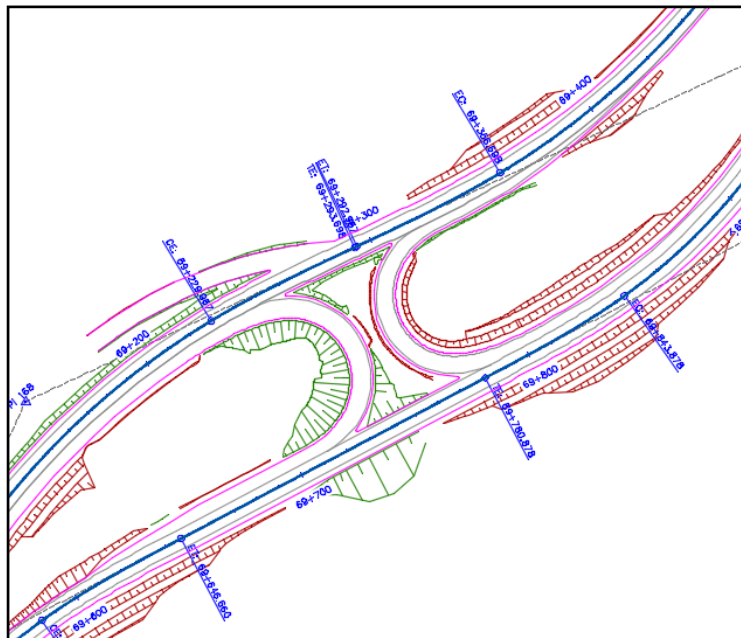


Figura 20 Modelación de radio de giro de un retorno con autoturn v8.1
Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016



	<p style="text-align: center;">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL</p> <p style="text-align: center;">PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091</p>	<p style="text-align: right;">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	--	---

Figura 21 Esquema Retorno K69+750

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Del diseño geométrico del proyecto se obtuvieron los siguientes retornos, como se presenta en la Tabla 28.

Tabla 28 Retornos Diseñados UF 4 (Sector K68+860 al K76+091)

UNIDAD FUNCIONAL 4	
ABSCISA RETORNOS	SENTIDO
K69+750	PARA AMBOS SENTIDOS ES DECIR POPAYÁN-SANTANDER, SANTANDER - POPAYÁN - INTERSECCIÓN SUR VARIANTE DE SANTANDER
K74+200	PARA AMBOS SENTIDOS ES DECIR POPAYÁN-SANTANDER, SANTANDER - POPAYÁN - VARIANTE SANTANDER GLORIETA A TIMBA

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

2.2.3.19. Andenes

Según los POT de los municipios comprendidos en el corredor vial, la vía en ejecución está clasificada como un **Sistema de Corredores Inter – Regionales**. Para este tipo de perfil se propone un ancho de andén mínimo de 1.5m adosado a la calzada; con el fin de tener mejor modulación y menos desperdicios de materiales se adopta un ancho de andén de 1.6, esto también incrementa la comodidad y seguridad para los flujos peatonales.

El andén está confinado por sardineles de 20 cm, espacio de circulación de 1.2 m donde contempla franja de loseta guía de 20 cm * 40 cm (Ver Figura 22).

Tendrá una pendiente del 2% hacia la vía el cual tendrá que ser revisado por el área de redes hidráulicas.

Se propone el nivel del andén a 25 cm sobre el nivel de la vía, para cuidar y garantizar la segregación adecuada entre el flujo vehicular (carros, camiones de carga, motos, etc.) y el peatón, ya que son corredores donde se presta para que existan accidentes debido a su alto flujo vehicular.

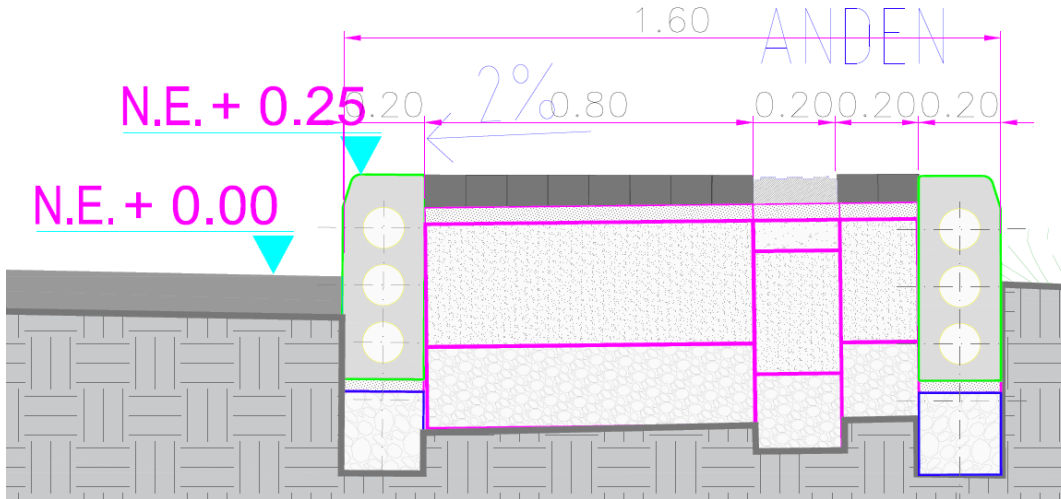


Figura 22 Ancho Andén

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Modulación de Andenes (Estructuración) – Materiales

Se propone modular el corredor peatonal mediante sardineles de 20 cm en ambos costados que segreguen el andén de la vía.

La mayoría de los casos donde va implantado los andenes están en curvas generadas por diseño geométrico, lo que significa que para la composición de los andenes estos deben permitir paños que se adapten a estos radios de curvaturas sobre el corredor, es por eso que se contemplan 2 paños en el diseño, el primer paño será contenido entre bordillos de confinamiento de 10 cm el cual será el encargado de dar flexibilidad en estas zonas curvas, y un segundo tramo de 9.8m el cual contendrá el diseño plástico con la imagen del proyecto.

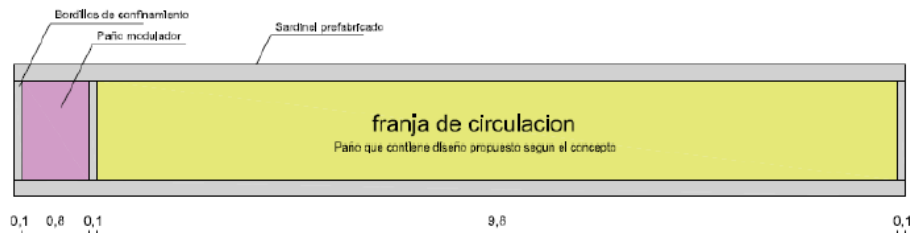


Figura 23 Modulación

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Los materiales a utilizar serán bordillos prefabricados en concreto según cartilla de espacio público, y adoquines de concreto los cuales vienen en varios colores y se pueden aprovechar para plasmar figuras sobre las franjas de circulación. Estos adoquines son de gran utilidad ya que tienen una vida útil larga y son antideslizantes y se comportan muy bien en cualquier condición climatológica.

Generar Corredores Seguros Sobre Pasos con Terreno A Desnivel.

Como vimos anteriormente el corredor está inmerso en diversos cambios de topografía, eso implica que en muchos casos el andén quede sobre un corte, en esta situación tenemos que proveer barandas para la seguridad del peatón.

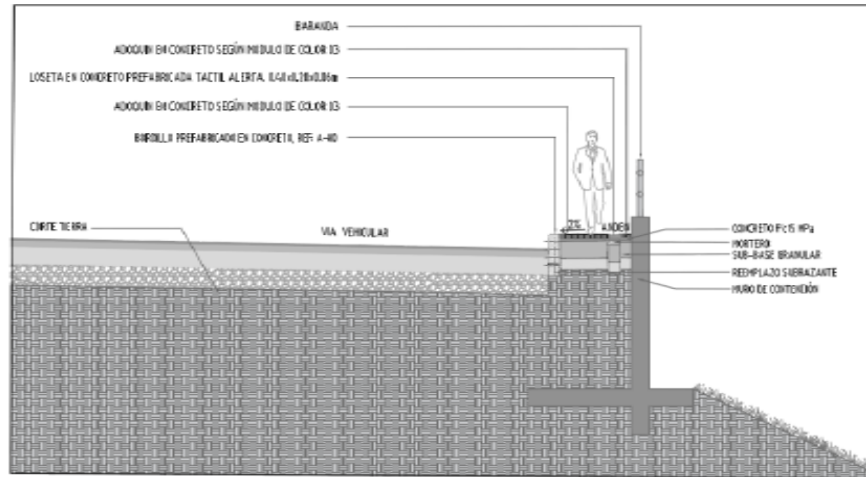


Figura 24 Rampas y guías movilidad reducida

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

Andenes Projectados

De acuerdo a la elaboración de los Estudios y Diseños de la UF4 (Sector K68+860 al K76+091), el Concesionario proyecto la construcción de 403 metros dentro de la Unidad Funcional, como se presenta en la Tabla 29.

Tabla 29 Andenes Projectados UF4

Tramo anden	Municipio - Corregimiento	Abscisas inicio	Abscisas final	Longitud ml	Ubicación costado
1	Variante Santander de Quilichao	71+158	71+560	403	Derecho

Fuente: Jorge Fandiño SAS, 2016

2.2.3.20. Infraestructura de suministro de energía

La energía que se suministra para las instalaciones fijas que se construirán como soporte al proyecto para la UF4, como la estación de peaje, se relacionan en el Estudio para los diseños eléctricos de las instalaciones.



2.3. DEMANDA AMBIENTAL DEL PROYECTO

Una vez definido y descrito el tipo de intervención a ejecutar para poner a punto las condiciones de operatividad en el corredor vial existente, se concluye que la demanda ambiental del proyecto se presentará en los componentes *agua, flora, suelo y aire*, requiriéndose por parte de la concesionaria NUEVO CAUCA SAS, la ejecución del trámite de obtención de los respectivos permisos y autorizaciones para su aprovechamiento y/o afectación, ante CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA – CRC.

Asimismo, se deberá tramitar ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la solicitud de levantamiento de veda para epífitas vasculares y no vasculares. Es de aclarar que éste trámite será objeto de un documento distinto al presente, conforme se describe en el **Capítulo 7. Permisos Ambientales**.

A continuación, se presenta una descripción de los permisos y autorizaciones requeridas para las actividades del corredor vial. La información detallada relacionada con el aprovechamiento y afectación de recursos naturales por las obras de mejoramiento, así como lo referente al trámite de obtención de permisos y autorizaciones, se detalla en el **Capítulo 7. Permisos Ambientales** de este documento.

2.3.1. Permisos y autorizaciones ambientales

2.3.1.1. Recurso Hídrico

Permiso de ocupación de cauces – temporal y permanente. Para el desarrollo de estas actividades se requerirán permisos de ocupación de cauces, ya que la vía a intervenir requiere de la construcción de objeto de análisis de este documento construcción de la segunda calzada y rehabilitación y mejoramiento de la calzada existente en la unidad funcional 4 sector K68+860 – K76+091.

Permiso de concesión de agua. Para el desarrollo de las actividades de mejoramiento y rehabilitación del Tramo Alegrías – Santander de Quilichao, no se requiere de la concesión del recurso hídrico a captar de las corrientes superficiales, ya que el material se traerá beneficiado y en caso de requerirse el recurso agua, este será comprado con terceros que cuenten con los permisos requeridos para el suministro del recurso agua, en camiones cisterna.

2.3.1.2. Recurso Flora

Permiso de aprovechamiento forestal y/o manejo de vegetación. Requerido para el aprovechamiento de individuos arbóreos.



Levantamiento de veda para epífitas vasculares y no vasculares. Requerido para el aprovechamiento de individuos arbóreos que presenten epífitas, así como para intervención de áreas con presencia de éstas especies.

2.3.1.3. Recurso Aire

Permiso de emisión atmosférica. El Constructor debe exigir en su momento a los proveedores respectivos de la zona, el permiso de emisiones atmosféricas con el que cuentan para el funcionamiento de las plantas de asfalto y/o concreto, según sea el caso y circunstancia de provisión de estos insumos temporales.

2.3.1.4. Recurso Suelo

Licencia ambiental y título minero para la explotación o adquisición de los materiales pétreos a emplear, ya sea de forma directa o a través de proveedores avalados externos.

Autorización de sitios de disposición de materiales sobrantes, en lo referente a "ZODMES"; corresponde al aval otorgado por cada Administración Municipal, en cuanto a la compatibilidad con el “uso del suelo”.

2.3.2. Fuentes de materiales

El material será suministrado en un principio, a través de empresas cercanas al proyecto, se propone la obtención de los materiales con empresas existentes legalmente constituidas, las cuales deberán contar con título minero y licencia ambiental para la operación de la misma.

En la vía Popayán – Coconuco se encontró que actualmente se realiza explotación de materiales de construcción, de rocas ígneas que presentan propiedades mecánicas e ingenieriles favorables para la fabricación de concretos, la construcción de terraplenes y pedraplenes, cumpliendo con las especificaciones Generales de Construcción y las Normas de Ensayos de Materiales del INVIAS 2013.

Las canteras que se presentan a continuación son las que posiblemente se realizarán la compra de material.

Mina El Palo

Ubicación: Localizada en la vereda Venadillo, municipio de Caloto, departamento del Cauca.

Criterios técnico-mineros:

Posee un Contrato de Concesión No. ED3-092, para la explotación de materiales de cantera “El Palo”, ubicada en la vereda Venadillo, municipio de Caloto, de acuerdo con los requisitos

establecidos en la ley 685 de 2001 (Código de Minas). Debido a las características del yacimiento, consiste en una roca masiva, con unos horizontes superficiales de meteorización (arcillas y basaltos fragmentados), con características que facilitan la aplicación del método tipo cantera, consistente en conformación de bancos y taludes de trabajo.

Las coordenadas de ubicación de la cantera son: E:1081892, N:829340.

Estado de explotación y Propietarios: Actualmente la mina cuenta con título de concesión código: ED3-092, y licencia ambiental de resolución No. 0685 del 21 de noviembre de 2.007.

Se anexa copia de la resolución de licencia ambiental global y copia del contrato de concesión minera. Ver anexos del capítulo 6 – Anexos Cap 6_Canteras de terceros.

Extracción de materiales sobre títulos mineros propios

Para efectos de la ejecución del proyecto de rehabilitación, mejoramiento y operación de la calzada existente, y la construcción de la segunda calzada, Popayán - Santander de Quilichao, Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091), se tiene contemplada extracción de materiales sobre títulos mineros propios de la Concesion Nuevo Cauca. Ver anexos del capítulo 6 – Anexos Cap 6_ Canteras propias.

2.3.3. Zonas de depósito

La descripción de las zonas de depósito, que incluyen sus detalles, se describen en el ítem, 3.2.5. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición.

Tabla 30 ZODME´s Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091)

cantidad de ZODME's por UF	UF	ZODME	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)
1	UF4	38+K71+045	12.750	52,429
2	UF4	39+K71+181	3.343	13,713
3	UF4	40+ K71+300	13.620	138,123
4	UF4	41+K72+600	21.566	98,362
5	UF4	42+K73+300	113.202	1,821,120
VOLUMEN EN ZODMES UF4				2,123,748
VOLUMEN REQUERIDO PARA DISPOSICION				247,741

2.4. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y OBRAS A EJECUTAR

A continuación, se hace una descripción de las actividades a ejecutar para la implementación del PAGA para la Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091):

2.4.1. Mejoramiento

Son las Intervenciones en las cuales se mejoran las condiciones de una vía existente con el objetivo de llevar las condiciones de funcionamiento de la vía existente a características técnicas determinadas de mayores parámetros, que los que presenta la vía actual, de tal manera que se mejore la capacidad o el nivel de servicio, bien sea, mediante la ejecución de actividades que logren: aumentar la velocidad de diseño, rectificar o mejorar alineamientos horizontales o verticales puntuales o continuos, ampliar las secciones geométricas de las vías, ampliación de calzadas existentes o nuevos carriles, minimizar los impactos de sitios críticos o vulnerables, pavimentar incluyendo la estructura del pavimento, construir entre otros.

2.4.2. Rehabilitación

Son el conjunto de Intervenciones de obras tendientes a llevar la vía a sus condiciones iniciales de construcción, con el propósito que se cumplan las especificaciones técnicas para las que se diseñó y estipula el Apéndice Técnico 1. La rehabilitación comprende la ejecución de una o más actividades Construcción de obras de drenaje, reparaciones de estructuras de pavimento o capa de rodadura, obras de estabilización, otras obras que permitan restituir las condiciones de diseño original del proyecto, etc.

2.4.3. Mantenimiento

Conjunto de acciones tendientes a restablecer, extender y mantener la capacidad estructural y las condiciones superficiales de un corredor vial, mediante las siguientes actividades:

- 1) Mantenimiento Preventivo
- 2) Mantenimiento Periódico
- 3) Atención de Emergencias

- **Mantenimiento ordinario (rutinario y cíclico):** Son las actuaciones necesarias para la corrección de defectos o no conformidades y las actividades de mantenimiento para asegurar la seguridad vial y la continuidad del servicio. También, comprende las actividades encaminadas a la protección del derecho de vía, en lo relacionado con el control para evitar la invasión de la zona de carretera de propiedad del estado y los trabajos que sean pertinentes y se encuentren dentro del alcance del Concesionario para la restitución del bien público. Para realizar esta



actividad se cuenta con el apoyo de la Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía y las Autoridades locales competentes.

- **Mantenimiento extraordinario (periódico):** Son actividades preventivas periódicas planeadas en ciclos largos, que se realizan sobre la infraestructura o elementos que puedan resultar vulnerados y comprometer la seguridad o el confort de los usuarios.

Para esta actividad el Director de Operación y Mantenimiento imparte las instrucciones al Inspector de Mantenimiento Vial para que adelante la revisión periódica de los elementos o sistemas, con el fin identificar los que estén deteriorados. El reporte entregado como resultado de la inspección periódica, determina el real estado y sirve para a realizar la intervención programada.

Los mantenimientos de la infraestructura de operación se realizarán anualmente de acuerdo a lo planteado en el Programa de Mantenimiento y con contratistas de la región o, en su defecto, con los proveedores especializados que demanden las intervenciones.

- **Mantenimiento de emergencia:** Son las actividades de reparación, reconstrucción o reposición de elementos afectados o dañados en el sistema vial durante una emergencia. En el momento de advertir o recibir el reporte de una emergencia, el Ingeniero de Mantenimiento coordina con el Inspector de Mantenimiento Vial la atención inicial, y oportuna de las intervenciones necesarias para lograr la continuidad de la operación del corredor vial.

2.4.4. Construcción

Dentro de la Etapa de Construcción del Proyecto se tienen contempladas una serie de actividades relacionadas con la construcción de una nueva calzada que hará parte del nuevo corredor vial. Tales obras deben cumplir con las especificaciones que se relacionan dentro del Alcance del Proyecto, descrito dentro del Apéndice Técnico 1 del Contrato de Concesión No. 11 de 2015.

Las obras que se requieren para la construcción de la nueva calzada del corredor vial de la Unidad funcional 4, sector K68+860 al K76+091, son las que a continuación se relacionan:

2.4.4.1. Preconstrucción

Socialización y acercamiento con comunidades

Se realizarán reuniones informativas antes del inicio de las actividades de obra, con información clara, veraz y oportuna la cual será impartida por los profesionales vinculados al Proyecto. La comunidad conocerá las características del Proyecto, de las empresas y de los profesionales vinculados, así como las acciones del Plan de Manejo Ambiental y particularmente las del Programa de Gestión Social. Se



realizarán reuniones de inicio, avance, finalización, extraordinarias y con el Comité de Participación Comunitaria.

Adquisición de predios y servidumbres

Para iniciar las respectivas actividades planeadas dentro del plan de obras del proyecto, muchas de estas se relacionan con predios que deben ser adquiridos para completar el espacio o terreno necesario para desarrollo de las nuevas obras. De igual modo, se deben adquirir servidumbres para el traslado y el manejo de las redes existentes, las cuales serán intervenidas durante la construcción debido a la necesidad de ubicar las redes existentes de acuerdo a las normativas nacionales.

Instalación de infraestructura temporal (zonas industriales)

La instalación de infraestructura temporal está planteada para la ubicación de aquellas instalaciones que se requieren para acopiar los materiales de construcción, zonas de parqueo de maquinaria y equipo y el beneficio de materiales de construcción como materiales pétreos y asfaltos y zonas para oficinas.

La operación de instalaciones temporales, se relaciona con todas las actividades que se deben desarrollar para el manejo adecuado de las obras; y que son susceptibles de producir impactos debido al ruido, manejo de residuos sólidos, operación vehicular y el beneficio de materiales entre otras.

2.4.4.2. Fase de construcción

Contratación de mano de obra

En fase de construcción se aplicará el Programa de Vinculación de Mano de Obra, con el que se garantizara la vinculación laboral del personal del Área de Influencia Directa del Proyecto, mediante la recopilación de hojas de vida por medio de la Alianza estratégica firmada con el SENA, por medio de un convenio que le permite al SENA contar con un aliado estratégico para el cumplimiento de sus fines institucionales, sus objetivos y sus metas, y a NUEVO CAUCA S.A.S cumplir con el objetivo de la contratación.

Contratación de bienes y servicios

Nuevo Cauca elaborará una base de datos en la que se clasifiquen cada uno de bienes y servicio de la zona, los cuales incluyen hospedajes, transporte, entre otras y se formula el procedimiento o manual de contratación de bienes y servicios, el cual incluye el seguimiento que se realizara a la contratación durante la fase de construcción.

Desmante y Limpieza del corredor vial

Este trabajo consiste en el desmante y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmante y limpieza, previa autorización del Interventor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

Movilización de equipos, materiales, escombros y personal

La movilización de los equipos como retroexcavadoras, volquetas, buldócer, motoniveladoras, terminadoras, vibrocompactadoras, entre otros equipos requeridos, será transportada hasta el sitio de obra algunos por sus propios medios y otros por medio de cama baja. El personal vinculado al proyecto se desplazará por medio de transporte terrestre desde sus lugares de orígenes hasta la obra.

Adicionalmente, el transporte de los materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, y el transporte de los materiales provenientes de derrumbes se realizará por medio de volquetas previamente carpados hasta los sitios de disposición final (ZODMES autorizados).

Esta especificación no es aplicable al transporte de líquidos, productos manufacturados, elementos industriales, ni al de agregados pétreos, mezclas asfálticas, materiales para la construcción de los pavimentos rígidos, obras de concreto hidráulico y de drenaje.

Demoliciones

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el Interventor. Incluye, también, el retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto, así como el manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes; la remoción de cercas de alambre, de especies vegetales y otros obstáculos; incluye también el suministro, colocación y conformación del material de relleno para zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

La demolición total o parcial y la remoción de estructuras y obstáculos, se clasificarán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Demolición de estructuras existentes
- Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas
- Remoción de especies vegetales
- Remoción de cercas de alambre
- Remoción de obstáculos
- Remoción de ductos de servicios existentes
- Traslado de postes y torres
- Remoción de rieles, defensas metálicas y barreras de seguridad

Excavaciones

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades relacionadas con la excavación, remoción, cargue, transporte (hasta el límite de acarreo libre) y colocación del material excavado en los sitios de disposición o desecho. Los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

- **Excavación de la explanación**

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de calzadas existentes.

- **Excavación de canales**

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para la construcción de canales, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

- **Excavación en zonas de préstamo**

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

Adicionalmente las excavaciones se pueden clasificar de acuerdo al tipo de material a excavar, como se describe a continuación:

- *Excavación sin clasificar*

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

- *Excavación clasificada*

Excavación en roca

Comprende la excavación de masas de rocas fuertemente litificadas que, debido a su dureza o alta densidad, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m³), procedentes de macizos meteorizados o depósitos (coluvial, aluvial, sedimentario o lacustre) que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

Cierre parcial de la vía

Hace referencia a las actividades que durante la construcción insitu, requieren del cierre de la vía de forma temporal y transitoria, con el fin de realizar las actividades requeridas y no generar riesgos a la población, a los vehículos que circulan en el corredor vial y evitar fatalidades y accidentes, lo cual a su vez, generará molestias a la comunidad por el tiempo que deberá emplear esperando el tránsito normal. El cierre parcial de la vía debe garantizar la disponibilidad y el funcionamiento constante del flujo vehicular.

Almacenamiento de materiales de construcción y sobrantes de excavación

Los materiales pétreos serán almacenados antes de su colocación sobre la misma banca de la vía en conformación para su uso inmediato sobre el corredor.

Los sobrantes de excavación susceptibles de aprovechamiento, podrán ser llevados a zonas de depósito o al sitio de conformación del terraplén a medida que se genere el corte para la banca.

En volúmenes menores y de forma transitoria, los materiales beneficiados, serán acopiados a borde de calzadas en construcción, dentro del derecho de vía o al borde de construcción de obras de arte.

Conformación de terraplenes

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y debida compactación del terreno o afirmado en donde construya un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza; eventual descapote y retiro de material inadecuado; demolición; drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Interventor.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- Cimiento: Parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- Núcleo: parte del terraplén comprendido entre el cimiento y la corona. El núcleo junto con el cimiento que constituye el cuerpo del terraplén.
- Corona (capa subrasante): Formada por la parte superior del terraplén, construida por material competente (espesor generalmente de 30 cm aproximadamente).

Conformación de la subrasante, base y subbase granular y capa asfáltica

- Mejoramiento de la Subrasante

Este trabajo consiste en la eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final, de acuerdo con las especificaciones técnicas, las dimensiones, los alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

- Conformación de Subbase Granular

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión, compactación y terminado de material de subbase granular sobre una superficie preparada (CBR>10%). La conformación de la subbase se realiza en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Para los efectos de estas especificaciones, se denomina subbase granular a la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular de pavimentos rígidos o flexibles, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización. El material de subbase granular debe cumplir con la granulometría y límites de consistencia especificados por la respectiva norma colombiana.

- Conformación de Base Granular

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Para los efectos de estas especificaciones, se denomina base granular a la capa granular localizada entre la subbase granular y las capas asfálticas en los pavimentos asfálticos, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización. El material de base granular debe cumplir con la granulometría y límites de consistencia especificados por la respectiva norma colombiana.

- Riego de Imprimación

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso. El riego también podrá aplicarse a bermas construidas en material granular y a sus taludes. El trabajo incluye también, eventualmente, el suministro y la aplicación de un agregado fino para la protección de la superficie imprimada.

- Riego de Liga

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante asfáltico sobre una capa de concreto hidráulico o asfáltico, previamente a la extensión de otra capa de concreto hidráulico o asfáltico, que no sea un tratamiento superficial, un sello de arena asfalto o una lechada asfáltica.

- Conformación de la capa asfáltica

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica, previamente preparada y luego colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

Las mezclas asfálticas en caliente pueden ser de tipo denso (MDC), semidenso (MSC) y grueso (MGC), diferenciadas por su granulometría de aplicación. Así mismo, comprende las mezclas en caliente de alto módulo (MAM), entendiéndose por tales aquellas cuyo módulo resiliente sea igual o superior a diez mil megapascales (10.000 MPa).

Esta actividad no comprende la "Mezcla Abierta en Caliente", la "Mezcla Discontinua en Caliente para Capa de Rodadura", ni la "Mezcla Drenante". Tampoco incluye las mezclas de "Reciclado en Caliente de Pavimento Asfáltico".

Para los efectos de la presente actividad, las capas de mezcla asfáltica en caliente se denominarán rodadura, intermedia y base, según la posición descendente que ocupen dentro de la estructura del pavimento.

Operación de instalaciones temporales

Para la ejecución de actividades, se advierte necesario proceder al montaje provisional de locaciones, en las cuales se deberán cumplir las siguientes premisas que de antemano se enuncian a efectos de enmarcar el manejo asociado según lo indicado en los Programas De Manejo Ambiental:



- Como regla general, no serán locaciones donde pernocte personal
- Se deberá por todo concepto optar por el empleo de dispositivos armables; infraestructura prefabricada
- Los componentes de las locaciones y su condición funcional y arquitectónica, harán parte de la planificación, aval, supervisión y seguimiento del área de Salud Ocupacional del proyecto; al efecto la respectiva Administradora de Riesgos Laborales (ARL) garantizará que los componentes e inmuebles en general cumplan las disposiciones de ley en cuanto a ergonomía, espacios mínimos, dimensiones industriales, etc.
- Una vez ejecutadas las obras respectivas, se procederá al desmontaje de las locaciones provisionales.

Construcción de puentes y viaductos

Para acometer las actividades constructivas de puentes y viaductos se ubicaran instalaciones provisionales fijas como las descritas en el numeral anterior y se adecuaran vías industriales de poca longitud para acometer los trabajos de cimentación.

Dentro de las actividades de construcción de puentes y viaductos se realizarán actividades de elaboración, transporte, colocación de materiales como concreto hidráulico y armado de aceros. Para cimentaciones de puentes y viaductos, se adecuarán los lugares de intervención para la excavación de pilotes y zapatas. Las excavaciones tendrán actividades complementarias como el movimiento y transporte de suelo que corresponde a las excavaciones realizadas para cimentaciones. El material correspondiente a las excavaciones será transportado a las zonas de depósito más cercanas a cada puente o viaducto.

Adicionalmente, se encuentran actividades relacionadas con la construcción de la estructura y superestructura, donde dependiendo del tipo de puente se transportará, se elaborará y se colocará el concreto hidráulico correspondiente a lo indicado en los Estudios y Diseños del proyecto, así como el transporte y colocación de aceros. De igual forma que en la construcción de la cimentación de cada estructura, para la superestructura, se realizarán chequeos y revisiones de calidad del material colocado y se realizarán los respectivos seguimientos a nivel de seguridad y ambiente para el cumplimiento de las diferentes normativas de Calidad. El material sobrante de las actividades que hacen parte de la construcción de puentes, serán transportados a las zonas de depósito más cercana a cada estructura.

Por último, durante la construcción de puentes y viaductos, los materiales serán verificados a nivel de especificaciones mediante la aplicación de ensayos, los cuales deben cumplir con las especificaciones mínimas establecidas en la Norma Técnica Colombiana vigente o similar.

Tratamiento de taludes

Para los taludes se requieren de actividades de tratamiento tales como la instalación de drenes horizontales y conformaciones de terrazas, las cuales presentan en su diseño una geometría de 6 m de altura y 3 m de ancho. En las terrazas se deben ubicar drenes en el primer y segundo talud a 1.5 m de altura de la base del talud y de la berma respectivamente, con una separación máxima de 5m y una longitud de 10 m, con una inclinación de -10° respecto a la horizontal.

En sitios críticos se construirán muros en concreto reforzado en la pata del talud de 5m de altura seguido por una berma de 3m de ancho para continuar con una regeometrización del talud de 05H;1V con una altura máxima de 6m y bermas de 3m de ancho, se clorarán anclajes activos en zonas de alto potencial de deslizamiento, y drenes para el manejo del nivel frático.

Construcción de obras de hidráulicas

Hace referencia a las actividades constructivas que tienen como insumos materiales pétreos (para filtros), concreto hidráulico, acero de refuerzo entre otros, con el objeto de construir obras de arte tales como cunetas, alcantarillas, box coulverts, entre otros, para el manejo de las aguas de escorrentía, cauces permanentes y aguas lluvias.

Manejo y disposición de material sobrante y escombros (ZODME)

Hace referencia al almacenamiento del material sobrante de las excavaciones, el cual es un material que no cumple con las características geotécnicas para la reutilización o no es requerido por las obras del proyecto. Dicho almacenamiento se realizará en una zona autorizada para tal fin y se conformará de acuerdo con los diseños geotécnicos, hidráulicos e hidrológicos, sin embargo es susceptible a cambios teniendo en cuenta la información de viabilidad ambiental de las zonas de depósito identificadas. Señalización horizontal y vertical

Señalización horizontal y vertical

- **Demarcación de líneas y Marcas viales**
Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.
- **Instalación Tachas Reflectivas**

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas reflectivas en la superficie del pavimento, utilizando adhesivos adecuados para que resistan el tránsito automotor sin desprenderse, de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

- **Instalación Señales Verticales de Tránsito**

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, conforme lo establezcan los planos del proyecto o lo indique el Interventor. Se instalarán señales con características retroreflectivas.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Señalización Vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004, los Estudios y diseños de acuerdo al Volumen II de los Estudios de Detalle del proyecto y demás normas complementarias.

- **Instalación de Postes de Referencia**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes de referencia en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de señalización vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004, y demás normas complementarias.

Desvinculación de mano de obra

Proceso de desvinculación del personal que fue requerido para las labores de la operación y mantenimiento del Proyecto.

Finalización de contratos de adquisición de bienes y servicios

Proceso de terminación de contratos de proveedores de bienes y servicios en aspectos como alimentación, transporte, acarreos, aseo, entre otros, para operación y mantenimiento del Proyecto.

Desmantelamiento de infraestructura temporal

Incluye la demolición de la infraestructura temporal asociada a la construcción del proyecto, tal como planta de afirmados, entre otras.

Recuperación de áreas afectadas (revegetalización de taludes y áreas intervenidas)



Actividades de recuperación ambiental de zonas afectadas por las diferentes obras del proyecto, a partir de recuperación de zonas con material vegetal nativo y óptimo para el área de influencia del proyecto.

3. Fase operación y mantenimiento

Contratación de mano de obra

Proceso de selección y vinculación del personal requerido para las labores de la operación y mantenimiento del Proyecto.

Contratación de bienes y servicios

Proceso de contratación de proveedores y adquisición de servicios en aspectos como alimentación, transporte, acarreos, aseo, entre otros, para operación y mantenimiento del Proyecto.

Operación y mantenimiento de vías

Corresponde a las actividades de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de las vías que corresponden a la UF4.

3.1.1. Operación

La Operación de la(s) vía(s) se regirá por los principios de continuidad, regularidad, calidad del servicio técnico y de la atención al usuario, tecnología avanzada, cobertura, seguridad vial e integridad de la(s) vía(s).

Teniendo claro el tipo de proyecto al cual aplica la Guía para formulación del PAGA, es decir para la etapa -operativa – fase de construcción, actividades de rehabilitación, mejoramiento y operación de la calzada existente, y la construcción de la segunda calzada, Popayán - Santander de Quilichao, Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091), se procede a determinar las actividades que aplicarán.

3.1.2. Infraestructura asociada al proyecto

3.1.2.1. Campamentos

A. Para personal

No se prevé el montaje de campamentos para alojamiento de personal. En este sentido la oferta habitacional por la cercanía urbana a la capital el Cauca Popayán y a los municipios de Caldonó, Cajibío, Piendamó, Totoró y Santander de Quilichao, suple ampliamente esta necesidad, complementado a que el personal de mano de obra y de otros cargos medios, será contratado de origen local y regional.

B. Otros campamentos

Se hace referencia propiamente a locaciones provisionales las cuales se describen en el siguiente numeral.

3.1.2.2. Locaciones

A. Locaciones provisionales fijas

Por las características de las obras a ejecutar, no se prevé requerir de locaciones provisionales fijas, sin embargo, en caso de ser necesaria su adecuación, estas se realizarán sobre predios en arrendamiento, aledaños al derecho de vía e implementando los programas de manejo ambiental que se requieran.

A continuación, se describen las componentes que se tendrían en cuenta, en caso de require:

4. Caseta de control de entrada y salida.
5. Baños portátiles.
6. Carpado para almacenar materiales, insumos, formaletas y/o herramientas.
7. Zona de almacenamiento de residuos sólidos y líquidos (domésticos e industriales).
8. Zona de disposición y manejo de hierros y figurados.
9. Tanque para almacenamiento de agua para uso del personal como para maquinaria y equipos.
10. Zona de acopio provisional protegido y confinado de materiales pétreos.
11. Zona para container u oficina prefabricada, incluyendo planta pequeña de energía eléctrica
12. Poceta o tanque para almacenamiento hermético de acelerantes, aditivos, emulsiones u otros similares, en caso dado que se requiera adoptar dichas sustancias para las cimentaciones de los puentes
13. Área o franja para recolección en forma de contorno perimetral de las aguas de escorrentía o de escurrimientos o fugas asociadas a eventuales derrames o descargas fortuitas de sustancias y elementos varios asociados a la implantación de cimentaciones, en las que pueda incurrirse de acuerdo a la tecnología a emplear.

Se tendrá la opción de contar en cada caso con concretadoras de trompos o "revolvedoras" de tambor para concretos y morteros in situ, de 250 a 500 litros para actividades puntuales.

En síntesis, el propósito para todo el corredor vial en lo referente a las plantas concreteras, es disponer de infraestructuras altamente tecnificadas, limpias, modernas y muy eficientes, que suministren a los ponteaderos y a todas las estructuras y morteros, el concreto necesario para materializar las obras civiles de construcción, mejoramiento y rehabilitación de la Unidad Funcional 4 (Sector K68+860 al K76+091)

Los componentes de cualquiera de las locaciones provisionales fijas, su distribución espacial y su condición funcional, harán parte de la planificación, aval, supervisión y seguimiento del área de Seguridad y Salud Ocupacional de la Concesionaria; al efecto y en



concordancia con la respectiva Administradora de Riesgos Profesionales (ARP) o su equivalente operativo, se garantizará que los componentes e inmuebles antes descritos, cumplan las disposiciones de ley en cuanto a ergonomía, espacios mínimos, dimensiones reglamentarias, protección auditiva, visibilidad, etc.

B. Locaciones provisionales móviles

Para la ejecución de las actividades de mejoramiento, rehabilitación y sus puntos asociados a obras de arte como alcantarillas y rondas de coronación, frentes de revegetalización y otras (vías industriales), alertan en términos generales, sobre la necesidad de disponer de entables provisionales móviles, que se irán instalando en el área de las respectivas explanaciones de la banca vial, a medida que avanzan las obras del proyecto. Al respecto se identifican básicamente los siguientes dispositivos o componentes provisionales:

- Baños portátiles.
- Puntos ecológicos.
- Zona de almacenaje de productos sólidos y líquidos (industriales).
- Zona de disposición previa de insumos como aceros, cemento, formaletas y otros.
- Zona de acopios provisionales, protegidos y confinando materiales pétreos.
- Zona de acopio y almacenamiento de agua.
- Zona para concretadoras de trompos o "revolvedoras" de tambor para concretos y morteros in situ, de 250 a 500 litros.
- Zona para contenedor móvil u oficina prefabricada de atención y control, incluyendo planta pequeña de energía eléctrica.

13.1. VÍAS DE ACCESO

Teniendo en cuenta que el proyecto consiste en el mejoramiento de la Ruta Nacional 25 Tramo 2504 "Popayán-Santander de Quilichao", se puede advertir de antemano que la movilidad para equipos, maquinaria y vehículos es relativamente cómoda durante la etapa constructiva, pues se parte de la presencia de la calzada derecha correspondiente a la Ruta 25, la cual se constituye en el mecanismo base de accesibilidad a todos los frentes de trabajo.

13.2. EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZAR Y PERSONAL TRABAJANDO

A continuación en la Tabla 31, se muestra el respectivo estimativo de maquinaria, equipo y vehículos con la que se contará en obra, en fase de construcción y que estarán disponibles para la actividad de rehabilitación, operación y mantenimiento:


	<p align="center">PLAN DE ADAPTACION DE LA GUIA DE MANEJO AMBIENTAL PAGA – Intervenciones Unidad Funcional 4 Sector K68+860 al K76+091</p>	<p align="right">VER. No. 6 15/12/2016 FTGA-A-000 SPV-NC</p>
---	---	--

Tabla 31 Cantidad estimada de maquinaria, equipos y vehículos para para la fase de construcción

Nombre del recurso	UF 4
Excavadora CAT 336D 268HP	6
Retroexcavadora de llanta 434E 95HP	1
Bulldozer D6R 175HP	1
Mixer concreto	2
Motoniveladora CAT 140K 180HP	2
Carrotanque 6 m3	1
Vibro compactador 14 ton CP64 156 HP	4
Vibro compactador neumático llantas PS360C 130HP	2
Planta Concreto Hidráulico	1
Piloteadora	2
Bomba Concreto	1
Vehículo Delineador	1
Volqueta Doble Troque	17
Carretilla	2
Carro riego (emulsión)	1
Pavimentadora de asfalto AP500E 142 HP Ancho 6.10m	2
Equipo de fresado (incluye barredora y cargador)	1
Grúa RT	1
Torre Grúa	0
Guadañadora	1
Motosierra	1

Fuente: Concesionario Nuevo Cauca, 2016

Es importante señalar de antemano que todo el equipo anterior tiene la particularidad de ser óptimo (versátil, alto rendimiento y correcta sincronización), para las actividades por acometer. Sus especificaciones y características operativas, permiten inferir de antemano que el panorama de generación de impactos con origen en este tipo de infraestructura, no será significativo ni llegará a representar complejos procesos de mitigación y/o corrección de impactos ambientales y de efectos por logística de obra.

13.2.1. Personal

Para la ejecución del proyecto en la fase constructiva sobre la unidad funcional 4 se estima que el personal de apoyo para la actividad de rehabilitación, operación y mantenimiento para el tramo K68+860 – K76+091 (Ver Tabla 32 y Tabla 31).

Tabla 32 Cantidad estimada de personal a contratar para para la fase de construcción

CARGOS	CANTIDAD
Director de obra	1
Residente de obra	1
Residente social	1
Residente ambiental	1
Residente administrativo	1
Residente de gestion humana	1
Residente S&SO	1
Residente SGI	1
Residente de maquinaria	1
Residente de actas	1
Residente de produccion	1
Coordinador de seguridad	1
Ingeniero control combustible	1
Laboratorista	1
Auxiliar ambiental	1
Auxiliar social	1
Auxiliar de ingenieria	1
Auxiliar administrativo	1
Auxiliar s&so	1
Almacenista de obra	1
Almacenista de maquinaria	1
Auxiliar administrativo de maquinaria	1
Topografo	1
Cadenero primero	2
Cadenero segundo	2
Inspector de obra	1
Maestro de obra	3
Oficial de obra	5
Ayudante de obra	40
Auxiliar se servicios generales	1
Mecanico	2
Auxiliar macanico	4
Soldador	1
Auxiliar soldador	1
Llantero	1

CARGOS	CANTIDAD
Electrico automotriz	1
Conductor volqueta dobletrouque	20
Conductor carrotanque	5
Conductor camion	2
Conductor camioneta	3
Operadores maquinaria amarilla	10

Fuente: CASS CONSTRUCTORES & CIA SCA

La información en la tabla anterior fue formulada a partir de establecer el número de actividades y necesidades propias del proyecto para la Fase de construcción en la unidad funcional No. 4.

13.3. COSTOS Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El costo de la construcción de la segunda calzada y la rehabilitación y mejoramiento de la calzada existente (obra civil incluye puentes y viaductos) corresponde a cincuenta y tres mil ochocientos noventa y dos millones seiscientos seis mil doscientos sesenta y cinco pesos MC (\$53,892,606,265).

El cronograma para el proyecto de construcción de la segunda calzada y mejoramiento y rehabilitación de la calzada existente de este tramo de la UF4 se presenta en el Anexo 2.2 Plan de obras definitivo.