

				Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES			Versión	0
				Pág.	1 de 25

CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE



Solicitó:



FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE

Consultor:



Ing. HUGO YEZID MOLANO SANABRIA
Ingeniero Geólogo – MsC. Geotecnia

Yopal, marzo de 2023

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

	  	Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	2 de 25

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Número de revisión		No.	
Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
1			
2			
3			
4			

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Versión		V.0
Responsable por elaboración:	Nombre	HUGO YEZID MOLANO SANABRIA Ing Geólogo – MsC. Geotecnia
	Firma	
Responsable por revisión:	Nombre	FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE
	Firma	
Responsable por aprobación Director /Coordinador	Nombre	ARVEY MÉNDEZ ACOSTA Director FGRDC
	Firma	
	Fecha	MARZO DE 2023

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

	  			Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES			Versión	0
				Pág.	3 de 25

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	6
2. JUSTIFICACIÓN	7
3. GENERALIDADES	8
3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	8
3.2 OBJETIVO GENERAL	9
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	9
3.4 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO	10
4. OBRAS PROYECTADAS	11
4.1 ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACIÓN	11
4.1.1 Alternativa 1: muro en concreto sobre caisson	11
4.1.2 Alternativa 2: muro en concreto sobre pilotes	12
4.1.3 Alternativa 3: viga cabzal cimentada sobre caisson	13
4.1.4 Alternativa 4: Muro en gavión	14
4.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	15
4.3 ALTERNATIVA SELECCIONADA	18
4.3.1 Sector K3+760 – K3+780 y sector K3+960 – K4+000	18
4.3.2 Sector K3+800 – K3+850	21
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
ANEXOS	

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

				Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES			Versión	0
				Pág.	4 de 25

LISTA DE ILUSTRACIONES

		Pág.
Ilustración 1.	Localización del área de interés.	8
Ilustración 2.	Localización específica del área del proyecto.	9
Ilustración 3.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 1, sector K3+960 – K4+000.	11
Ilustración 4.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 1, sector K3+760 – K3+780.	12
Ilustración 5.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 2, sector K3+960 – K4+000.	12
Ilustración 6.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 2, sector K3+760 – K3+780.	13
Ilustración 7.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 3, sector K3+960 – K4+000.	14
Ilustración 8.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 3, sector K3+760 – K3+780.	14
Ilustración 9.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 4, sector K3+960 – K4+000.	15
Ilustración 10.	Prediseño de obra propuesta Alternativa 4, sector K3+760 – K3+780.	15
Ilustración 11.	Vista en planta obras propuestas sector K3+760 – K3+780.	19
Ilustración 12.	Sección típica de diseño obras de estabilización sector K3+760 – K3+780.	20
Ilustración 13.	Vista en planta obras propuestas sector K3+960 – K4+000.	20
Ilustración 14.	Sección típica de diseño obras de estabilización sector K3+960 – K4+000.	21
Ilustración 15.	Imagen ilustrativa de protección de taludes con manto permanente y malla de alta resistencia.	22
Ilustración 16.	Vista en planta protección del talud con manto permanente y malla de alta resistencia, sector K3+800 – K3+850.	22

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTA R S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

				Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES			Versión	0
				Pág.	5 de 25

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coordenadas de referencia de los puntos críticos.	8
Tabla 2. Matriz para análisis multicriterio de alternativas propuestas.	16
Tabla 3. Evaluación multicriterio de alternativas propuestas.	18
Tabla 4. Puntaje obtenido de la evaluación de alternativas.	18

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES	Versión	0
		Pág.	6 de 25

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la descripción y generalidades del proyecto que tiene por objeto: **“CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE”**; el cual tiene como fin, mitigar el riesgo de ocurrencia de movimientos en masa en el trayecto que de Aguazul conduce al sector El Mirador, en la vereda Cuarto Unete, específicamente en un sector crítico de inestabilidad que abarca desde las abscisas K3+760 a K4+000.

El objeto del proyecto está orientado a la formulación de obras geotécnicas en 2 puntos de interés donde actualmente se presenta afectación por pérdida parcial de la calzada del sector que conduce al sector El Mirador, en la vereda Cuarto Unete del municipio de Aguazul. Para esto se realizan los estudios necesarios que servirán como insumo básico en la proyección de diseños y cálculo de cantidades de obra requeridas para mitigar el riesgo de ocurrencia de movimientos en masa. Los estudios realizados incluyen el Levantamiento Topográfico detallado de los sitios de interés, el Estudio de Suelos y Geotecnia, el cual incluye a su vez un reconocimiento geológico y caracterización geotécnica detallada para la formulación de alternativas de obra, el Diseño Estructural de la alternativa seleccionada, el Estudio de Fuentes de Materiales para el abastecimiento de insumos y material pétreo para la construcción de las obras, el Proceso Constructivo donde se detallan los aspectos generales y recomendaciones constructivas de las obras, las Especificaciones Técnicas de construcción, donde se detallan entre otros, las recomendaciones de calidad de los materiales a emplear y la ejecución de los trabajos para la construcción de las obras, el Plan de Maneo de Tránsito, el Plan de Adaptación a la Guía de Ambiental “PAGA” y el Componente Presupuestal.

En el tramo de interés se presentan 2 sectores críticos de inestabilidad, donde se requiere la construcción de obras de contención para garantizar la estabilidad del talud y mitigar el riesgo de ocurrencia de movimientos en masa. Para estos sectores críticos se formularon 4 alternativas de obra a nivel de ingeniería básica, de las cuales, a partir de una evaluación desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, se define la alternativa más adecuada para estos sectores. Adicionalmente, a partir del diagnóstico geológico y geotécnico, se identificó un tercer tramo donde se observa una alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa y que, de materializarse, puede generar afectaciones considerables a la infraestructura vial y a la movilidad.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES	Versión	0
		Pág.	7 de 25

2. JUSTIFICACIÓN

A partir de la evaluación geológica y geotécnica del sector, se evidencia el desarrollo de procesos de inestabilidad geológica a lo largo del tramo de interés, donde en algunos sectores se presentan grietas y deformaciones en la estructura de la vía, que posteriormente van evolucionando provocando la pérdida de la misma. Esta vía que del casco urbano de Aguazul comunica con el sector de El Mirador, corresponde a un importante corredor vial que permite la comunicación entre los habitantes de la vereda Cuarto Unete y primordialmente, el casco urbano de Aguazul. Adicionalmente, este sector se ha convertido en un atractivo turístico de alta importancia para el municipio, así como una ruta muy concurrida por deportistas.

Por lo anterior, la construcción de obras geotécnicas para la mitigación del riesgo por movimientos en masa, contribuye a garantizar la estabilidad geotécnica de las laderas sobre las cuales transcurre el trazado de la vía, especialmente en los puntos críticos identificados como potenciales zonas de riesgo. Estas obras actuarán como obras de contención para la estabilización de estos sectores críticos, y en el caso del tramo comprendido entre las abscisas K3+960 – K4+000, se hacen necesarias también para la recuperación de la calzada.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

 GEOPROYECTAR S.A.S.	  	Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES	Versión	0
		Pág.	8 de 25

3. GENERALIDADES

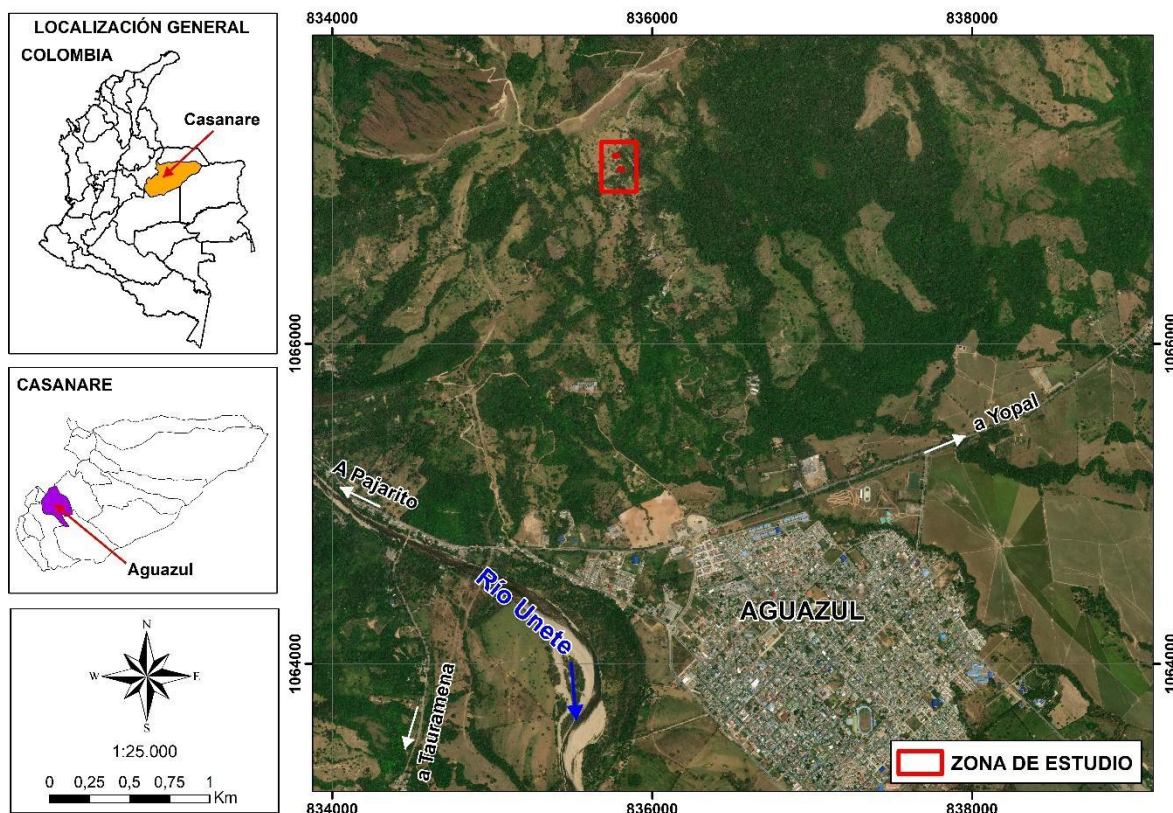
3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El sitio del proyecto comprende principalmente 2 sectores críticos de inestabilidad sobre el trayecto que conduce del casco urbano de Aguazul hacia el sector de El Mirador, en la vereda Cuarto Unete, hacia el norte del casco urbano del municipio. En estos sectores se presentan problemas de inestabilidad y pérdida de la calzada, por lo cual se requiere formular obras de estabilización geotécnica.

La localización de las abscisas de referencia de los sectores de interés, en coordenadas Magna Sirgas origen Este Central (EPSG 3117), se muestra a continuación:

Sector	Este	Norte
K3+770	835805,9	1067100,7
K3+980	835774,4	1067091,1

Tabla 1. Coordenadas de referencia de los puntos críticos.



Fuente: Consultor a partir de imagen satelital de ESRI ArcGIS Imagery.

Ilustración 1. Localización del área de interés.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
	GENERALIDADES		Pág. 9 de 25

Adicionalmente, en medio de estos 2 sectores se identificó un tramo comprendido entre las abscisas K3+800 – K3+850, donde actualmente se desarrollan procesos de meteorización y erosión del talud, y que por lo tanto, amenazan con desencadenar movimientos en masa; motivo por el cual, en este sector también se realizarán recomendaciones para mitigar el riesgo de ocurrencia de movimientos en masa.

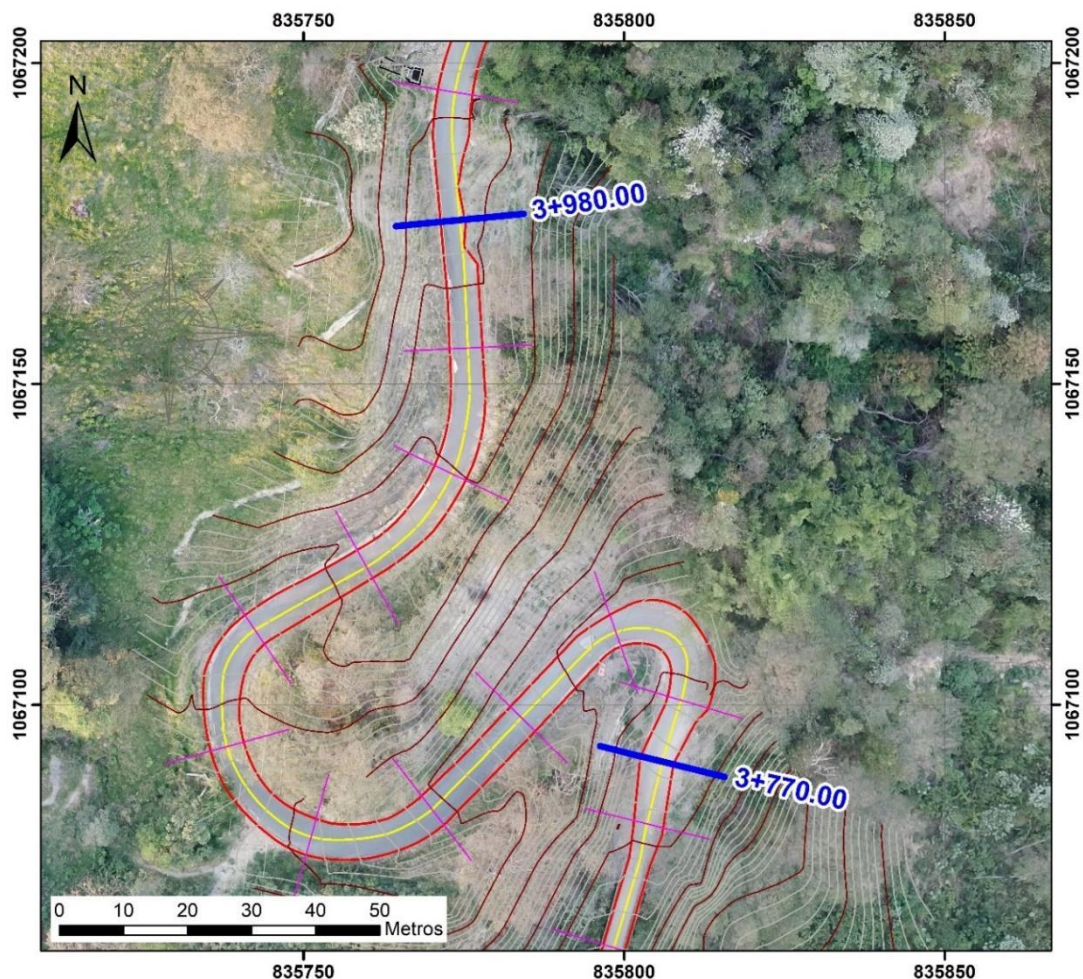


Ilustración 2. Localización específica del área del proyecto.

3.2 OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios y diseños necesarios para la construcción de obras geotécnicas para la mitigación del riesgo por movimientos en masa en el trayecto que de Aguazul conduce al sector de El Mirador, en la vereda Cuarto únete, en el tramo comprendido entre las abscisas K3+760 – K4+000.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTA R S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

	  	Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	10 de 25

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en la construcción de obras geotécnicas para la mitigación del riesgo por movimientos en masa, para lo cual se realizan los estudios y diseños que comprenden los siguientes componentes:

- Estudio de Topografía
- Estudio de Suelos y Geotecnia
- Diseño Estructural
- Estudio de Fuentes de Materiales
- Proceso Constructivo
- Especificaciones Técnicas
- Plan de Manejo de Tránsito
- Plan de Adaptación a la Guía Ambiental
- Componente Presupuestal

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO

En general, el tramo de interés comprendido entre el K3+760 – K4+000, tiene 2 sectores críticos principales donde actualmente se presenta afectación por pérdida parcial de la calzada, que corresponden al tramo entre el K3+760 – K3+780 y el tramo entre el K3+960 – K4+000; sin embargo, a partir del diagnóstico geológico – geotécnico preliminar, se identificó un sector intermedio que presenta un alto riesgo de desarrollar movimientos en masa, comprendido entre el K3+800 – K3+850.

Este sector se caracteriza por presentar una alta pendiente y por lo tanto por presentar un estrecho espacio disponible para la conformación de la calzada. A partir del reconocimiento geológico geotécnico realizado, se deduce que la causa principal de la situación de inestabilidad radica en los procesos denudacionales, dando como consecuencia la pérdida de la banca, debido a que, los taludes están constituidos por intercalaciones de rocas blandas compuestas por niveles de arcillolitas y lutitas con niveles de rocas duras compuestas por areniscas de grano fino. Estas intercalaciones entre rocas blandas y rocas duras, crea planos de debilidad, especialmente ante agentes erosivos, ya que los niveles de arcillolitas y lutitas presentan estratificación de tipo plano paralela, en capas laminares, delgadas, facilitando la acción de agentes que meteorizan estos niveles rocosos y posteriormente facilitan su erosión. Sumado a esto, los taludes en los tramos más críticos poseen gran altura y elevada pendiente, lo que facilita la pérdida de material por efectos de gravedad, dando como resultado una disminución en el ancho de calzada.

Una vez analizadas las características geológico geotécnicas preliminares del área de estudio, se concluye que los problemas de inestabilidad que se manifiestan en el sector,

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

	  			Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES			Versión	0
				Pág.	11 de 25

se deben a las características de los materiales que conforman las laderas, los cuales son altamente susceptibles a meteorización, lo que sumado a la alta pendiente del terreno, favorece el desprendimiento de material y por ende la pérdida de la calzada.

Con base en lo anterior, las obras de estabilización geotécnica estarán orientadas a la reconformación de las zonas que han sufrido pérdida de la banca, a la contención de la misma y a la protección de los taludes y manejo de aguas superficiales para minimizar los efectos de la meteorización y erosión.

4. OBRAS PROYECTADAS

4.1 ALTERNATIVAS DE ESTABILIZACIÓN

De acuerdo con el diagnóstico, la caracterización geotécnica realizada en los sectores de interés, las características topográficas del terreno y de diseño geométrico de la vía, se plantean a nivel de ingeniería básica 4 alternativas de obras de estabilización para los dos sectores críticos.

Para las 4 alternativas se realiza un análisis a partir de una matriz multicriterio donde se analiza cada alternativa y de acuerdo con la ponderación realizada, se define la alternativa más adecuada para la estabilización de los 2 puntos críticos. Las dimensiones de las obras propuestas en cada alternativa, están en función de las características topográficas determinadas con el levantamiento topográfico detallado, el modelo geológico geotécnico determinado para cada sector y el criterio multidisciplinario de especialistas en geotecnia y en ingeniería estructural. Una vez se define la alternativa seleccionada, se realiza el análisis geotécnico detallado.

4.1.1 Alternativa 1: muro en concreto sobre caisson

Como alternativa 1 se propone la construcción de un muro en voladizo en concreto reforzado, de 3.0 m de altura, con cimentación profunda tipo caisson de 1.0 m de diámetro y 3.0 m de longitud, de manera tal que se garantice que al menos 2 m del caisson queden empotrados en roca dura y competente.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTA R S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

	  	Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	12 de 25

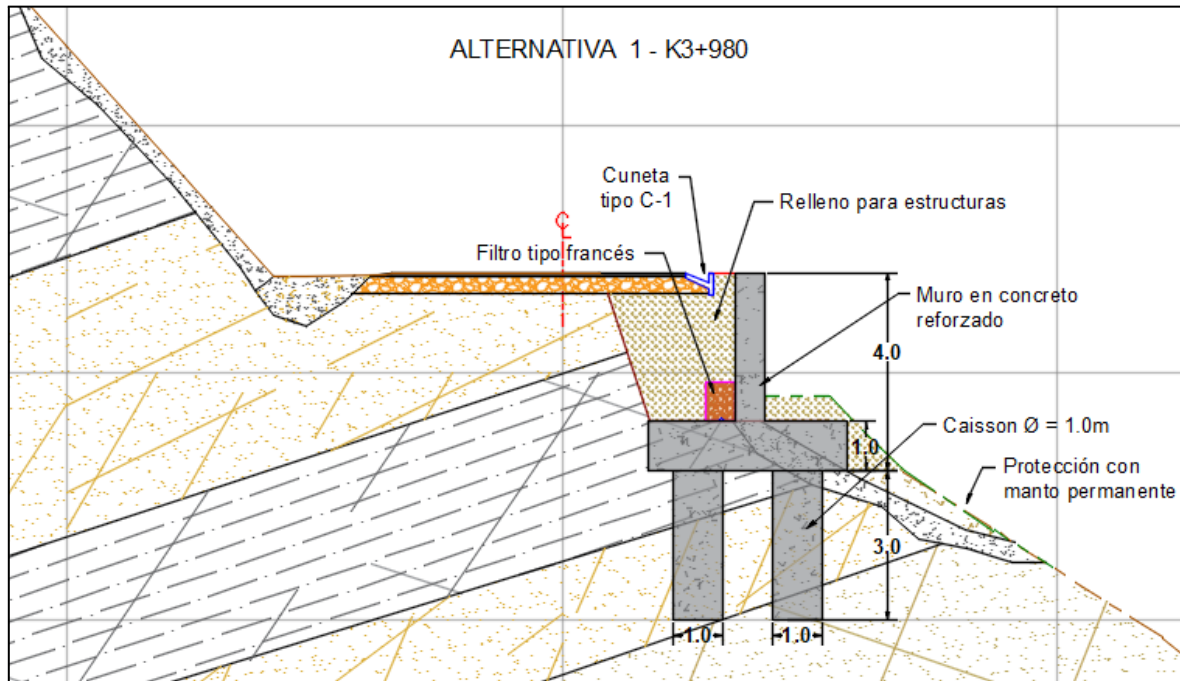


Ilustración 3. Prediseño de obra propuesta Alternativa 1, sector K3+960 – K4+000.

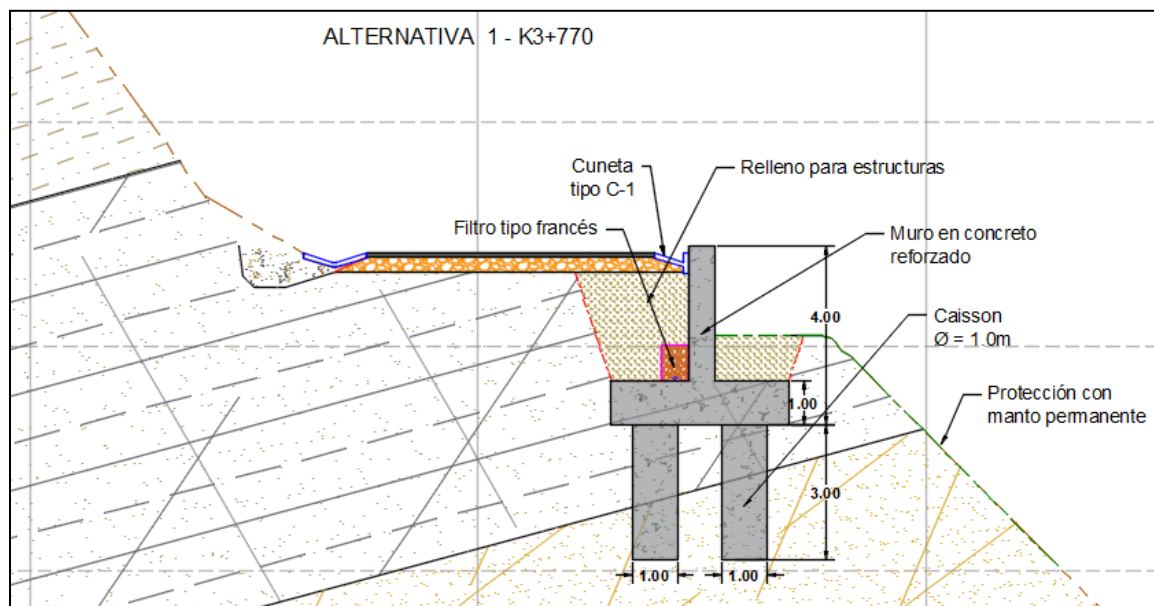


Ilustración 4. Prediseño de obra propuesta Alternativa 1, sector K3+760 – K3+780.

4.1.2 Alternativa 2: muro en concreto sobre pilotes

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	13 de 25

GENERALIDADES

Como alternativa 2 se propone la construcción de un muro en voladizo en concreto reforzado, de 3.0 m de altura, cimentado sobre pilotes de 0.5 m de diámetro y 5.0 m de longitud, garantizando que los pilotes queden empotrados por lo menos 3.0 m en roca dura y competente.

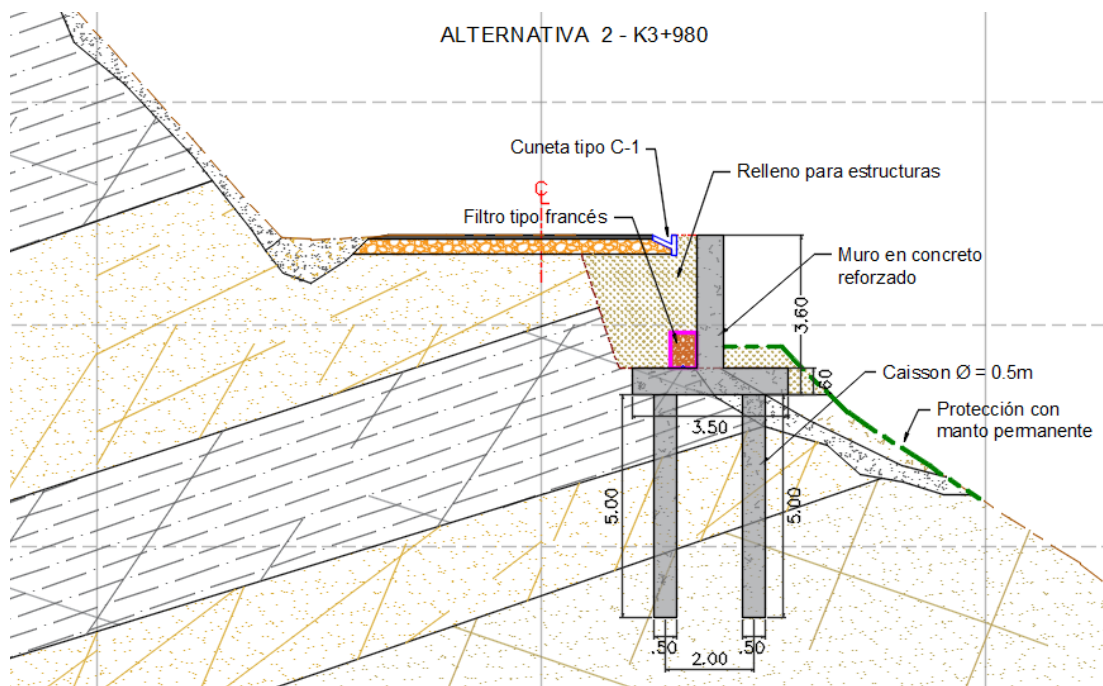


Ilustración 5. Prediseño de obra propuesta Alternativa 2, sector K3+960 – K4+000.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	14 de 25

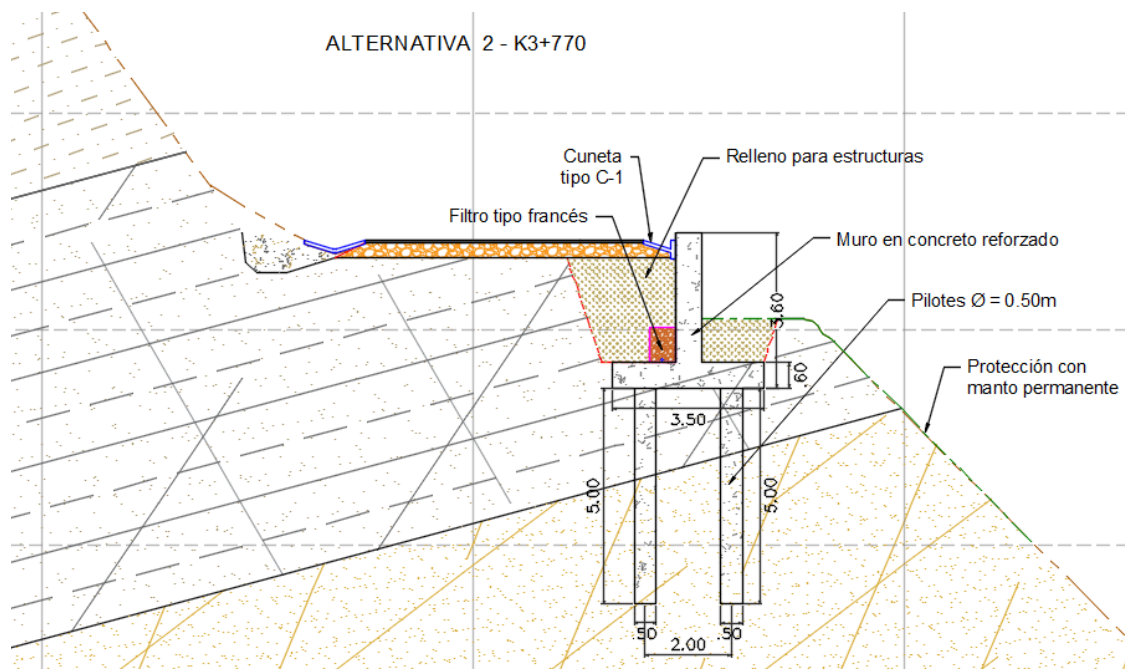


Ilustración 6. Prediseño de obra propuesta Alternativa 2, sector K3+760 – K3+780.

4.1.3 Alternativa 3: viga cabezal cimentada sobre caisson

La alternativa 3 comprende la construcción de una viga cabezal en concreto reforzado, cimentada sobre caisson de 1.0 m de diámetro y 6.0 m de longitud, de manera que por lo menos 2.0 m del caisson queden empotrados en roca dura y competente. La viga cabezal actúa como enlace de los caisson para que actúen como una unidad. Adicionalmente, para efectos de mitigar el empuje del terreno, se propone la construcción de una pantalla de 2 m de altura a partir de la viga cabezal, como se muestra a continuación:

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	15 de 25

GENERALIDADES

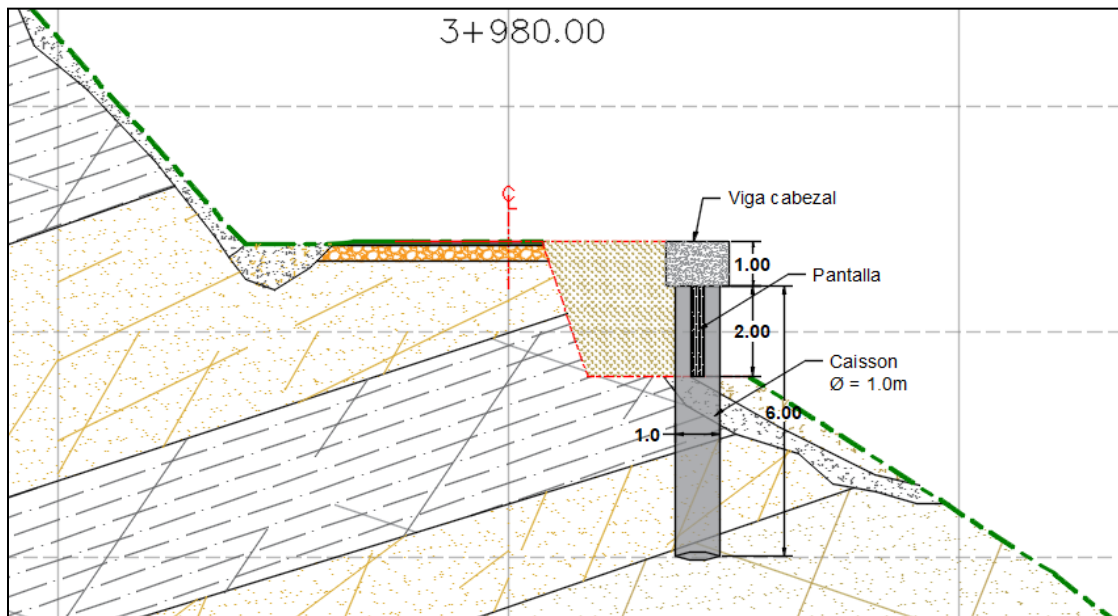


Ilustración 7. Prediseño de obra propuesta Alternativa 3, sector K3+960 – K4+000.

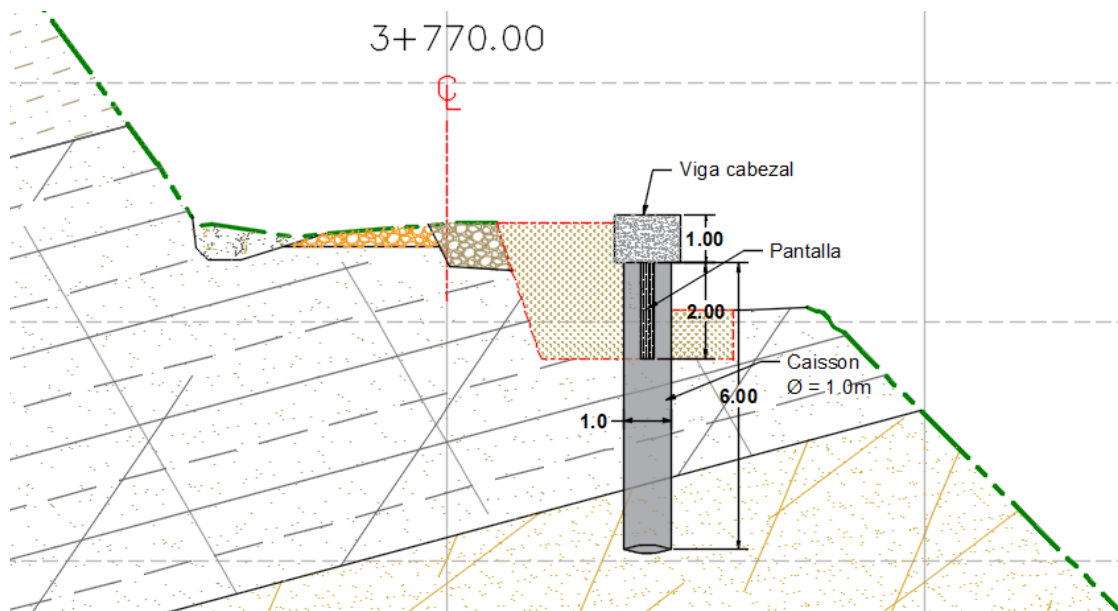


Ilustración 8. Prediseño de obra propuesta Alternativa 3, sector K3+760 – K3+780.

4.1.4 Alternativa 4: Muro en gavión

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	16 de 25

GENERALIDADES

La alternativa 4 comprende la construcción de un muro en gaviones de 5.0m de altura y ancho en la base de 4.0m, como se muestra a continuación:

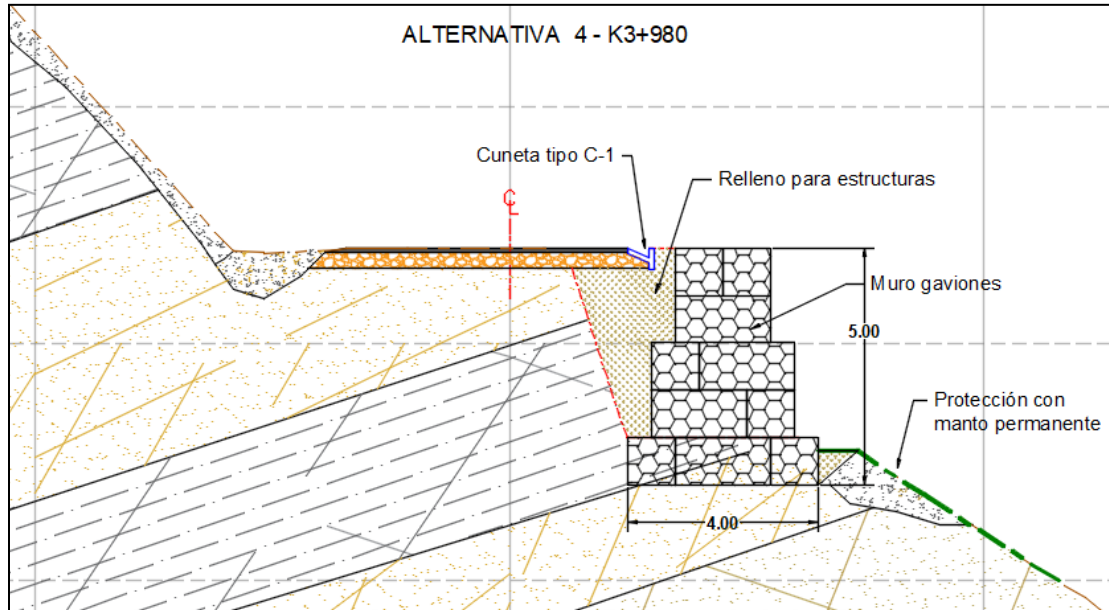


Ilustración 9. Prediseño de obra propuesta Alternativa 4, sector K3+960 – K4+000.

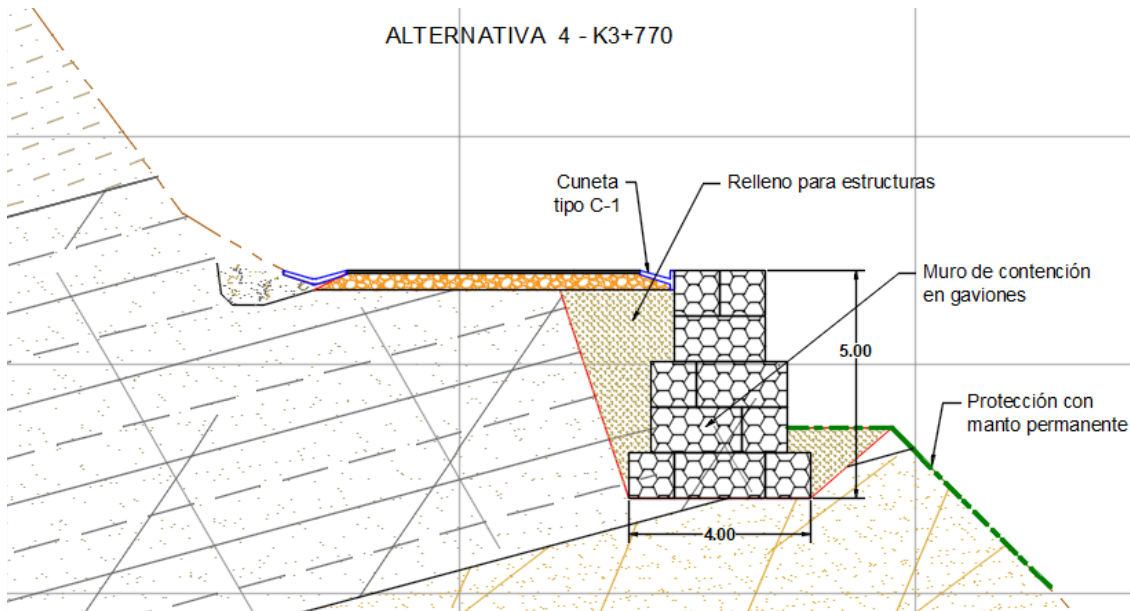


Ilustración 10. Prediseño de obra propuesta Alternativa 4, sector K3+760 – K3+780.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTA R S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	17 de 25

4.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De manera interdisciplinaria se establecieron los aspectos a considerar para la evaluación de las alternativas propuestas, a partir de lo cual se definió una matriz multicriterio donde se tienen en cuenta los siguientes ítems y ponderaciones:

ÍTEM	ASPECTO CONSIDERADO	BUENO	REGULAR	MALO
1	Durabilidad y estabilidad a largo plazo de la obra	25	15	5
2	Facilidad constructiva / Uso equipos especializados	25	15	5
3	Tiempo de ejecución	30	15	5
4	Costo de la obra	30	15	5
5	Impacto ambiental	15	10	5

Tabla 2. Matriz para análisis multicriterio de alternativas propuestas.

Alternativa No	Aspectos considerados
ALTERNATIVA No 1 Muro en concreto sobre caisson $\phi=1.0m$	<p>Este tipo de obras ofrecen gran durabilidad y estabilidad. Esta configuración es capaz de soportar solicitaciones muy altas. Calificación: BUENO</p> <p>La cimentación sobre caisson no requiere de equipos especializados. Calificación: BUENO</p> <p>El tiempo de construcción es alto respecto a otras alternativas debido la cantidad de caisson y a las altas dimensiones y cuantías requeridas. Calificación: MALO</p> <p>El costo de este tipo de obras es el más alto de las 4 alternativas analizadas por las secciones y cuantías requeridas. Calificación: MALO</p> <p>El impacto ambiental es el más alto de las 4 alternativas analizadas. Calificación: MALO</p>

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

				Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES			Versión	0
				Pág.	18 de 25

	Puntaje = 65 PUNTOS
ALTERNATIVA No 2 Muro en concreto sobre pilotes $\phi=0.50m$	<p>Este tipo de obras ofrecen gran durabilidad y estabilidad. Esta configuración es capaz de soportar solicitaciones altas. Calificación: BUENO</p> <p>La cimentación con pilotes requiere de equipos especializados que dificultan la ejecución de la obra. Calificación: MALO</p> <p>El tiempo de construcción es menor que el muro sobre caisson, y es similar al de las otras alternativas. Calificación: REGULAR</p> <p>El costo de este tipo de obras es menor que el muro sobre caisson, pero es más alto las otras 2 alternativas. Calificación: REGULAR</p> <p>El impacto ambiental es menor que el muro sobre caisson, pero es más alto las otras 2 alternativas. Calificación: REGULAR</p> <p>Puntaje = 75 PUNTOS</p>
ALTERNATIVA No 3 Viga cabezal sobre caisson $\phi=1.0m$	<p>Este tipo de obras ofrecen gran durabilidad y estabilidad. Esta configuración es capaz de soportar solicitaciones altas. Calificación: BUENO</p> <p>La cimentación sobre caisson no requiere de equipos especializados. Calificación: BUENO</p> <p>El tiempo de construcción es menor que el muro sobre caisson, y es similar al de las otras alternativas. Calificación: REGULAR</p> <p>El costo de este tipo de obras es menor que el muro sobre caisson y que el muro sobre pilotes. Calificación: BUENO</p> <p>El impacto ambiental es menor que el muro sobre caisson y que el muro sobre pilotes. Calificación: REGULAR</p> <p>Puntaje = 105 PUNTOS</p>

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

	  	Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	19 de 25

ALTERNATIVA No 4 Muro en gaviones	Este tipo de obras ofrecen durabilidad moderada. La estabilidad del talud es difícil de alcanzar en algunas ocasiones debido al alto peso de la estructura de contención. Calificación: MALO
	La construcción del muro en gaviones no requiere de equipos especializados. Calificación: BUENO
	El tiempo de construcción es menor que el muro sobre caisson, y es similar al de las otras alternativas. Sin embargo, el procedimiento constructivo y la dimensión de las excavaciones requeridas, impedirían el tránsito vehicular durante el tiempo de duración de la obra. Calificación: MALO
	El costo de este tipo de obras es menor que el muro sobre caisson y que el muro sobre pilotes. Calificación: BUENO
	El impacto ambiental es menor que el muro sobre caisson y que el muro sobre pilotes. Calificación: REGULAR Puntaje = 75 PUNTOS

Tabla 3. Evaluación multicriterio de alternativas propuestas.

De acuerdo a lo anterior, el análisis de alternativas arrojó que la Alternativa No 3 Viga cabezal sobre caisson $\phi=1.00\text{m}$, es la alternativa con la calificación más alta, obteniendo 105 puntos de los 125 puntos posibles según se muestra a continuación:

Alternativa No	Descripción	Puntaje Obtenido
1	Muro en concreto sobre caisson $\phi=1.0\text{m}$	65 puntos
2	Muro en concreto sobre pilotes $\phi=0.50\text{m}$	75 puntos
3	Viga cabezal sobre caisson $\phi=1.0\text{m}$	105 puntos
4	Muro en gaviones	75 puntos

Tabla 4. Puntaje obtenido de la evaluación de alternativas.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTA R S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES	Versión	0
		Pág.	20 de 25

4.3 ALTERNATIVA SELECCIONADA

4.3.1 Sector K3+760 – K3+780 y sector K3+960 – K4+000

Con base al análisis de alternativas realizado, se determinó que la Alternativa No 3 Viga cabezal sobre caisson, corresponde a la opción más viable desde el punto de vista técnico, constructivo, ambiental y económico, razón por la cual se toma esta opción como la alternativa seleccionada.

Adicional a la alternativa de obra seleccionada, deben considerarse obras complementarias para el manejo de aguas superficiales y subsuperficiales, así como la protección de taludes, a fin de mitigar los efectos de la erosión, teniendo en cuenta que este es uno de los principales factores causantes de inestabilidad en este sector.

Para el manejo de aguas superficiales y subsuperficiales se recomienda construir cunetas perimetrales que se empalmen con las cunetas existentes. Adicionalmente se recomienda la construcción de un filtro tipo dren francés, con el fin de recolectar y evacuar las aguas subsuperficiales que puedan infiltrarse a través del material de relleno para estructuras.

Para el control de erosión, en cada sector se recomienda proteger las superficies expuestas del talud con manto permanente, tanto en la zona de intervención como en el área aledaña, ya que se evidencian procesos de erosión especialmente sobre superficies expuestas, donde la alta pendiente y la meteorización de rocas blandas son factores favorables para la ocurrencia de estos fenómenos.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	21 de 25

GENERALIDADES

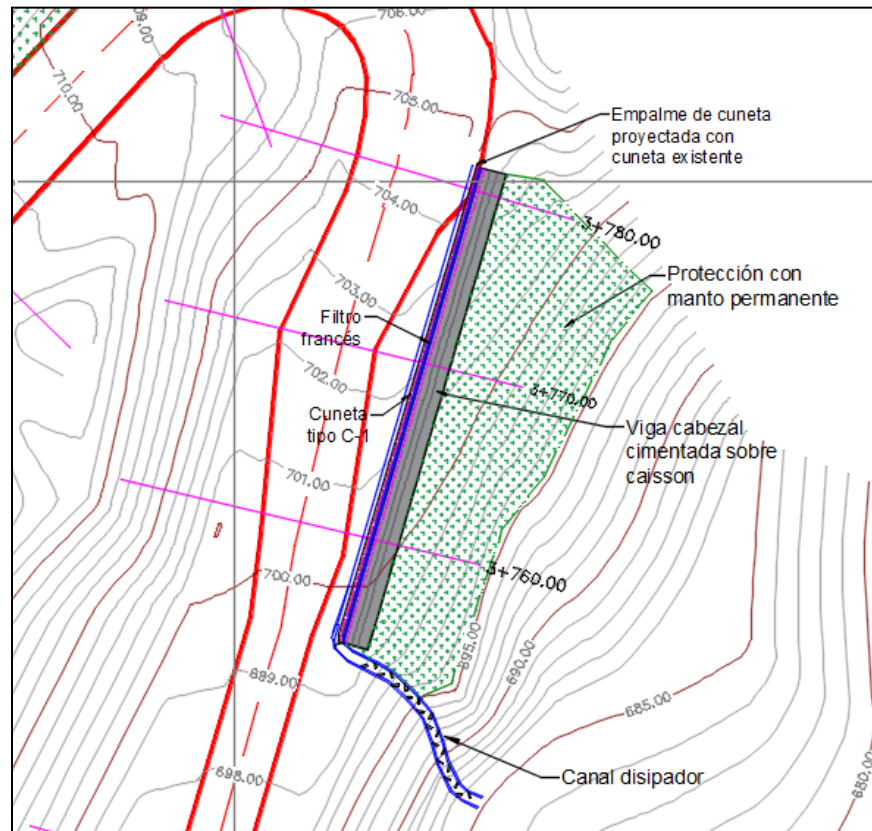


Ilustración 11. Vista en planta obras propuestas sector K3+760 – K3+780.

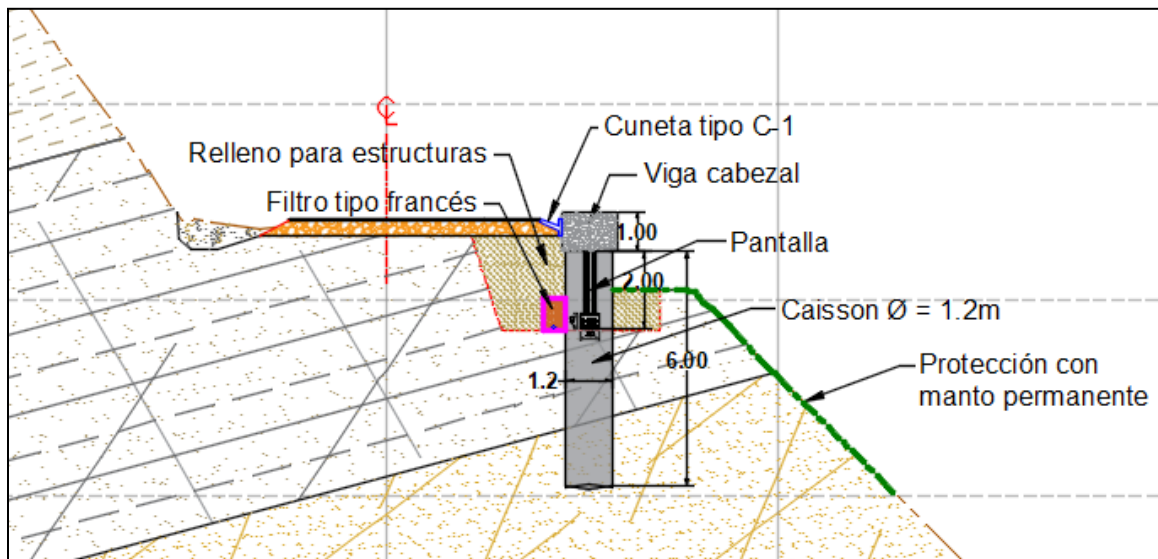


Ilustración 12. Sección típica de diseño obras de estabilización sector K3+760 – K3+780.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTA R S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	22 de 25

GENERALIDADES

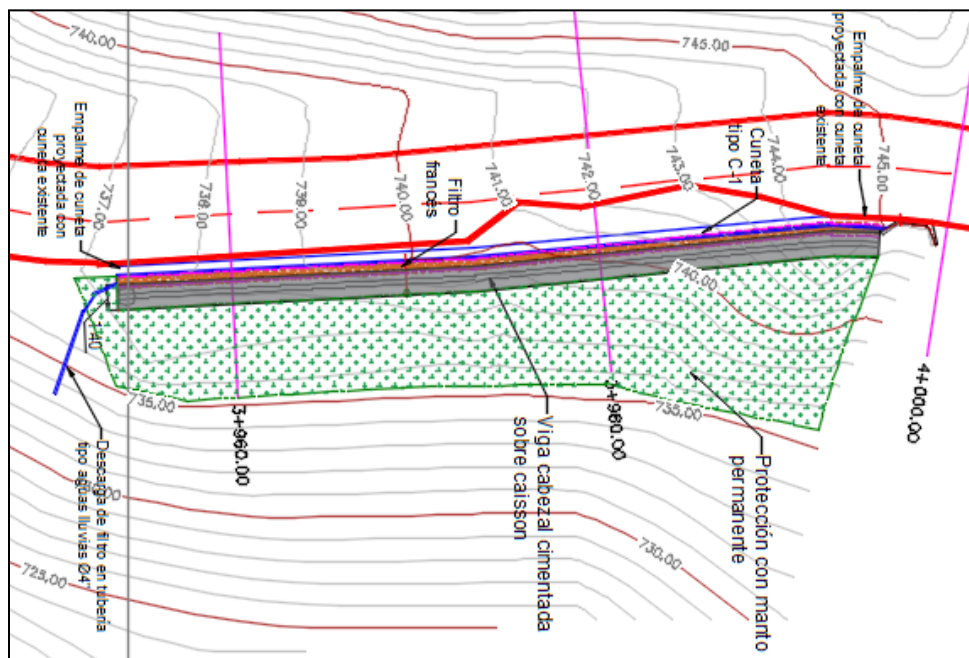


Ilustración 13. Vista en planta obras propuestas sector K3+960 – K4+000.

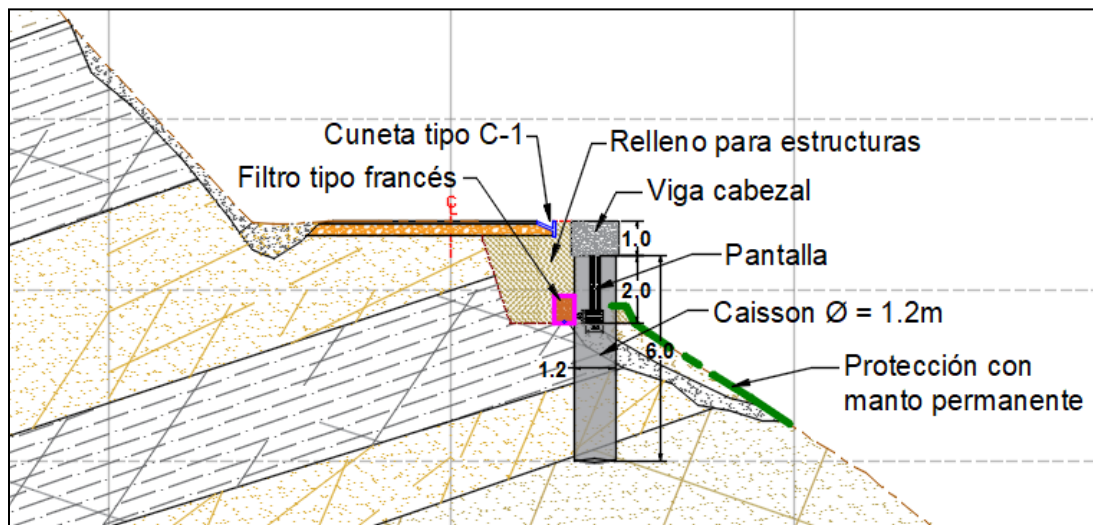


Ilustración 14. Sección típica de diseño obras de estabilización sector K3+960 – K4+000.

4.3.2 Sector K3+800 – K3+850

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

				Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES			Versión	0
				Pág.	23 de 25

En la zona intermedia a los 2 sectores críticos, en el tramo comprendido entre las abscisas K3+800 a K3+850 aproximadamente, se identifican procesos de erosión sobre el talud del margen derecho, el cual está conformado por intercalaciones de capas gruesas de lutitas laminares y capas delgadas de arcillolitas y limolitas, cuya superficie evidencia un avanzado estado de meteorización de las capas de roca donde progresivamente se va generando desprendimiento de material, situación que se ve favorecida por la carencia de cobertura vegetal, quedando el talud expuesto a los agentes de meteorización y erosión. La inestabilidad de este talud significaría la inestabilidad del tramo de vía que se encuentra sobre la corona del mismo, aproximadamente entre las abscisas K3+910 a K3+950, por lo cual se recomienda la protección y estabilización de este talud, ya que la evolución de estos procesos lo expone a un alto riesgo de ocurrencia de movimientos en masa.

Las obras propuestas para garantizar la estabilidad de este talud, comprenden la protección del mismo con manto permanente, a fin de mitigar la evolución de los procesos de erosión y posteriormente la instalación de una malla de alta resistencia para la estabilización superficial del talud.



Fuente: Imagen tomada de “Solución verde para estabilización y control de erosión en taludes” PAVCO.

Ilustración 15. Imagen ilustrativa de protección de taludes con manto permanente y malla de alta resistencia.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

	  	Código	D- EG-808-23
		Versión	0
		Pág.	24 de 25

GENERALIDADES

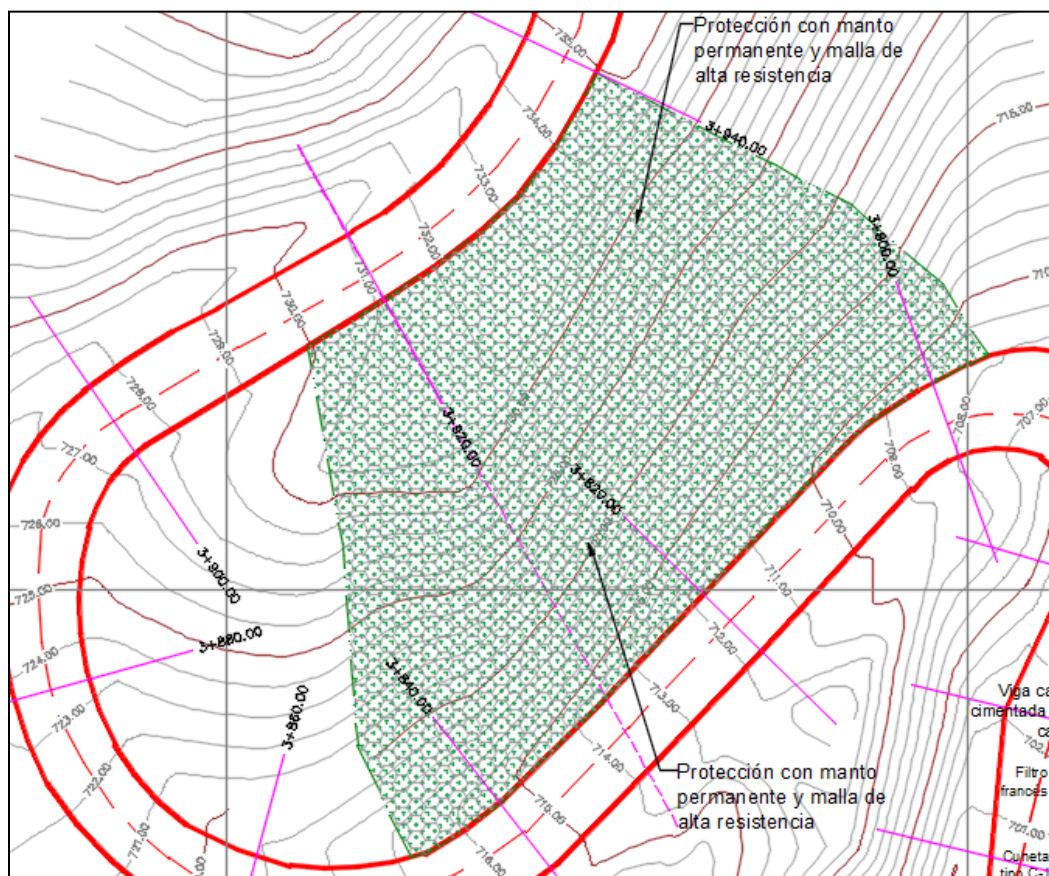


Ilustración 16. Vista en planta protección del talud con manto permanente y malla de alta resistencia, sector K3+800 – K3+850.

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023

		Código	D- EG-808-23
	GENERALIDADES	Versión	0
		Pág.	25 de 25

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A partir de la caracterización geológico-geotécnica se establece que los dos sectores de interés comprenden macizos rocosos estratificados heterogéneos, compuestos de capas gruesas de areniscas y limolitas de alta resistencia, con intercalaciones de capas gruesas de lutitas y arcillolitas de baja resistencia, que presentan estratificación laminar y son altamente susceptibles a meteorización. En las zonas donde afloran en superficie los niveles de rocas de menor resistencia (lutitas y arcillolitas), se generan marcados procesos de erosión debido a que por efectos de la gravedad en zonas de alta pendiente, el material meteorizado se desprende fácilmente en forma de láminas.
- Las obras de estabilización geotécnica estarán orientadas a la reconfiguración de las zonas que han sufrido pérdida de la banca, a la contención de la misma y a la protección de los taludes y manejo de aguas superficiales para minimizar los efectos de la meteorización y erosión
- A nivel de ingeniería básica, se formularon 4 alternativas de obras de estabilización en los sectores críticos, de las cuales, a partir de un análisis multicriterio, se estableció que la alternativa 3, que comprende la construcción de una viga cabezal en concreto cimentada sobre caisson, es la alternativa mejor calificada desde el punto de vista técnico, constructivo, ambiental y económico.
- La alternativa de obra seleccionada para los sectores K3+760 – K3+780 y el sector K3+960 – K4+000, aparte de la estructura de contención principal, deberá ser complementada con las obras de control de drenaje y erosión propuestas, tales como la construcción de cunetas para el manejo de aguas superficiales, la construcción de un filtro francés para el manejo de aguas subsuperficiales y la protección de taludes con manto permanente para el control de erosión.
- Teniendo en cuenta que el talud derecho del tramo de vía comprendido entre las abscisas K3+800 a K3+850, está compuesto por una sucesión de lutitas y arcillolitas con estratificación laminada, las cuales se encuentran expuestas a agentes de meteorización, se recomienda proteger este talud con manto permanente para control de erosión y con malla de alta resistencia para estabilidad local del talud, a fin de evitar la evolución de fenómenos de erosión que provoquen la inestabilidad de la vía que se encuentra sobre la corona de este talud.


HUGO YEZID MOLANO SANABRIA
Esp. Geotecnia.
M.P. 15223-086858BYC

INTERESADO	CONSULTOR	OBJETO	FECHA
FONDO DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE	GEOPROYECTAR S.A.S.	CONSTRUCCIÓN OBRAS GEOTÉCNICAS PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA, EN EL TRAYECTO QUE CONDUCE AL SECTOR EL MIRADOR DE LA VEREDA CUARTO UNETE DEL MUNICIPIO AGUAZUL, CASANARE	MARZO DE 2023