RAING PROYECTOS S.A.S
NIT. 901.640.929 - 0

MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE COMUNICA LA VEREDA EL ENCANTO CON EL CORREGIMIENTO EL SILENCIO DEL MUNICIPIO DE CAREPA, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

INFORME ETAPA 1, CONTRATO DE OBRA LP-001-2024. ETAPA DE REVISIÓN Y AJUSTES DE ESTUDIOS Y DISEÑOS.

PRESENTADO A:

ALCALDÍA CAREPA

CAREPA ANTIOQUIA

ABRIL 2025

TABLA CONTENIDO.

1. REALIZACIÓN DE VISITA TÉCNICA. 4

2. REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN AJUSTES ESTUDIOS Y DISEÑOS. 4

2.1 Localización. 4

2.2 Levantamiento Topográfico. 5

2.3 Estudio De Suelos. 7

2.4 Diseño Geométrico. 26

2.5 Estudio Geológico. 31

2.6 Estudio Hidrológico E Hidráulico. 33

2.7 Transito. 42

2.8 PMT. 44

2.9 Diseño Estructura De Pavimento. 47

2.10 Diseño Estructural. 64

3. SOCIALIZACIÓN INICIAL COMUNIDAD. 66

4. PRESUPUESTO. 66

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 69

INTRODUCCIÓN.

Por medio de la presente, y en cumplimiento de los compromisos adquiridos en el marco del proyecto **MEJORAMIENTO DE LA VÍA QUE COMUNICA LA VEREDA EL ENCANTO CON EL CORREGIMIENTO EL SILENCIO DEL MUNICIPIO DE CAREPA, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**, me permito presentar resultados de revisión técnica de los informes técnicos correspondientes a los estudios realizados. Este proyecto tiene como objetivo el mejoramiento, mantenimiento y rehabilitación de las vías rurales en los diferentes núcleos veredales del municipio de Carepa, Antioquia, en conformidad con los manuales, instructivos y procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad de la ART. El proyecto responde a las limitaciones significativas en la intercomunicación terrestre de la población rural del municipio, particularmente de los habitantes de las veredas “El Talego” y “El Silencio”. Las vías en estas áreas presentan un deterioro considerable, especialmente en temporada de lluvias, donde la movilidad se ve gravemente afectada debido a la ausencia de intervenciones estructurales o funcionales, el deficiente mantenimiento periódico, y la falta de obras de drenaje para manejar los afluentes que atraviesan los tramos viales.

1. REALIZACIÓN DE VISITA TÉCNICA.

La visita técnica constituye una actividad fundamental dentro del desarrollo del proyecto Mejoramiento de la vía que comunica la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio del municipio de Carepa, departamento de Antioquia. Su propósito principal es realizar un reconocimiento detallado del terreno, con el fin de confirmar las características geográficas, ambientales y técnicas que inciden en la ejecución del proyecto. Durante esta visita, se llevó a cabo la verificación y ajuste de las coordenadas previamente establecidas para la vía, asegurando su congruencia con los planos y especificaciones técnicas entregadas. Asimismo, se evaluaron las condiciones actuales del trazado, identificando posibles variaciones o restricciones que puedan afectar el desarrollo del proyecto. Otro aspecto relevante abordado durante la visita fue la inspección de las obras hidráulicas existentes en el área de influencia. Esto incluyó la revisión de canales, cunetas, alcantarillas, y cualquier infraestructura destinada al manejo de aguas lluvias, con el fin de evaluar su estado actual, identificar necesidades de mantenimiento o ampliación, y garantizar su integración con las mejoras planificadas para la vía.

También se llevó a cabo una revisión detallada del alcance del proyecto, contrastando las especificaciones iniciales con las condiciones reales del terreno. Esto permitió establecer la viabilidad técnica de las intervenciones proyectadas, identificar posibles ajustes necesarios y confirmar que las etapas posteriores del proyecto se alineen con los objetivos estratégicos planteados. La visita técnica constituye, en esencia, un insumo clave para la toma de decisiones y la planificación efectiva, asegurando que todas las actividades estén fundamentadas en un conocimiento exhaustivo de las condiciones reales del terreno y su entorno.

2. REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN AJUSTES ESTUDIOS Y DISEÑOS.

2.1 Localización.

El proyecto se encuentra localizado en una ruta rural que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio. Esta ruta tiene una longitud total aproximada de 1.8 kilómetros, de los cuales se intervendrá un tramo de 1 kilómetro específicamente seleccionado para su mejoramiento. La intervención incluye todos los estudios y diseños necesarios para garantizar la ejecución adecuada de las obras proyectadas. La localización del proyecto cumple con las coordenadas con las siguientes coordenadas, (coordenada inicial 7°44'52.48"N 76°42'15.52"O coordenada final 7°44'20.45"N 76°42'18.77"O), asegurando precisión en la

delimitación del área de intervención asegurando precisión en la delimitación del área de intervención. La zona de estudio y trabajo comprende un entorno característico de áreas rurales, donde la conectividad vial resulta esencial para mejorar la movilidad de los habitantes y el transporte de bienes. Este mejoramiento vial busca fortalecer la infraestructura local, promoviendo así el desarrollo socioeconómico de las comunidades beneficiadas.

2.2 Levantamiento Topográfico.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el levantamiento topográfico realizado para el tramo vial de 1 kilómetro entre la vereda El Encanto y el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, departamento de Antioquia, se concluye que los fundamentos presentados son técnicamente sólidos y se alinean con los requisitos normativos establecidos. El análisis topográfico señala la necesidad de ajustar el eje geométrico en ciertas curvaturas para optimizar la comodidad y seguridad en la circulación vehicular. Esto constituye una medida esencial para garantizar el flujo adecuado en el tramo vial a intervenir. El estudio cumple con la normativa NTC 6271 mediante el uso del sistema MAGNA SIRGAS – WGS84, Bogotá zone, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, asegurando que las coordenadas y el amarre del tramo vial estén correctamente definidos, proporcionando un marco normativo sólido para la ejecución del proyecto. La topografía registrada confirma que el ancho de la vía, variable entre 6.5 m y 8 m, es suficiente para una calzada correspondiente a una vía de tercer orden. Se identificaron obras hidráulicas con insuficiente ancho para la conformación de la calzada, por lo que se recomienda implementar soluciones específicas para garantizar la correcta integración de estas estructuras al diseño vial. Según el perfil longitudinal y las especificaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de INVIAS, el tramo se clasifica como terreno plano, lo que simplifica ciertos aspectos del diseño y facilita los ajustes al perfil de la vía. El levantamiento topográfico constituye la base técnica para el diseño geométrico del tramo vial a intervenir, y este documento contiene las coordenadas de inicio y fin de la intervención, garantizando claridad y precisión para las etapas subsiguientes. En conclusión, el levantamiento topográfico presentado cumple con los estándares técnicos y normativos requeridos, y su fundamentación es adecuada para proceder con el diseño y ejecución del proyecto de mejoramiento vial. Por lo tanto, se aprueba y considera válido como base para las siguientes fases del proyecto.



Fotografía 01. Levantamiento topográfico y georreferenciación.



Fotografía 02. Levantamiento topográfico y georreferenciación.



Fotografía 03. Levantamiento topográfico y georreferenciación.



Fotografía 04. Levantamiento topográfico y georreferenciación.

2.3 Estudio De Suelos.

El presente documento tuvo como propósito realizar la revisión técnica del estudio de suelos elaborado para el proyecto de mejoramiento de la vía que comunica la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia. La revisión busca garantizar que los resultados del informe sean técnicamente sólidos, alineados con las condiciones específicas del proyecto y cumplan con los estándares normativos aplicables.

El estudio abordó aspectos fundamentales como la exploración geotécnica del área, las condiciones de humedad de la subrasante, la granulometría, la clasificación de suelos y la capacidad de soporte (CBR), elementos esenciales para el diseño y la construcción de la vía.

La revisión técnica se enfocó en:

- Calidad de la exploración geotécnica: Verificando la representatividad de los sondeos y ensayos realizados.
- Condiciones de humedad de la subrasante: Evaluando la precisión de las mediciones y su utilidad para prever problemas de drenaje o estabilidad.
- Clasificación y granulometría de suelos: Revisando el cumplimiento de estándares técnicos y la correcta caracterización de las propiedades del material.
- Capacidad de soporte (CBR): Comprobando la representatividad e interpretación adecuada de los valores obtenidos.

Esta revisión tuvo como objetivo asegurar que el estudio de suelos proporcione una base confiable para el diseño del proyecto, identificando oportunidades de mejora y formulando recomendaciones técnicas que optimicen su sostenibilidad y funcionalidad.

De acuerdo con lo anterior mencionado, la revisión técnica del informe asociado al proyecto de mejoramiento vial, destacando aspectos clave del análisis realizado. En primer lugar, el alcance y los objetivos generales y específicos están claramente definidos, lo que proporciona un marco conceptual sólido y alineado con los propósitos del proyecto, sin observaciones que resaltar en esta sección introductoria. En cuanto al contexto del proyecto, se presenta una adecuada descripción general que incluye fotografías representativas del sitio y una localización precisa de la zona estudiada, abarcando desde una escala regional hasta una escala local. La exploración geotécnica, elemento esencial del informe, fue respaldada con un plano que detalla la localización de los cuatro apiques

realizados a lo largo de un tramo de 1 km. Este nivel de exploración es considerado suficiente para caracterizar de manera representativa las condiciones geotécnicas de la vía, proporcionando una base confiable para el análisis subsiguiente. En relación con los resultados de laboratorio, el análisis granulométrico evidencia una predominancia de gravas bien graduadas con arena, seguidas de arcillas arenosas de baja plasticidad, características que influyen directamente en la estabilidad y capacidad de soporte del terreno. Adicionalmente, se evaluaron las condiciones de humedad de la subrasante en función de parámetros como los límites de plasticidad, compresibilidad, contenido de arcillas y potencial de expansión o hinchamiento.

Las características geológicas del municipio de Carepa desempeñan un papel fundamental en la configuración del territorio, influyendo en los tipos de suelo, las amenazas naturales y la morfología de la región. La diversidad litológica del municipio se encuentra distribuida en varias macro unidades geomorfológicas, diferenciadas según su origen, edad y composición, lo que incide en la disponibilidad de recursos naturales y en la estabilidad geotécnica del terreno.

En la zona oriental del municipio se encuentran las rocas volcánicas básicas (Ksvx), que se extienden en una franja angosta con dirección noreste-suroeste hasta el municipio de Mutatá. Estas rocas están conformadas por basaltos, tobas, brechas, chert y shales, y se han relacionado con la Formación Barroso del Grupo Cañasgordas, de edad cretácea. Su origen está vinculado a un ambiente de arco de islas, siendo posteriormente acrecionadas al margen continental de la Placa Suramericana. Estas rocas presentan una alta deformación tectónica, lo que puede generar condiciones de inestabilidad geotécnica en algunas áreas.

En la macro unidad geomorfológica de la serranía y piedemonte se encuentran las rocas sedimentarias terciarias (T2), que forman el piedemonte y parte de la serranía. Estas unidades litológicas provienen de sedimentos originados en las rocas vulcano-sedimentarias de la serranía y comprenden areniscas, conglomerados, limolitas y arcillolitas, depositadas en un ambiente fluvial con alternancia de regímenes energéticos medios y altos., se han agrupado en tres conjuntos principales: las areniscas y lodolitas (T2A), caracterizadas por capas interestratificadas de cuarzo y basaltos; las areniscas y conglomerados (T2B), con una composición similar a las T2A pero con mayor presencia de conglomerados; y las lodolitas con lentes de conglomerados (T2C), que forman parte del flanco occidental de la Serranía de Abibe.

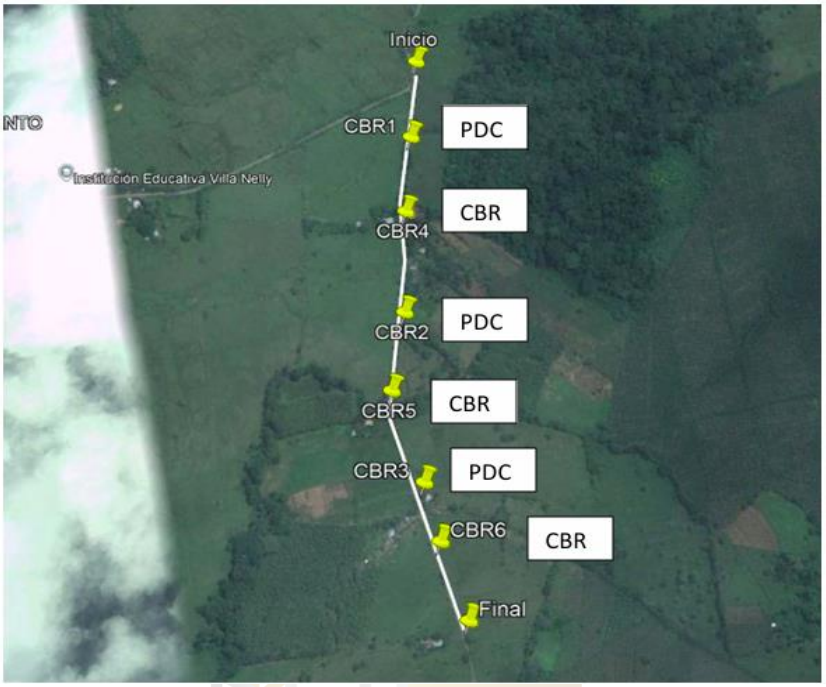
En la llanura aluvial del municipio se encuentran cuerpos de rocas ígneas terciarias que forman cerros testigos con una elevación inferior a 50 metros. Estas rocas corresponden a cuarzodioritas con variaciones a diorita, las cuales podrían estar genéticamente relacionadas con el batolito de Mandé. Adicionalmente, en las macro unidades geomorfológicas de abanico y llanura aluvial predominan los sedimentos cuaternarios (Q), conformados por depósitos aluviales y coluviales generados por la dinámica de los ríos Apartadó y León, así como por la llanura aluvial de Mutatá-Turbo. La cabecera municipal está asentada sobre un abanico aluvial compuesto por materiales areno-gravillosos que gradan a un estrato inferior de limos y arcillas, lo que implica consideraciones especiales para la estabilidad del suelo y el diseño de cimentaciones.

Desde el punto de vista estructural y tectónico, la región de Urabá y el noroccidente colombiano están influenciados por la interacción de tres placas tectónicas (Nazca, Caribe y suramericana) y dos bloques geológicos (Panamá y Andino). Este marco tectónico de carácter compresivo genera fallas activas y deformaciones en las rocas. En el municipio de Carepa, una de las estructuras tectónicas más relevantes es la Falla de Abibe, que presenta una dirección N-S a N-20W y separa las rocas volcánicas cretáceas de las sedimentarias terciarias. Esta falla genera un levantamiento tectónico en el lado oriental de la Serranía de Abibe y, según evidencias en terrazas holocénicas, se ha sugerido actividad reciente, lo que representa un factor de riesgo geológico y sísmico.

En conclusión, la geología del municipio de Carepa está caracterizada por una variedad de unidades litológicas que incluyen rocas volcánicas, sedimentarias e ígneas, con una fuerte influencia tectónica. Estas condiciones determinan la estabilidad del terreno, la disponibilidad de recursos naturales y los riesgos geológicos asociados, por lo que deben ser consideradas en la planificación territorial, el desarrollo de infraestructura y la gestión del riesgo en la región.

En base de corroborar los valores de CBR reportados en el informe, para el diseño de vía se llevó a cabo la ejecución del trabajo de campo mediante la ejecución de 6 apiques de los cuales en 3 de ellos realizamos el ensayo de penetración dinámico de cono (PDC) y otros 3 realizamos el ensayo de CBR inalterado sumergido. Estos 6 ensayos se distribuyeron de manera uniforme en la zona de la vía a desarrollar. En cada uno de los 6 puntos se extrajo una muestra alterada, que posteriormente serían utilizadas para la caracterización geotécnica de la vía. En la siguiente imagen se muestra la localización de los apiques repartidos en la zona de estudio:

Ilustración 1. LOCALIZACIÓN DE LOS APIQUES.



FUENTE: ANEXO. ESTUDIO DE SUELOS VÍA SILENCIO.

Las coordenadas de los apiques en sistema WGS84 son:
1. 7°44'48.91"N 76°42'16.72"O (PDC). Abscisa k0+080
2. 7°44'38.73"N 76°42'18.97"O (PDC) Abscisa k0+420
3. 7°44'29.14"N 76°42'19.74"O (PDC) Abscisa k0+800
4. 7°44'44.54"N 76°42'17.83"O (Inalterado) Abscisa k+260
5. 7°44'34.50"N 76°42'20.46"O (Inalterado) Abscisa k0+560
6. 7°44'25.83"N 76°42'19.53"O (Inalterado) Abscisa k+960

En la siguiente tabla se presenta un resumen con los resultados obtenidos de peso específico y humedad natural de las muestras estudiadas:

Ilustración 2. Resumen de resultados peso específico y humedad.

Apique	Profundidad (m)	Tipo de suelo	Humedad natural (%)	Peso específico (tonf/m^3)	Peso específico seco (tonf/m^3)	Gs	e	Peso específico saturado (tonf/m^3)
1	1	Arcilla	46.7%	1.61	1.10	2.75	1.28	1.77
2	1	Arcilla	38.4%	1.68	1.21	2.75	1.06	1.85
3	1	Arcilla	44.6%	1.66	1.15	2.75	1.23	1.79
4	0.5	Arcilla	47.0%	1.61	1.10	2.75	1.29	1.76
5	0.5	Arcilla	37.3%	1.68	1.22	2.75	1.03	1.86
6	0.5	Arcilla	36.5%	1.69	1.24	2.75	1.00	1.87

FUENTE: ANEXO. ESTUDIO DE SUELOS VÍA SILENCIO.

Para acompañar mejor los datos se presenta la siguiente tabla resumen de los resultados de los ensayos de límites y caracterización y una figura mostrando la carta de plasticidad de Casagrande con todos los resultados obtenidos:

Ilustración 3. Resumen de resultados ensayos límites y caracterización

Apique	Profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Pasa tamiz Nº 200 (%)	Clasificación S.U.C.S.
1	1	57.46	26.05	31.41	85.98	Arcilla alta plasticidad CH
2	1	39.34	16.41	22.93	66.02	Arcilla media plasticidad arenosa CL
3	1	45.75	19.06	26.69	64.48	Arcilla media plasticidad arenosa CL
4	0.5	54.76	20.56	34.20	51.43	Arcilla alta plasticidad arenosa CH
5	0.5	62.77	17.55	45.22	86.62	Arcilla alta plasticidad CH
6	0.5	37.12	19.81	17.31	82.17	Arcilla media plasticidad con arena CL

FUENTE: ANEXO. ESTUDIO DE SUELOS VÍA SILENCIO.

Algunos materiales identificados en la geología local requieren de un manejo especial al realizar cortes de material, durante la construcción del proyecto. A continuación, se presenta un estudio de amenazas geotécnicas que puedan afectar la estabilidad o viabilidad del proyecto para su construcción.

Las características geológicas del municipio de Carepa desempeñan un papel fundamental en la configuración del territorio, influyendo en los tipos de suelo, las amenazas naturales y la morfología de la región. La diversidad litológica del municipio se encuentra distribuida en varias macro unidades geomorfológicas, diferenciadas según su origen, edad y composición, lo que incide en la disponibilidad de recursos naturales y en la estabilidad geotécnica del terreno. En la zona oriental del municipio se encuentran las rocas volcánicas básicas (Ksvx), que se extienden en una franja angosta con dirección noreste-suroeste hasta el municipio de Mutatá. Estas rocas están conformadas por basaltos, tobas, brechas, chert y shales, y se han relacionado con la Formación Barroso del Grupo Cañasgordas, de edad cretácea. Su origen está vinculado a un ambiente de arco de islas, siendo posteriormente acrecionadas al margen continental de la Placa Suramericana. Estas rocas presentan una alta deformación tectónica, lo que puede generar condiciones de inestabilidad geotécnica en algunas áreas. En la macro unidad geomorfológica de la serranía y piedemonte se encuentran las rocas sedimentarias terciarias (T2), que forman el piedemonte y parte de la serranía. Estas unidades litológicas provienen de sedimentos originados en las rocas vulcano-sedimentarias de la serranía y comprenden areniscas, conglomerados, limolitas y arcillolitas, depositadas en un ambiente fluvial con alternancia de regímenes energéticos medios y altos. se han agrupado en tres conjuntos principales: las areniscas y lodolitas (T2A),

caracterizadas por capas interestratificadas de cuarzo y basaltos; las areniscas y conglomerados (T2B), con una composición similar a las T2A pero con mayor presencia de conglomerados; y las lodolitas con lentes de conglomerados (T2C), que forman parte del flanco occidental de la Serranía de Abibe. En la llanura aluvial del municipio se encuentran cuerpos de rocas ígneas terciarias que forman cerros testigos con una elevación inferior a 50 metros. Estas rocas corresponden a cuarzodioritas con variaciones a diorita, las cuales podrían estar genéticamente relacionadas con el batolito de Mandé. Adicionalmente, en las macro unidades geomorfológicas de abanico y llanura aluvial predominan los sedimentos cuaternarios (Q), conformados por depósitos aluviales y coluviales generados por la dinámica de los ríos Apartadó y León, así como por la llanura aluvial de Mutatá-Turbo. La cabecera municipal está asentada sobre un abanico aluvial compuesto por materiales areno-gravillosos que gradan a un estrato inferior de limos y arcillas, lo que implica consideraciones especiales para la estabilidad del suelo y el diseño de cimentaciones.

Desde el punto de vista estructural y tectónico, la región de Urabá y el noroccidente colombiano están influenciados por la interacción de tres placas tectónicas (Nazca, Caribe y suramericana) y dos bloques geológicos (Panamá y Andino). Este marco tectónico de carácter compresivo genera fallas activas y deformaciones en las rocas. En el municipio de Carepa, una de las estructuras tectónicas más relevantes es la Falla de Abibe, que presenta una dirección N-S a N-20W y separa las rocas volcánicas cretáceas de las sedimentarias terciarias. Esta falla genera un levantamiento tectónico en el lado oriental de la Serranía de Abibe y, según evidencias en terrazas holocénicas, se ha sugerido actividad reciente, lo que representa un factor de riesgo geológico y sísmico. Como característica especial, todas las arcillas tienen la propiedad de contraerse al perder humedad y expandirse al recuperarla, según las condiciones ambientales. Entre los minerales activos presentes en estos suelos se encuentran la montmorilonita, la vermiculita y algunas variedades de haloisita, los cuales poseen la particularidad de absorber moléculas de agua dentro de su estructura molecular. Los efectos de estos suelos expansivos sobre las edificaciones cimentadas superficialmente se manifiestan progresivamente a través de fisuramientos, agrietamientos y giros de conjunto en los muros y elementos estructurales. Estas patologías se deben a los movimientos desiguales en los cimientos, exacerbados por prolongados periodos de sequía o lluvia intensa, como los causados por los fenómenos de El Niño y La Niña. Para la identificación y clasificación de estos suelos, la norma NSR-10 en su tabla H.9.1-1 establece criterios basados en altos valores del límite líquido, índice de plasticidad y contenido de partículas coloidales, así como en bajos valores del límite de

contracción. En el presente proyecto, se ha adoptado el criterio del límite líquido (LL) para la evaluación de los suelos expansivos.

Los resultados obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio se presentan en la siguiente tabla:

Ilustración 4. límite líquido (LL) para la evaluación de los suelos expansivos.

Grado de expansión			
Apique	**Profundidad (m)**	**LL**	**Criterio LL**
1	1	57.46	Alto
2	1	39.34	Medio
3	1	45.75	Medio
4	0.5	54.76	Alto
5	0.5	62.77	Alto
6	0.5	37.12	Bajo

FUENTE: ANEXO. ESTUDIO DE SUELOS VÍA SILENCIO.

En la siguiente tabla se presenta la evaluación de la susceptibilidad al colapso:

Ilustración 5. Resumen de evaluación de susceptibilidad.

Apique	Profundidad (m)	γ_d (tonf/m3)	γ_{crit} (tonf/m3)	γ_d / γ_{crit}	Criterio de evaluación
1	1	1.10	1.07	1.03	Estable
2	1	1.21	1.32	0.92	Colapsable
3	1	1.15	1.22	0.94	Colapsable
4	0.5	1.10	1.10	1.00	Colapsable
5	0.5	1.22	1.01	1.21	Estable
6	0.5	1.24	1.36	0.91	Colapsable

FUENTE: ANEXO. ESTUDIO DE SUELOS VÍA SILENCIO.

Los estratos con grado colapsable presentan una estructura inestable, caracterizada por partículas de gran tamaño separadas por espacios abiertos y unidas por materiales blandos. Para prevenir el colapso, se recomienda mejorar las propiedades del suelo mediante compactación, lo que permite reducir los vacíos, eliminar la colapsabilidad, disminuir la permeabilidad y aumentar la capacidad de carga.

Los espesores y propiedades de las capas de una estructura de pavimento son altamente determinados por la rigidez de la subrasante. En algunos casos, no es posible la ejecución de pruebas directas para determinar dicha rigidez, al menos en la frecuencia requerida, y es necesario usar correlaciones con otras propiedades del suelo. En el presente estudio, se realizó el ensayo de PDC (penetración dinámica de cono) en cuatro abscisas informadas anteriormente.

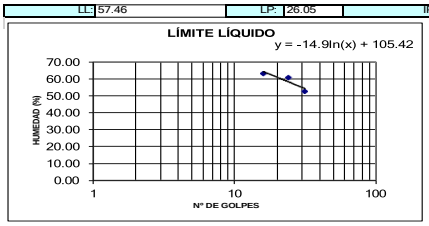
RAING
PROYECTOS S.A.S

Caracterización apique 1:

Laboratorio INGEPRISMA S.A.S	
Proyecto: Via de 1000 m El Silencio	
Fecha: Febrero de 2025	
Localización: Sector El Silencio, Carepa	

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
Nº DE CAIDAS	31	24	16			
Nº DE CAPSULA	91	92	90	61	62	63
WTh , gr	13.15	15.38	11.47	11.9	11.83	11.61
WTs , gr	9.59	10.62	8.1	10.12	9.77	9.69
W CAPSULA	2.83	2.78	2.76	2.88	2.36	2.24
W ω	3.56	4.76	3.37	1.78	2.06	1.92
W SECO , gr	6.76	7.84	5.34	7.24	7.41	7.45
ω , (%)	52.66	60.71	63.11	24.59	27.80	25.77

LL:	57.46	LP:	26.05	IP:	31.4

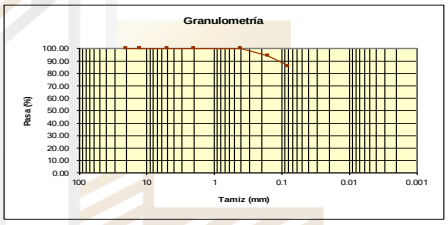


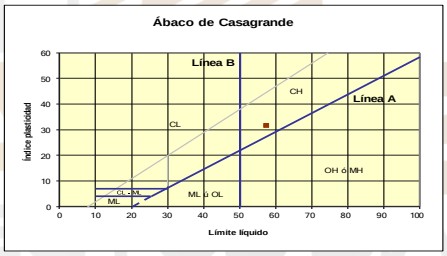
Humedad Natural	
WTh , gr	15.57
WTs , gr	12.07
W CAPSULA	4.56
W ω	3.50
W SECO , gr	7.51
ω , (%)	46.70

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No4	5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No10	2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No40	0.4	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No100	0.160	94.20	94.20	5.80	5.80	5.80
No200	0.080	85.98	85.98	14.02	8.22	8.22
Nº No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	85.98	85.98
						100.00

Limite liquido LL	57.46	%
Limite plastico LP	26.05	%
Indice plasticidad IP	31.41	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	85.98	%
D60:		mm
D30:		mm
D10 (diámetro efectivo):		mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura (Cc):		





Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arcilla alta plasticidad CH

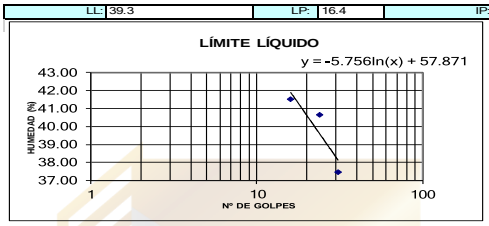
Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 2:

Laboratorio INGEPRISMA S.A.S	
Proyecto: Vía de 1000 m El Silencio	
Fecha: Febrero de 2025	
Localización: Sector El Silencio, Carepa	

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº DE CAIDAS	31	24	16			
Nº DE CAPSULA	72	73	74	43	44	45
WTh , gr	14.63	16.78	18.22	10.74	10.13	10.31
WTs , gr	11.39	12.68	13.58	9.81	8.96	9.08
W CAPSULA	2.74	2.59	2.4	2.65	2.59	2.2
W ω	3.24	4.1	4.64	0.93	1.17	1.23
W SECO , gr	8.65	10.09	11.18	7.16	6.37	6.88
ω , (%)	37.46	40.63	41.50	12.99	18.37	17.88

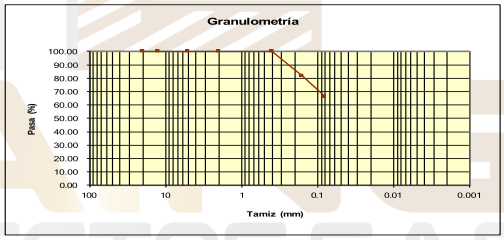
LL:	39.3	LP:	16.4	IP:	22.9

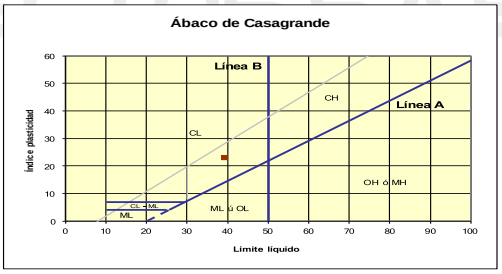


Humedad Natural	
WTh , gr	15.12
WTs , gr	11.52
W CAPSULA	2.13
W ω	3.60
W SECO , gr	9.39
ω , (%)	38.40

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No4	5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No10	2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No40	0.4	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No100	0.160	81.54	81.54	18.46	18.46	17.98
No200	0.080	66.02	66.02	33.98	15.52	15.12
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	66.02	64.32
	Límite líquido LL	39.34	%			97.42
	Límite plastico LP	16.41	%			
	Indice plasticidad IP	22.93	%			

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	66.02 %
D_{60}:	mm
D_{30}:	mm
D_{10} (diámetro efectivo):	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arcilla media plasticidad arenosa CL

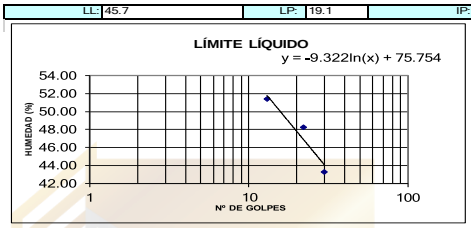
Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 3:

Laboratorio INGEPRISMA S.A.S	
Proyecto: Vía de 1000 m El Silencio	
Fecha: Febrero de 2025	
Localización: Sector El Silencio, Carepa	

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº DE CAIDAS	30	22	13			
Nº DE CAPSULA	75	76	77	46	47	48
WTh , gr	12.82	14.68	16.75	10.87	10.77	10.69
WTs , gr	9.65	10.77	11.88	9.53	9.44	9.39
W CAPSULA	2.32	2.66	2.4	2.27	2.7	2.54
W ω	3.17	3.91	4.87	1.34	1.33	1.3
W SECO , gr	7.33	8.11	9.48	7.26	6.74	6.85
ω , (%)	43.25	48.21	51.37	18.46	19.73	18.98

LL:	45.7	LP:	19.1	IP:	26.7

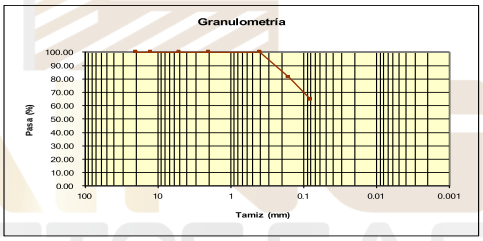


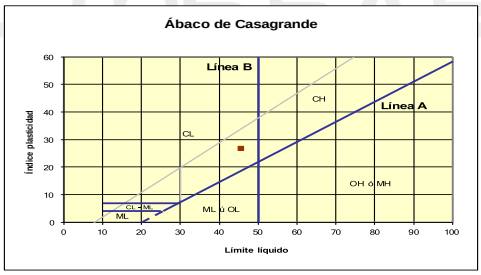
Humedad Natural

WTh , gr	12.68
WTs , gr	9.60
W CAPSULA	2.68
W ω	3.08
W SECO , gr	6.92
ω , (%)	44.60

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No4	5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No10	2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No40	0.4	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No100	0.160	81.04	81.04	18.96	18.96	11.65
No200	0.080	64.48	64.48	35.52	16.56	10.17
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	64.48	39.61
	Límite líquido LL	45.75	%			61.43
	Límite plastico LP	19.06	%			
	Índice plasticidad IP	26.69	%			

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	64.48	%
D_{60}:		mm
D_{30}:		mm
D_{10} (diámetro efectivo):		mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura (Cc):		





Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arcilla media plasticidad arenosa CL

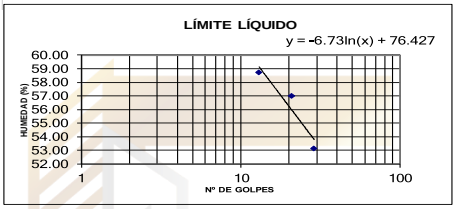
Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 4:

Laboratorio INGEPRISMA S.A.S	
Proyecto: Vía de 1000 m El Silencio	
Fecha: Febrero de 2025	
Localización: Sector El Silencio, Carepa	

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº DE CAIDAS	29	21	13			
Nº DE CAPSULA	80	78	79	49	50	51
WTh , gr	16.72	12.7	14.67	11.45	11.6	11.57
WTs , gr	11.88	9.16	10.3	10.19	10.58	9.41
W CAPSULA	2.77	2.95	2.86	2.36	2.863	2.74
W ω	4.84	3.54	4.37	1.26	1.02	2.16
W SECO , gr	9.11	6.21	7.44	7.83	7.717	6.67
ω , (%)	53.13	57.00	58.74	16.09	13.22	32.38

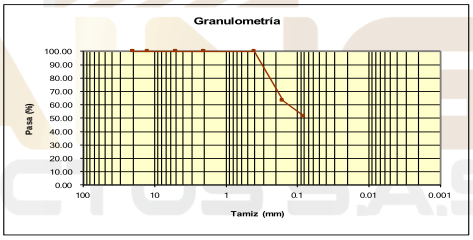
LL:	54.8	LP:	20.6	IP:	34.2

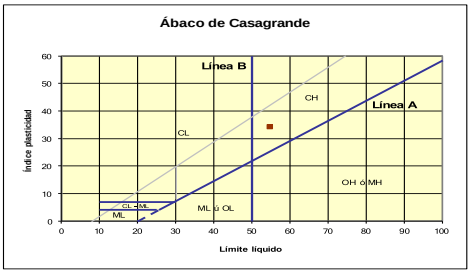


Humedad Natural	
WTh , gr	9.43
WTs , gr	7.11
W CAPSULA	2.17
W ω	2.32
W SECO , gr	4.94
ω , (%)	46.96

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No4	5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No10	2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No40	0.4	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No100	0.160	63.04	63.04	36.96	36.96	21.20
No200	0.080	51.43	51.43	48.57	11.61	6.66
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	51.43	29.50
	Límite líquido LL	54.76	%			57.36
	Límite plastico LP	20.56	%			
	Indice plasticidad IP	34.20	%			

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	51.43 %
D_{60}:	0.14 mm
D_{30}:	mm
D_{10} (diámetro efectivo):	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arcilla alta plasticidad arenosa CH

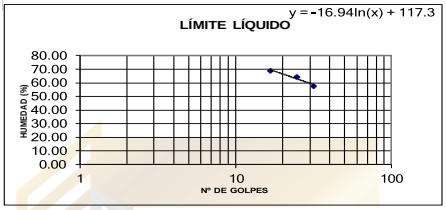
Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 5:

Laboratorio INGEPRISMA S.A.S	ingeprisma
Proyecto: Vía de 1000 m El Silencio	
Fecha: Febrero de 2025	
Localización: Sector El Silencio, Carepa	

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
Nº DE CAIDAS	32	25	17			
Nº DE CAPSULA	88	89	87	58	59	60
WTh , gr	13.55	15.26	11.89	12.35	12.78	12.82
WTs , gr	9.61	10.33	8	10.79	11.2	11.4
W CAPSULA	2.78	2.66	2.34	2.46	2.55	2.33
W ω	3.94	4.93	3.89	1.56	1.58	1.42
W SECO , gr	6.83	7.67	5.66	8.33	8.65	9.07
ω , (%)	57.69	64.28	68.73	18.73	18.27	15.66

LL:	62.8	LP:	17.5	IP:	45.2



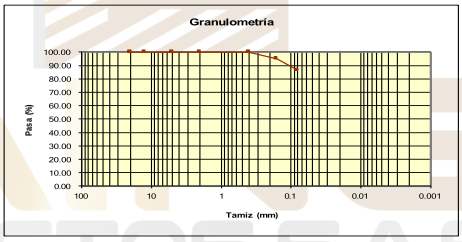
Humedad Natural

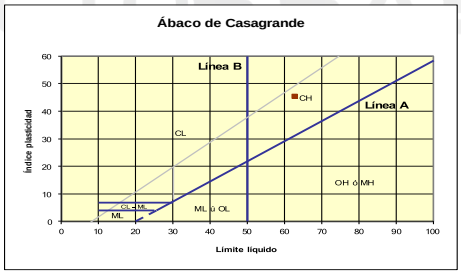
WTh , gr	14.93
WTs , gr	11.62
W CAPSULA	2.74
W ω	3.31
W SECO , gr	8.88
ω , (%)	37.27

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No4	5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No10	2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No40	0.4	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No100	0.160	95.13	95.13	4.87	4.87	4.61
No200	0.080	86.62	86.62	13.38	8.51	8.05
P No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	86.62	81.98
						94.64

Límite líquido LL	62.77	%
Límite plastico LP	17.55	%
Indice plasticidad IP	45.22	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	86.62	%
D60:		mm
D30:		mm
D10 (diámetro efectivo):		mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura (Cc):		





Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arcilla alta plasticidad CH

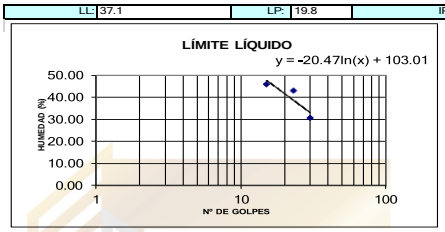
Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

Caracterización apique 6:

Laboratorio INGEPRISMA S.A.S	
Proyecto: Vía de 1000 m El Silencio	
Fecha: Febrero de 2025	
Localización: Sector El Silencio, Carepa	

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº DE CAIDAS	30	23	15			
Nº DE CAPSULA	84	86	85	55	56	57
WTh , gr	14.35	18.47	16.64	12.49	12.51	12.75
WTs , gr	11.44	13.68	12.28	10.87	10.78	11.05
W CAPSULA	1.98	2.56	2.79	2.83	2.34	2
W ω	2.91	4.79	4.36	1.62	1.73	1.7
W SECO , gr	9.46	11.12	9.49	8.04	8.44	9.05
ω , (%)	30.76	43.08	45.94	20.15	20.50	18.78

LL:	37.1	LP:	19.8	IP:	17.3

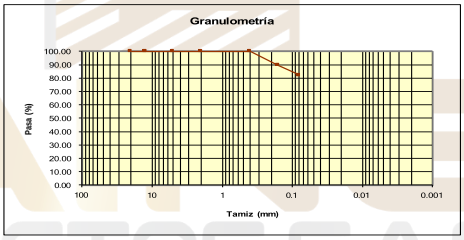


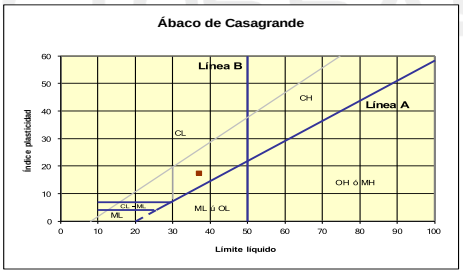
Humedad Natural	
WTh , gr	10.28
WTs , gr	8.16
W CAPSULA	2.35
W ω	2.12
W SECO , gr	5.81
ω , (%)	36.49

Tamiz No	Tamiz (mm)		Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)	Peso retenido (gr)
3/4"	20	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No4	5	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No10	2	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No40	0.4	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
No100	0.160	89.80	89.80	10.20	10.20	11.66
No200	0.080	82.17	82.17	17.83	7.62	8.71
Pº No200	Fondo	0.00	0.00	100.00	82.17	93.89
						114.26

Límite líquido LL	37.12	%
Límite plastico LP	19.81	%
Indice plasticidad IP	17.31	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	100.00 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	82.17 %
D_{60}:	mm
D_{30}:	mm
D_{10} (diámetro efectivo):	mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	





Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Arcilla media plasticidad con arena CL

Ensayo realizado por:
Juan Sebastián Monsalve G.
Mat. 05202233052 ANT
Laboratorio de Ingeprisma SAS

ingeprisma

INFORME DE ENSAYO

CBR DE SUELOS COMPACTADOS IN-SITU Y SOBRE MUESTRA INALTERADA

INV E-148-13

CÓDIGO: | VERSIÓN: 1

FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO 2025

Cliente: Alcaldía municipio de Carepa
Material. Muestra inalterada
CIV:
Descripción: CBR-4

Procedencia: Carepa - Antioquia
Código:

Hoja:
Fecha de recepción: 2025-02-10
Fecha de ejecución: 2025-02-11
Fecha de informe: 2025-02-21

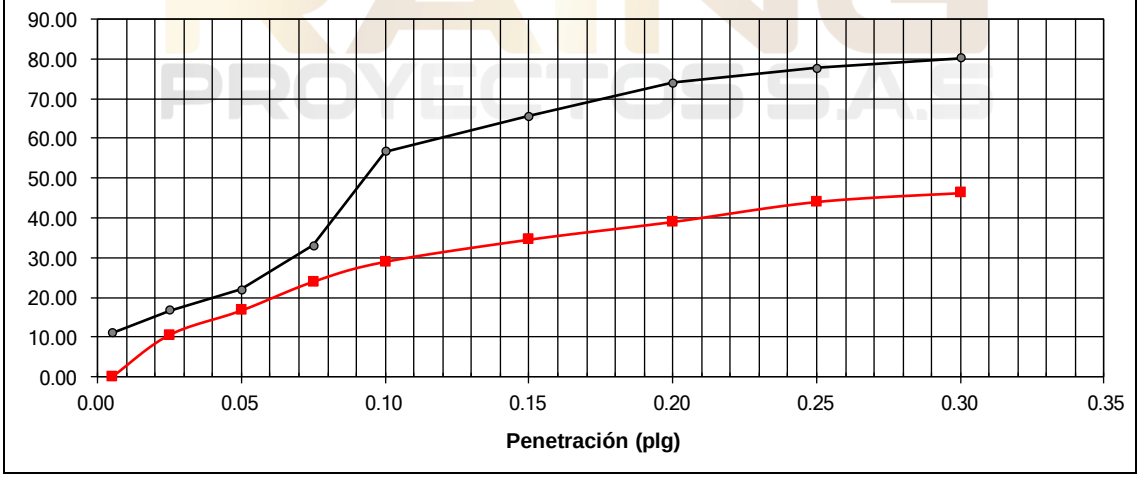
Días de curado

Sobrecarga de saturación y penetración (kg)

Expansión %	1.12			
Penetración pulgadas	**Carga Lbf**	**Esfuerzo Lb/pg²**	**Carga Lbf**	**Esfuerzo Lb/pg²**
0.005	33	11.02	13	0
0.025	50	16.8	32	10.6
0.050	66	22.0	50	16.7
0.075	99	33.0	72	24.0
0.100	170	56.7	87	29.0
0.150	197	65.6	104	34.6
0.200	222	74.0	117	39.0
0.250	233	77.6	132	44.1
0.300	241	80.3	139	46.3
CBR corregido a 0,1" (%)		**5.67**		**2.90**
CBR corregido a 0,2" (%)		**4.93**		**2.60**

Molde + material húmedo	g	13600
Peso del molde	g	7500
Peso material húmedo	g	6100
Volumen del molde	cm³	3300
DENSIDAD HÚMEDA	kg/m³	**1848.5**
HÚMEDAD DE PENETRACIÓN		
Cápsula + material húmedo	g	10.5
Cápsula + material seco	g	8.9
Peso del agua	g	1.6
Peso de la cápsula	g	2.5
Peso material seco	g	6.4
CONTENIDO DE AGUA	%	25.0
DENSIDAD		
DENSIDAD SECA	kg/m³	**1478.8**
DENSIDAD SECA	lb/pie³	92.3

ENSAYO C.B.R. CURVAS DE PENETRACIÓN



Observaciones:

RAING
PROYECTOS S.A.S
NIT. 901.640.929 - 0

ingeprisma

INFORME DE ENSAYO
CBR DE SUELOS COMPACTADOS IN-SITU Y SOBRE MUESTRA INALTERADA
INV E-148-13

CÓDIGO: | VERSIÓN: 1

FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO 2025

Cliente: Alcaldía municipio de Carepa
Material. Muestra inalterada
CIV:
Descripción: CBR-5

Procedencia: Carepa - Antioquia
Código:

Hoja:
Fecha de recepción: 2025-02-10
Fecha de ejecución: 2025-02-11
Fecha de informe: 2025-02-21

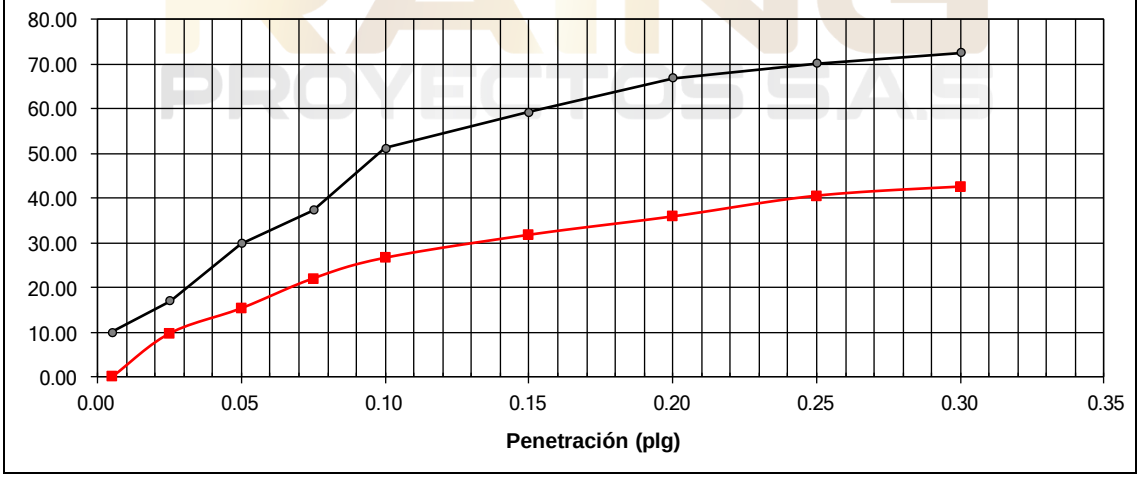
Días de curado

Sobrecarga de saturación y penetración (kg)

Expansión %	1.12			
Penetración pulgadas	**Carga Lbf**	**Esfuerzo Lb/pg²**	**Carga Lbf**	**Esfuerzo Lb/pg²**
0.005	30	9.96	12	0
0.025	51	16.9	29	9.7
0.050	89	29.8	46	15.3
0.075	112	37.2	66	22.0
0.100	154	51.2	80	26.6
0.150	178	59.3	95	31.7
0.200	201	66.8	107	35.8
0.250	210	70.2	121	40.4
0.300	218	72.5	127	42.5
CBR corregido a 0,1" (%)		**5.12**		**2.66**
CBR corregido a 0,2" (%)		**4.46**		**2.39**

Molde + material húmedo	g	12900
Peso del molde	g	7500
Peso material húmedo	g	5400
Volumen del molde	cm³	3300
DENSIDAD HÚMEDA	kg/m³	**1636.4**
HÚMEDAD DE PENETRACIÓN		
Cápsula + material húmedo	g	11.2
Cápsula + material seco	g	9.3
Peso del agua	g	1.9
Peso de la cápsula	g	2.6
Peso material seco	g	6.7
CONTENIDO DE AGUA	%	28.4
DENSIDAD		
DENSIDAD SECA	kg/m³	**1274.8**
DENSIDAD SECA	lb/pie³	79.6

ENSAYO C.B.R. CURVAS DE PENETRACIÓN



Observaciones:

3205632983 raingproyectos@gmail.com CL 120 No 42 - 112 / Barranquilla - Atlántico

RAING PROYECTOS S.A.S
NIT. 901.640.929 - 0

ingeprisma

INFORME DE ENSAYO

CBR DE SUELOS COMPACTADOS IN-SITU Y SOBRE MUESTRA INALTERADA

INV E-148-13

CÓDIGO: | VERSIÓN: 1

FECHA DE APLICACIÓN: FEBRERO 2025

Cliente: Alcaldía municipio de Carepa
Material. Muestra inalterada
CIV:
Descripción: CBR-6

Procedencia: Carepa - Antioquia
Código:

Hoja:
Fecha de recepción: 2025-02-10
Fecha de ejecución: 2025-02-11
Fecha de informe: 2025-02-21

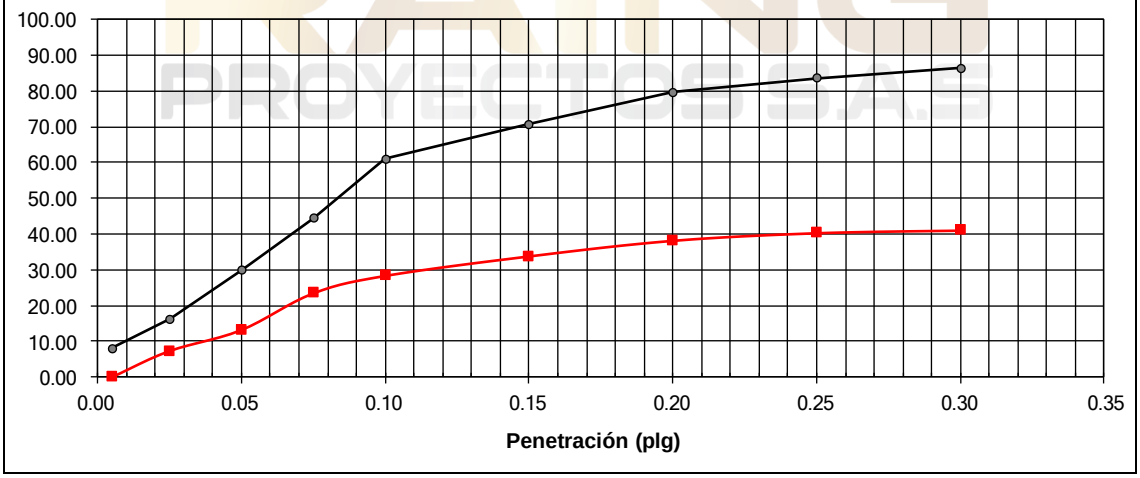
Días de curado

Sobrecarga de saturación y penetración (kg)

Expansión %	1.12			
Penetración pulgadas	**Carga Lbf**	**Esfuerzo Lb/pg²**	**Carga Lbf**	**Esfuerzo Lb/pg²**
0.005	24	8.07	9	0
0.025	48	16.1	22	7.3
0.050	90	29.9	39	13.2
0.075	133	44.4	70	23.4
0.100	183	61.0	85	28.3
0.150	212	70.6	101	33.7
0.200	239	79.6	114	38.1
0.250	251	83.6	121	40.2
0.300	259	86.4	123	41.0
CBR corregido a 0,1" (%)		**6.10**		**2.83**
CBR corregido a 0,2" (%)		**5.31**		**2.54**

Molde + material húmedo	g	13500
Peso del molde	g	7500
Peso material húmedo	g	6000
Volumen del molde	cm³	3300
DENSIDAD HÚMEDA	kg/m³	**1818.2**
HÚMEDAD DE PENETRACIÓN		
Cápsula + material húmedo	g	12.1
Cápsula + material seco	g	10.3
Peso del agua	g	1.8
Peso de la cápsula	g	2.8
Peso material seco	g	7.5
CONTENIDO DE AGUA	%	24.0
DENSIDAD		
DENSIDAD SECA	kg/m³	**1466.3**
DENSIDAD SECA	lb/pie³	91.5

ENSAYO C.B.R. CURVAS DE PENETRACIÓN



Observaciones:

Para acompañar mejor los datos se presenta la siguiente tabla resumen de los resultados del ensayo de CBR:

Ilustración 6. Resumen resultado CBR.

Apique	CBR (%)
A1	4.43
A2	2.81
A3	2.48
A4	2.90
A5	2.66
A6	2.83

FUENTE: ANEXO. ESTUDIO DE SUELOS VÍA SILENCIO.

El método de diseño de pavimentos rígidos es muy sensible al valor de la capacidad de soporte y el módulo de reacción de la subrasante, este parámetro se puede determinar por ensayo de placa o por correlaciones como el CBR. En las siguientes tablas se presenta un resumen con los promedios de los resultados obtenidos para dos unidades homogéneas identificadas:

Ilustración 7. Resumen resultados obtenidos unidades homogéneas.

UNIDAD HOMOGENEA 1									
Referencia	Profundidad (m)	Humedad natural (%)	Peso específico (tonf/m^3)	Peso específico seco (tonf/m^3)	LL(%)	LP(%)	Clasificación de suelos (S.U.C.S.)	CBR (%)	Kv (Mpa/m)
A1	1	46.7%	1.61	1.10	57.46	26.05	Arcilla alta plasticidad CH	4.43	36.49
A2	1	38.4%	1.68	1.21	39.34	16.41	Arcilla media plasticidad arenosa CL	2.81	26.11
A3	1	44.6%	1.66	1.15	45.75	19.06	Arcilla media plasticidad arenosa CL	2.48	23.26
A4	0.5	47.0%	1.61	1.10	54.76	20.56	Arcilla alta plasticidad arenosa CH	2.90	26.83
A5	0.5	37.3%	1.68	1.22	62.77	17.55	Arcilla alta plasticidad CH	2.66	24.86
A6	0.5	36.5%	1.69	1.24	37.12	19.81	Arcilla media plasticidad con arena CL	2.83	26.27
PROMEDIO Ó CRÍTICO		41.7%	1.66	1.17	49.53	19.91	CL - CH	2.48	23.26

FUENTE: ANEXO. ESTUDIO DE SUELOS VÍA SILENCIO.

Los valores de CBR reportados oscilan entre 2.48 y 4.4%. Será necesario realizar un mejoramiento de la subrasante para lograr un CBR de diseño idealmente superior al 4.26%.

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Figura 14 Cálculo del espesor de mejoramiento de la subrasante

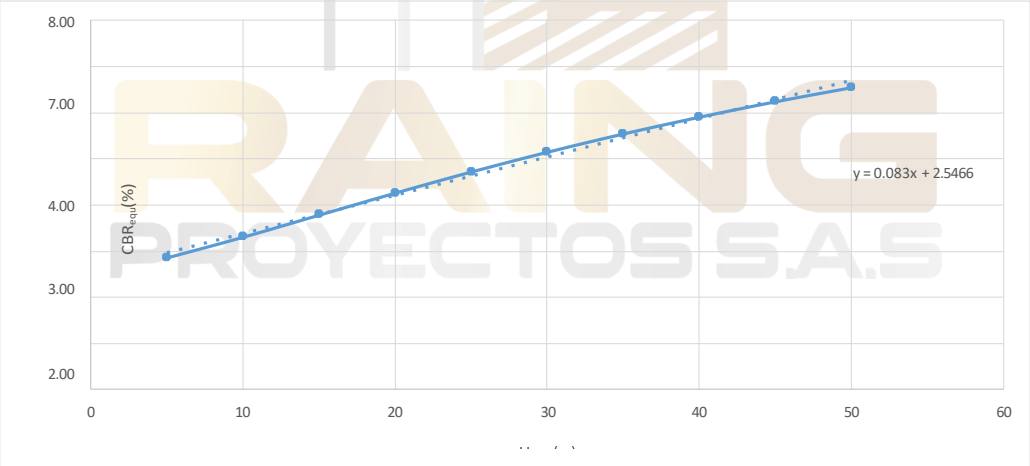
Fórmula de Ivanov – Calculo de Capacidad Portante Equivalente

CBR de Subrasante (%):	2.48
CBR del mejoramiento (%):	8

$$= \frac{E_{SBR}}{1-\frac{2}{\pi}\left(1-\frac{1}{n^{3,5}}\right)\tan^{-1}\left(n\frac{h_{MEJ}}{2a}\right)} \qquad n=\sqrt[2.5]{E_{MEJ}/E_{SBR}}$$

CBR de SBR (%)	E_{sr} (kg/cm²)	CBR_{mej}(%)	E_{mej} (kg/cm²)	H_{mej} (cm)	E_{eq} (kg/cm²)	CBR eq (%)	n	2a
2.48	261.39	8	843.20	5	301.46	2.86	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	10	348.56	3.31	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	15	398.86	3.78	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	20	449.08	4.26	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	25	497.19	4.72	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	30	542.21	5.14	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	35	583.84	5.54	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	40	622.11	5.90	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	45	657.20	6.24	1.60	30.14
2.48	261.39	8	843.20	50	689.37	6.54	1.60	30.14

Relación del Espesor de Mejoramiento (H_{mej}) y CBR Equivalente (CBReq)



Note que para un mejoramiento de 20cm en rajón, se obtiene un CBR equivalente del 4.26%. Las propiedades que se pretenden mejorar además de la capacidad son principalmente (i) la plasticidad con el fin de reducir la susceptibilidad del material granular en contacto con el agua y (ii) la granulometría, lo que permite mejorar la respuesta a las cargas de tránsito y facilita el proceso de compactación en la fase constructiva. Dicho material de mejoramiento será obtenido por medio de la cantera certificada que fue anexada en los documentos técnicos.

La consultoría propone que dicho mejoramiento se realice con material tipo afirmado. Adicionalmente, se recomienda la implementación de 15 cm de subbase granular clase C, de acuerdo con las especificaciones del Artículo 320-13 de las normas vigentes del INVIAS.

El objetivo principal de esta estabilización es mejorar las propiedades del material en términos de:

- **Plasticidad:** Reducir la susceptibilidad a la humedad.
- **Granulometría:** Optimizar la respuesta estructural ante las cargas de tránsito y facilitar la compactación durante la construcción.

Encontramos una unidad homogénea con suelos predominantemente arcillosos con plasticidad entre media y alta. En los cinco de los seis apiques realizados identificamos valores de CBR inferiores al 3%. Los suelos identificados presentan riesgos de expansión y de colapso en algunos tramos por lo que se recomienda compactar por medios mecánicos.

Los suelos presentan humedades normales y densidades bajas. Se recomienda reemplazar con material granular (que cumpla con las especificaciones para “terraplenes” de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes en el Instituto Nacional de Vías) el suelo de la subrasante en los tramos o sectores donde se presentan los hundimientos (Huecos), con presencia de aguas de escorrentías estancadas y lodo, esto con el objeto de garantizar la estabilidad de la estructura del pavimento y siguiendo las recomendaciones descritas en el cuerpo del presente documento.

2.4 Diseño Geométrico.

El presente comprende el diseño en planta, diseño en perfil, secciones transversales y el cálculo de carteras de localización, rasante y movimiento de tierras. Además, se incluye la elaboración de planos planta-perfil y secciones transversales, los cuales pueden ser utilizados en la etapa de construcción.

El diseño geométrico se ha desarrollado conforme a las disposiciones establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) – 2008 de acuerdo con las siguientes etapas:

Levantamiento Topográfico.

La descripción detallada de las actividades topográficas se basa en el levantamiento de verificación de la topografía inicial, realizado por la empresa consultora.

Metodología De Diseño.

- El diseño geométrico se ha ejecutado mediante el Método Convencional Sistematizado, el cual comprende las siguientes etapas:
- Selección de la sección transversal típica: Ajustada al espacio disponible de la vía actual, minimizando el movimiento de tierras.
- Diseño en planta: Sobre el modelo digital del terreno y mediante el programa Topo3, se ubicaron los alineamientos y curvas horizontales siguiendo el eje de la vía existente. Se emplearon curvas circulares.
- Diseño preliminar de la rasante: Ajustado al perfil de la calzada existente en la mayor parte del proyecto.
- Generación de secciones transversales: Ubicadas a lo largo del abscisado utilizando el programa de diseño. Se evaluó la localización del proyecto en planta, perfil y sentido transversal, considerando drenajes, puentes y placa huellas existentes.
- Ajustes en planta y perfil: Realizados conforme a los hallazgos previos y repetidos iterativamente hasta obtener el diseño definitivo.
- Diseño final de la rasante: Basado en el estudio de pavimentos.
- Generación de carteras y borradores para la elaboración de planos definitivos.

Clasificación Del Terreno.

De acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico INVIAS - 2008, y considerando la inclinación media en los sitios de máxima pendiente, el terreno se clasifica como plano.

Radio Mínimo Y Peralte Máximo.

Para una velocidad de diseño de 40 km/h, se establece un radio mínimo de 43 m, adaptado a la curvatura existente, con un peralte máximo del 6% y peraltes específicos para cada curva conforme a la norma INVIAS - 2008. En curvas con velocidades de 40 km/h y 50 km/h, se establecen radios mínimos de 41 m y 73 m, respectivamente.

Peraltes Y Transición De Peralte.

Los valores de peraltes fueron adoptados de la norma INVIAS - 2008 para una velocidad de 40 km/h. Se ha priorizado la conservación de la curvatura en planta del diseño con respecto a la vía existente, con el objetivo de minimizar costos de construcción.

Entre-tangencias.

Las entretangencias entre curvas en el diseño propuesto dependen de la curvatura de la vía actual. Se ha mantenido la geometría de la vía existente, logrando cumplir en su mayor parte con la normativa del INVIAS - 2008.

Vehículo De Diseño.

El vehículo de diseño adoptado para el proyecto es el camión articulado C3, el cual representa el vehículo de mayor tamaño con frecuencia de paso sobre el tramo analizado.

Diseño En Perfil.

- Pendiente mínima y máxima: Se ha aplicado una pendiente mínima del 0.3% y una pendiente máxima del 10%, según la norma INVIAS - 2008, optimizando la rasante en relación con la vía existente.
- Longitud de curvas verticales: Se ajustaron los alineamientos entre PIV(s) y las curvas verticales para optimizar el perfil de la superficie de rodadura. Se aseguró el cumplimiento de los valores de K mínimo y K máximo conforme a la tabla 4.4 del manual INVIAS - 2008 para una velocidad de 40 km/h.

RAING PROYECTOS S.A.S
NIT. 901.640.929 - 0

PIV	Longitud (m)			Pendiente (%)		A	Tipo de	Velocidad CV	K	
#	Entrada	Salida	Estado	Entrada	Salida	%	Curva	Km/h	Entrada	Salida
0										
1	12	12	Posible	-0.314	0.381	0.696	Cóncava	40	34.491	34.491
2	12	12	Posible	0.381	-0.927	-1.309	Convexa	40	18.341	18.341
3	22	22	Posible	-0.927	1.177	2.104	Cóncava	40	20.916	20.916
4	10	10	NO Posible	1.177	0.01	-1.166	Convexa	40		
5	10	10	NO Posible	0.01	-1.773	-1.783	Convexa	40		
6	31	31	Posible	-1.773	-0.391	1.382	Cóncava	40	44.868	44.868
7	12	12	Posible	-0.391	-0.119	0.272	Cóncava	40	88.208	88.208
8	15	15	Posible	-0.119	0.308	0.427	Cóncava	40	70.33	70.33
9	17	17	Posible	0.308	-0.729	-1.037	Convexa	40	32.799	32.799
10	13	13	Posible	-0.729	0.006	0.735	Cóncava	40	35.395	35.395
11	12	12	Posible	0.006	0.317	0.311	Cóncava	40	77.097	77.097
12										

#	VALORES DE REFERENCIA	
PIV	Longitud Mínima CV (m)	Longitud Máxima CV (m)
0		
1	24	34.79
2	24	65.43
3	24	105.18
4	24	58.31
5	24	89.14
6	24	69.09
7	24	13.6
8	24	21.33
9	24	51.83
10	24	36.73
11	24	15.56

Secciones Transversales.

La sección transversal típica fue adoptada en acuerdo con especialistas en geotecnia, hidráulica y diseño geométrico. Se consideró:

- Adecuado escurrimiento de aguas en cunetas.
- Mínimo movimiento de tierras.
- Seguridad vial.

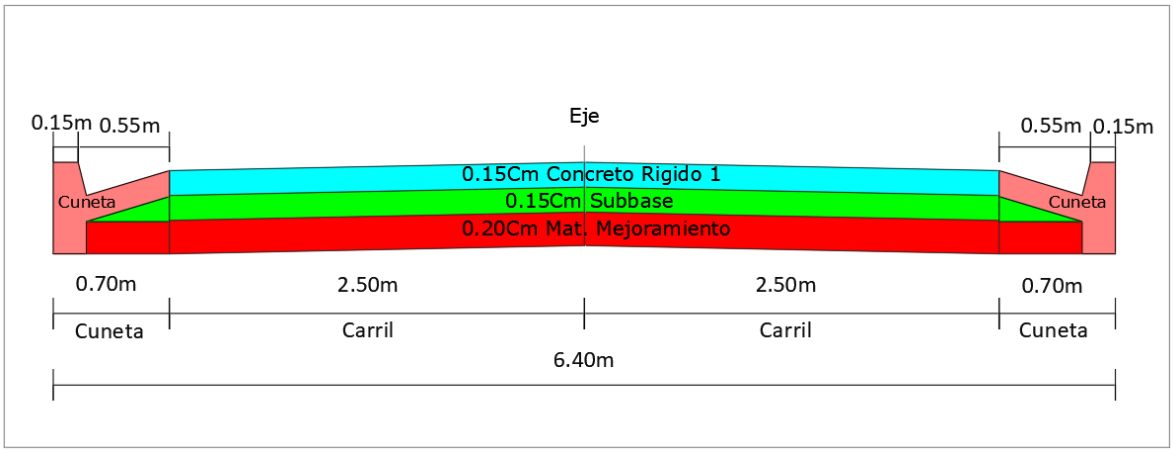
Dimensiones de la sección transversal típica:

- Ancho de calzada: 5.00 m
- Número de carriles: 2
- Ancho de carril: 2.50 m
- Sobreancho: 0.00 m
- Sentido del tráfico: Doble sentido
- Cuneta y bordillo: 0.55 m

El diseño geométrico propuesto corresponde a un tramo vial entre el corregimiento El Silencio y la vereda El Talego, en el municipio de Carepa, Antioquia, facilitando la circulación vehicular. Los elementos del diseño geométrico permiten la futura pavimentación de la vía con modificaciones en su trazado horizontal y vertical.

La sección transversal típica adoptada se indica en la siguiente figura:

Ilustración 8. PROPUESTA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO



FUENTE: SOPORTE DISEÑO GEOMETRICO.

El diseño geométrico propuesto corresponde a un tramo de la vía entre el corregimiento El Silencio y la vereda El Talego, en Carepa, Antioquia, con el objetivo de mejorar la circulación vehicular. El diseño está adaptado para la pavimentación del tramo, con modificaciones en la geometría tanto horizontal como vertical. Sin embargo, algunas especificaciones no pueden cumplirse debido a restricciones en el eje existente, especialmente en parámetros como la entretangencia mínima y ciertas curvas verticales.

Parámetro	Elementos
Entretangencia Mínima	Curvas 1-2

A pesar de estas limitaciones, la vía ofrece condiciones de seguridad aceptables, las cuales pueden mejorarse mediante señalización, demarcación y control vial. Además, en algunos tramos donde la sección transversal no cumple con el ancho de diseño debido a la presencia de canales artificiales, será necesaria una intervención para ampliar la calzada, considerando el diseño del pavimento y las mejoras en la subrasante.

2.5 Estudio Geológico.

La revisión técnica del estudio geológico realizado para el proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia. Este análisis tuvo como propósito verificar la calidad, consistencia y aplicabilidad de los resultados presentados en el informe original, asegurando que los factores geológicos relevantes hayan sido considerados de manera integral para el diseño y ejecución del proyecto. El informe analizado aborda aspectos clave, como la caracterización litológica de las formaciones rocosas en el área de intervención, mediante un análisis estratigráfico detallado, y la identificación de estructuras geológicas que interactúan con la geomorfología y el relieve local. Asimismo, se evaluaron amenazas geológicas potenciales que podrían afectar tanto el desarrollo de las obras como su sostenibilidad, incluyendo inestabilidades de taludes, zonas de falla o deslizamientos activos.

La revisión técnica realizada evalúa cuatro aspectos principales:

- Representatividad de los datos geológicos: Se validaron que las características litológicas y estructurales descritas en el informe sean representativas de las condiciones reales del terreno y suficientes para sustentar las conclusiones y recomendaciones.
- Metodología utilizada: Se verificaron que las técnicas empleadas para el análisis estratigráfico y la identificación de estructuras geológicas cumplan con estándares técnicos y científicos, garantizando la precisión y validez de los resultados obtenidos.
- Identificación de amenazas geológicas: Se analizaron si los riesgos potenciales, como inestabilidades de taludes, fallas geológicas o deslizamientos, han sido evaluados con la profundidad necesaria y si las recomendaciones proporcionadas son adecuadas y proporcionales a la magnitud de los problemas identificados.
- Integración con el proyecto de ingeniería: Se examinaron la relación entre los hallazgos geológicos y los diseños del proyecto, especialmente en aspectos críticos como la estabilidad de los taludes, la planificación de obras de drenaje y la sostenibilidad de la infraestructura vial.

En términos generales, esta revisión tuvo como objetivo proporcionar una evaluación crítica y fundamentada que garantice la alineación del estudio geológico con los requerimientos técnicos del proyecto. Al asegurar que los aspectos geológicos han sido considerados de manera adecuada, se busca optimizar el diseño, minimizar riesgos asociados a problemas geotécnicos y garantizar la sostenibilidad y funcionalidad de la vía en el mediano y largo plazo.

El informe presenta una descripción general del proyecto, incluyendo fotografías que aportan contexto visual. La consultoría considera que este apartado está correctamente desarrollado, ya que proporciona una visión inicial clara del área de intervención y localiza la vía a intervenir en el proyecto. En cuanto al estudio geológico, el documento inicia con la especificación de la metodología utilizada y continúa con capítulos dedicados a las unidades geológicas, estratigrafía local y estructuras geológicas. En el apartado de geomorfología, se detallan las unidades de origen denudaciones y aluvial que caracterizan el terreno de estudio. En lo que respecta a niveles freáticos y piezométricos, el informe concluye que no se evidencia nivel freático a las profundidades evaluadas durante la exploración de campo. Sin embargo, la conclusión sobre el comportamiento piezométrico y de las aguas freáticas en la zona es imprecisa. Finalmente, las conclusiones presentadas en el informe son consideradas aceptables, ya que resumen adecuadamente los hallazgos principales y son aprobadas por el contratista.

2.6 Estudio Hidrológico E Hidráulico.

El presente informe detalla el análisis, revisión y verificación de los estudios hidráulicos e hidrológicos correspondientes al proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia. Estos estudios han sido evaluados siguiendo los lineamientos del "Manual de Drenaje para Carreteras" del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), que proporciona los criterios técnicos para el diseño y construcción de estructuras de drenaje vial, incluyendo alcantarillas, puentes y sistemas de evacuación de aguas pluviales.

El análisis incluyó la evaluación de los estudios hidrológico e hidráulico, planos de diseño y modelaciones hidráulicas realizadas con software especializado. Se verificó el cumplimiento de los parámetros de diseño, la correcta aplicación de metodologías de cálculo y la correspondencia entre las soluciones proyectadas y las condiciones reales del terreno. La revisión de los estudios se realizó con base en:

- **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS:** Documento técnico de referencia en el diseño de estructuras de drenaje en vías nacionales.
- **Estudios Hidrológico e Hidráulico:** Documentos técnicos que presentan la modelación de escorrentías y el dimensionamiento de las estructuras de drenaje necesarias.
- **Software especializado:** Se utilizaron herramientas como HY8 para evaluar la capacidad hidráulica de las alcantarillas, además de hojas de cálculo de Excel para el cálculo de caudales mediante la fórmula racional.

El análisis consideró parámetros clave como la determinación de caudales de diseño, tiempos de concentración, intensidades de lluvia, capacidad hidráulica de las estructuras proyectadas y la correspondencia entre los diseños y las condiciones de campo.

El estudio hidrológico se enfocó en la determinación de caudales de diseño en puntos clave de la vía. Para ello, se empleó la fórmula racional, que es una metodología estándar para cuencas de área reducida. Esta fórmula se basa en la combinación de:

- Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para determinar la intensidad de la precipitación esperada en la zona.
- Tiempo de concentración, definido como el tiempo que tarda el agua en alcanzar la salida de la cuenca.

- Coeficiente de escorrentía (C), que depende del tipo de suelo y cobertura vegetal.

El análisis hidrológico identificó concentraciones de flujo que requerían soluciones de drenaje en los siguientes puntos:

- PK00+610: Se evaluó la capacidad hidráulica de un puente existente.
- PK00+785: Se requirió la instalación de una alcantarilla.
- PK01+050: Se propuso otra obra de drenaje transversal.

Los caudales de diseño para estas ubicaciones fueron calculados para periodos de retorno de 10 y 25 años, asegurando que las estructuras tengan la capacidad suficiente para manejar eventos de precipitación extrema.

El estudio hidráulico evaluó el dimensionamiento de las alcantarillas y la capacidad del puente existente en el PK00+610. Para ello, se utilizaron herramientas de modelación hidráulica como el software HY8, además de verificaciones manuales con la ecuación de Manning.

Características de las estructuras de drenaje proyectadas:

- PK00+255: Alcantarilla de 90 cm de diámetro y 7 m de longitud, con pendiente de 1.0% y caudal de diseño de 0.96 m^3/s.
- PK00+610: Puente existente de 8.4 m de largo, 5.4 m de ancho y 3.5 m de alto. Se concluyó que su capacidad hidráulica es suficiente para evacuar las aguas de escorrentía sin requerir ampliaciones.
- PK00+785: Alcantarilla de 90 cm de diámetro, 6 m de longitud y pendiente de 1.0%, diseñada para evacuar un caudal de 0.21 m^3/s.
- PK01+050: Alcantarilla de 90 cm de diámetro y 7 m de longitud.

Se propuso además la construcción de cunetas con zonas de descarga en ambos márgenes de la vía entre los PK0+000 y PK1+050, para manejar la escorrentía superficial en tramos de hasta 350 metros sin obras transversales.

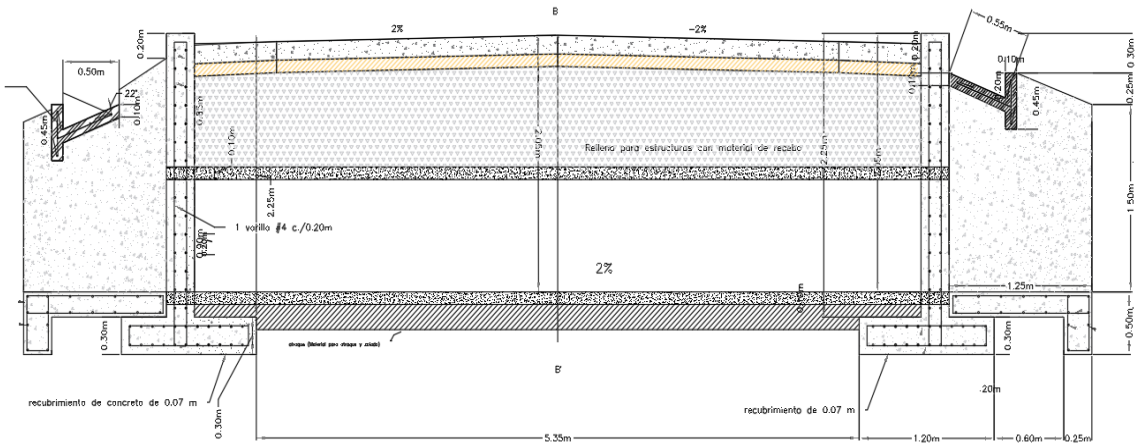
Verificación de Campo y Comparación con Diseños

Durante la inspección de campo se verificó la construcción de las estructuras proyectadas y se comparó con los diseños iniciales mediante una nueva topografía. Los hallazgos principales fueron:

- PK00+762: En lugar de una única alcantarilla de 90 cm, se construyeron dos tuberías de 90 cm, con cámaras de entrada y salida. Esto resultó en una

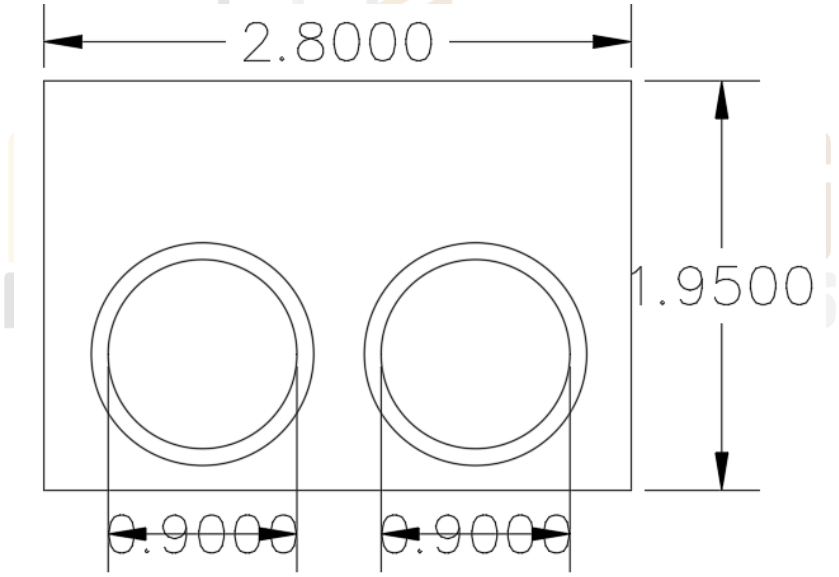
capacidad de drenaje mayor a la diseñada, asegurando un desempeño hidráulico superior.

Ilustración 9. EXTRUCTURA EXISTENTE K0+762



FUENTE: ANEXO. ESQUEMA DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EXISTENTES.

Ilustración 10. DIAMETRO TUBERÍA EXISTENTE K0+762



FUENTE: ANEXO. ESQUEMA DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EXISTENTES.

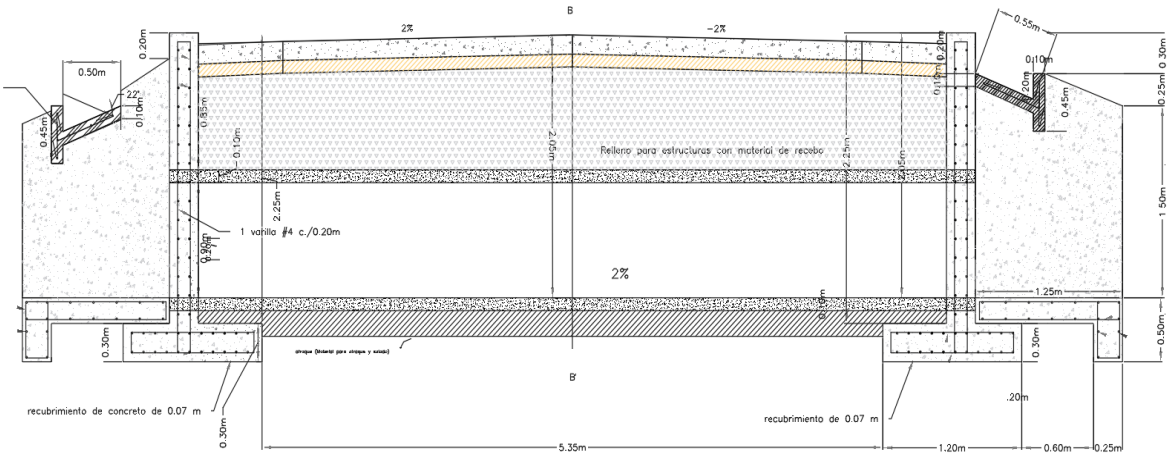
Comparación Diseño Original vs. Condición Construida PK00+762

Parámetro	Diseño Original	Condición Construida	Variación (%)
Número de tuberías	1	2	+100%
Pendiente	1%	2%	+100%
Caudal a tubo lleno	1.97 m³/s	5.56 m³/s	+182%
Relación de llenado (y/D)	0.50	0.28	-44%
Velocidad del flujo	2.84 m/s	3.19 m/s	+12%
Eficiencia (Q/Qlleno)	49%	17%	-65%
Factor de seguridad (Qlleno/Qdiseño)	2.1	5.8	+176%

FUENTE: ANEXO. CONCEPTO TÉCNICO DE ANÁLISIS, REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE ESTUDIOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS.

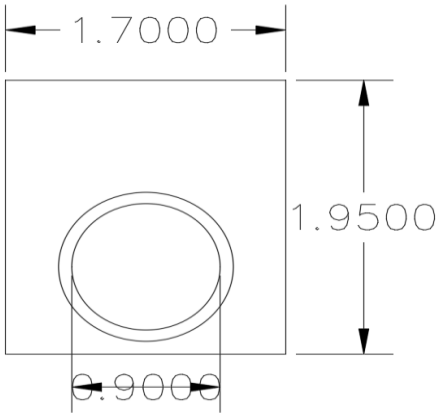
- PK00+785: Se constató que la alcantarilla se construyó con las dimensiones especificadas (90 cm de diámetro), pero con una pendiente de 2% en lugar del 1% previsto. A pesar de este ajuste, la estructura cumple con los requisitos hidráulicos y mantiene la capacidad de evacuación necesaria.

Ilustración 11. DIAMETRO TUBERÍA EXISTENTE K1+023



FUENTE: ANEXO. ESQUEMA DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EXISTENTES.

Ilustración 12. DIAMETRO TUBERÍA EXISTENTE K1+023



FUENTE: ANEXO. ESQUEMA DE ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EXISTENTES.

Comparación Diseño Original vs. Condición Construida PK1+023

Parámetro	Diseño Original	Condición Construida	Variación (%)
Número de tuberías	1	1	0%
Pendiente	1%	2%	+100%
Caudal a tubo lleno	1.97 m³/s	2.78 m³/s	+41%
Relación de llenado (y/D)	0.22	0.18	-18%
Velocidad del flujo	2.01 m/s	2.62 m/s	+30%
Eficiencia (Q/Qlleno)	11%	8%	-27%
Factor de seguridad (Qlleno/Qdiseño)	9.4	13.2	+40%

FUENTE: ANEXO. CONCEPTO TÉCNICO DE ANÁLISIS, REVISIÓN Y VERIFICACIÓN DE ESTUDIOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS.

Ambas alcantarillas responden a las concentraciones de flujo identificadas en el estudio hidrológico y su construcción garantiza la funcionalidad del sistema de drenaje. Tras la revisión y verificación de los estudios hidráulicos e hidrológicos, se concluye lo siguiente:

- **Cumplimiento normativo:** Los estudios emplean metodologías alineadas con el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, asegurando su validez técnica.
- **Capacidad hidráulica suficiente:** Las estructuras diseñadas tienen la capacidad para evacuar los caudales previstos, según los cálculos de la fórmula racional y la modelación en HY8.
- **Diferencias en construcción:** Se evidenciaron modificaciones en la ejecución de las alcantarillas en PK00+762 y PK1+023, principalmente en la cantidad de tuberías y la pendiente de instalación. Sin embargo, estos cambios no afectan negativamente la funcionalidad del sistema, e incluso mejoran su capacidad.
- **Verificación del puente existente:** Se confirma que el puente en el PK00+610 tiene suficiente capacidad hidráulica y no requiere modificaciones.

CHEQUEO HIDRÁULICO PUENTE PK00+610

La estructura ubicada en el PK00+610 corresponde a un box culvert en concreto reforzado con las siguientes características:

- Tipo de estructura: Box culvert (marco rectangular) en concreto reforzado
- Luz hidráulica (ancho efectivo): 5.40 m
- Altura efectiva: 3.50 m • Longitud total: 8.40 m
- Material: Concreto reforzado
- Estado actual: Bueno (según inspección visual)

Según los estudios hidrológicos e hidráulicos del proyecto, se establecen los siguientes parámetros para la estructura: •

- Periodo de retorno: 25 años
- Caudal de diseño: 3.49 m^3/s
- Intensidad de lluvia: 84.09 mm/h
- Área de la cuenca aferente: 49.8 ha
- Coeficiente de escorrentía (C): 0.30
- Coeficiente de rugosidad de Manning (n): 0.012
- Pendiente del cauce (S_0): 1% (0.01 m/m)

Para determinar la capacidad hidráulica máxima de la estructura, se utiliza la ecuación de

Manning:

$Q = (1/n) \cdot A \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)}$

Donde:

- n = Coeficiente de rugosidad de Manning (0.012)
- A = Área de la sección transversal = 5.40 × 3.50 = 18.90 m^2
- P = Perímetro mojado = 5.40 + 2 × 3.50 = 12.40 m
- R = Radio hidráulico = A/P = 18.90/12.40 = 1.52 m
- S = Pendiente del canal (0.01 m/m)

$Q = (1/0.012) \cdot 18.90 \cdot 1.52^{(2/3)} \cdot 0.01^{(1/2)}$ $Q = 83.33 \cdot 18.90 \cdot 1.35 \cdot 0.1$ $Q = 214.1\ m^3/s$

La capacidad hidráulica a sección llena de la estructura es de 214.1 m^3/s.

La relación entre el caudal de diseño y la capacidad a sección llena es: q/Qlleno = 3.49/214.1 = 0.016 (1.6%) Este valor indica que el caudal de diseño representa apenas el 1.6% de la capacidad máxima de la estructura, lo que sugiere que la

estructura está significativamente sobredimensionada para las condiciones hidrológicas de la cuenca.

Altura de la lámina de agua

Partimos de los siguientes datos:

- Caudal de diseño (Q): 3.49 m³/s
- Ancho del canal (b): 5.40 m
- Coeficiente de rugosidad de Manning (n): 0.012
- Pendiente (S): 0.01 m/m

Para una sección rectangular, la ecuación de Manning es:

Q = (1/n) × A × R^(2/3) × S^(1/2)

Donde:

- A = b × y (Área de la sección transversal)
- R = A/P (Radio hidráulico)
- P = b + 2y (Perímetro mojado)

Despejando y sustituyendo:

3.49 = (1/0.012) × (5.40 × y) × ((5.40 × y)/(5.40 + 2y))^(2/3) × (0.01)^(1/2)

Iterando valores de y, la altura de la lámina de agua en la estructura es aproximadamente 0.215 metros, lo que representa aproximadamente el 6.1% de la altura total disponible (3.50 m).

La velocidad media del flujo para el caudal de diseño se puede calcular como:

V = Q/A = 3.49/(5.40 × 0.25) = 3.49/1.35 = 2.59 m/s

Esta velocidad está dentro de los rangos aceptables para estructuras de concreto (generalmente entre 0.75 y 6.0 m/s).

Para determinar el régimen de flujo, calculamos el número de Froude:

Fr = V/√(g·y) = 2.59/√(9.81×0.25) = 2.59/1.57 = 1.65

Con Fr > 1, el flujo es supercrítico, lo que indica que el agua fluirá con alta velocidad y baja profundidad a través de la estructura.

Según la modelación hidráulica realizada con el software HY8 (Figura 10 del estudio hidráulico), se observa que el nivel del agua dentro de la estructura para el caudal de diseño es muy bajo, confirmando los cálculos realizados que indican que la estructura tiene una capacidad muy superior al caudal requerido.

La estructura cuenta con una entrada tipo aletas que favorece la conducción del flujo hacia el interior del box culvert. No se observan restricciones significativas en la entrada que puedan afectar el comportamiento hidráulico. La salida de la estructura también cuenta con aletas que permiten la disipación controlada del f lujo. La velocidad de salida calculada (2.59 m/s) podría generar cierta erosión, pero está dentro de rangos manejables para este tipo de estructuras. Dada la considerable luz hidráulica (5.40 m) y altura (3.50 m) de la estructura, el riesgo de obstrucción por arrastre de sedimentos o material flotante es bajo. Incluso considerando una posible obstrucción parcial, la capacidad hidráulica seguiría siendo muy superior al caudal de diseño.

Después de realizar el chequeo hidráulico de la estructura tipo puente ubicada en el PK00+610, se concluye que:

- Capacidad hidráulica: La estructura tiene una capacidad hidráulica a sección llena de 214.1 m^3/s, que es ampliamente superior al caudal de diseño de 3.49 m^3/s para un periodo de retorno de 25 años.
- Relación de caudales: El caudal de diseño representa apenas el 1.6% de la capacidad máxima de la estructura, lo que indica un considerable sobredimensionamiento hidráulico.
- Altura de la lámina de agua: Se estima que la lámina de agua alcanzará una altura aproximada de 0.25 m, lo que representa un 7% de la altura total de la estructura.
- Régimen de flujo: El flujo a través de la estructura será supercrítico (Fr = 1.65), loque indica velocidades altas y profundidades bajas.
- Margen libre: Existe un amplio margen libre (freeboard) de aproximadamente 3.25 m, lo que proporciona una considerable seguridad ante eventos extraordinarios.

La verificación en campo de las alcantarillas existentes en Carepa demuestra que se realizaron construcciones en las abscisas identificadas en los diseños iniciales (PK0+762 y PK1+023). Si bien se encontraron diferencias en la cantidad de tuberías en PK0+762 (dos en lugar de una) y en la pendiente de instalación en ambas (2% en lugar de 1%), se afirma que ambas alcantarillas cumplen con los requerimientos

técnicos, incluso con una capacidad sobredimensionada en PK0+762. Estas construcciones son consistentes con las recomendaciones del estudio hidrológico de atender las concentraciones de flujo identificadas.

2.7 Transito.

El presente documento tiene como objetivo desarrollar la revisión y ajuste del estudio de tránsito para el proyecto "Mejoramiento de la Vía que Comunica la Vereda El Encanto con el Corregimiento El Silencio del Municipio de Carepa, Departamento de Antioquia". De acuerdo con el análisis realizado para la vía que comunica la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, departamento de Antioquia, se concluye que el estudio está bien fundamentado y adecuadamente realizado, por lo que se aprueba para continuar con las etapas siguientes del proyecto. La vía se encuentra en terreno plano, con pendientes inferiores al 5%, lo que facilita la circulación de vehículos. Actualmente, la superficie está en terreno natural sin alineamientos definidos. Dicho eso, se procedió a la realización de un estudio de tránsito a partir de la recopilación de información primaria mediante conteos vehiculares, se realiza un análisis de los resultados obtenidos, determinando el Tránsito Promedio Diario (TPD), lo que permitirá evaluar los niveles de tránsito vehicular existente y proyectar el tránsito futuro. Además, se establece el número de ejes equivalentes a considerar en el diseño del trazado geométrico y en la estructura del pavimento de la vía.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se ha seguido el siguiente procedimiento:

Recopilación de información

Se recopiló toda la información previa obtenida en la zona de estudio, necesaria para el análisis de tránsito, así como datos sobre el desarrollo económico y las necesidades de la población, elementos fundamentales para el diseño del proyecto.

Reconocimiento y descripción de la situación actual

Mediante actividades controladas y con personal capacitado, se realizó una inspección de los siguientes aspectos:

- Red vial actual.
- Volumen vehicular existente.
- Infraestructura vial presente.

Estos análisis permiten definir las necesidades de la población y los ajustes requeridos en la vía.

Situación vial futura.

Con base en los resultados obtenidos, se diseñará la geometría y la estructura del pavimento de la vía objeto de intervención.

Determinación del tránsito futuro.

Mediante metodologías técnicas, se calculó el TPD para el período de diseño, estableciendo un número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas.

Trabajos de campo.

Aforos de tráfico.

Para la recopilación de datos, se realizó un aforo de tránsito vehicular durante la tercera semana de diciembre de 2024, por un periodo de tres (3) días. Inicialmente, se contempló un monitoreo de veinticuatro (24) horas, pero por recomendaciones de los habitantes, el estudio se realizó durante doce (12) horas por razones de seguridad.

Programa de conteos de tráfico.

El programa de conteos se ejecutó en un punto estratégico, ubicado en la entrada de la vía, permitiendo identificar el tráfico vehicular de ingreso y salida. La programación del estudio se realizó en diciembre, periodo de alta concurrencia debido a las festividades de fin de año.

Diseño del formulario de conteo vehicular.

Para la recolección de datos, se diseñó un formato tipo que incluyó:

- Nombre de la estación.
- Fecha y día de conteo.
- Hora de inicio y fin.
- Responsable de la recolección de datos.
- Clasificación de vehículos por tipo.

Procedimiento de campo para el aforo manual de vehículos.

Se asignó a un observador en el punto de monitoreo para realizar el conteo manual de vehículos en intervalos de 15 minutos. Este método permite discriminar por tipo de vehículo, aunque presenta limitaciones debido a su alto costo en conteos prolongados.

Procesamiento de la información.

Los datos recolectados durante los tres (3) días de conteo se procesaron discriminados por intervalos de 15 minutos, sentidos de circulación y totales diarios, obteniendo promedios semanales y resúmenes de volúmenes horarios.

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

El estudio identificó que los periodos de mayor demanda de tráfico se presentan en la mañana y el mediodía. El Tránsito Promedio Diario (TPD) obtenido para la vía es de 8 vehículos.

Comparación de aforos 2019 y 2024.

Se presentan los resultados comparativos de los aforos realizados en los años 2019 y 2024:

Año	Autos (%)	Buses (%)	Camiones (%)
2019	70%	0%	30%
2024	75%	0%	25%

De acuerdo con los resultados, la composición vehicular de la vía se mantiene relativamente constante. Se concluye que la vía objeto de intervención presenta un nivel de tránsito bajo y que los datos obtenidos en 2019 continúan siendo representativos para el ajuste del diseño geométrico y estructural del pavimento. El tráfico vehicular en la vía es de baja intensidad, con un TPD de 8 vehículos. La composición vehicular ha cambiado levemente entre 2019 y 2024, con una reducción en el porcentaje de camiones. Los resultados del estudio de 2019 son válidos como insumo para la revisión y ajuste del diseño geométrico y del pavimento.

2.8 PMT.

El presente Plan General de Manejo de Tránsito (PMT) ha sido revisado en detalle, verificando su estructura, fundamentación técnica y aplicabilidad en el contexto del proyecto de mejoramiento vial en la vía que comunica la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, departamento de Antioquia. Tras el análisis efectuado, se concluye que el PMT está correctamente estructurado y cumple con los requisitos normativos y operativos necesarios para garantizar la seguridad vial y la eficiencia del tránsito durante la ejecución de la obra.

Fundamentos del Plan de Manejo de Tránsito

El PMT se diseñó considerando las necesidades de circulación de los usuarios y la seguridad de los trabajadores, minimizando los traumatismos en la movilidad. Entre sus objetivos principales se destacan:

- Garantizar condiciones seguras para usuarios y trabajadores.
- Mantener la transitabilidad del sector con la menor afectación posible.
- Implementar una señalización clara y eficiente.
- Controlar el tránsito de manera efectiva a lo largo del proyecto.
- Minimizar los tiempos de espera mediante una adecuada programación de flujo vehicular.
- Asegurar la adecuada señalización nocturna para reducir riesgos.

Actividades del PMT

Se estableció un plan de señalización acorde con el "Manual de Señalización – Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorutas de Colombia 2015" bajo la categoría II, aplicable a obras en zonas rurales. La ubicación de la señalización está detallada en los planos anexos. No se considera necesaria la construcción de una variante temporal debido a las mejoras geométricas proyectadas y el bajo tránsito existente.

La distribución de la señalización contempla:

- Señales preventivas (SIO-01, SIO-02, SIO-03, SIO-04, SPO-01, SPO-02, SPO-03, SR-30, entre otras).
- Dispositivos luminosos para advertencias nocturnas.
- Controladores de tráfico con paletas de paso.
- Delimitación de la zona de obra con delineadores tubulares separados cada 3 metros.
- Implementación de medidas de control para evitar la aproximación del tráfico a la zona de construcción.

Acción del PMT en Obras Hidráulicas

La señalización incluirá elementos como SIO-03, SP-33, SR-02, SPO-01, SPO-05, SPO-06 y SP-10, asegurando visibilidad y prevención de riesgos.

Información y Divulgación

Se contemplan estrategias de comunicación con la comunidad, incluyendo reuniones informativas y distribución de volantes en peajes, con el fin de advertir

sobre el inicio de las obras y la presencia de maquinaria en la vía. La señalización será instalada con un mínimo de 48 horas de anticipación al inicio de los trabajos.

Programación del Flujo Vehicular

Dado que la intervención afectara toda la calzada, se ha establecido un esquema de control de tránsito con cierres programados de 2, 5 y 10 minutos, según la demanda de flujo vehicular en cada sentido.

- Se verificará cada hora la longitud de la cola de espera para ajustar los tiempos de cierre.
- Los cierres de 5 minutos se realizarán en horas valle, y los de 10 minutos en horas pico para mejorar la eficiencia en el despeje de vehículos.
- No será potestad del controlador de tráfico modificar los tiempos de cierre sin autorización del responsable de obra.

Tras el análisis del PMT, se concluye que:

- El plan cubre adecuadamente los requerimientos de seguridad y operatividad del tráfico dentro de la zona de obra.
- Se ha considerado la señalización mínima requerida para este tipo de proyectos.
- El tráfico será manejado completamente sobre la vía existente sin necesidad de variantes temporales.
- Se recomienda evaluar la necesidad de vías alternas en caso de cierres totales imprevistos.
- En caso de intervención simultánea en varios puntos cercanos (<2 km), se deberá reevaluar el PMT para minimizar afectaciones a los usuarios.
- Se establece la posibilidad de modificar o ampliar el PMT en función del comportamiento del flujo vehicular y la seguridad en la vía.
- Se sugiere ejecutar los trabajos de forma seccionada por carriles para evitar cierres totales de la vía.
- Se enfatiza la necesidad de coordinación con los controladores de tráfico para mantener un flujo ordenado y seguro.

Dado lo anterior, el Plan General de Manejo de Tránsito se considera técnica y operativamente viable, por lo que se aprueba su implementación en el marco del proyecto.

2.9 Diseño Estructura De Pavimento.

El presente documento tuvo como objetivo realizar una revisión técnica exhaustiva del diseño de la estructura de pavimento para el proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia. Este análisis busco verificar que las soluciones técnicas planteadas cumplan con los estándares normativos aplicables, respondan a las

condiciones específicas del terreno y los materiales disponibles, y sean capaces de satisfacer las demandas de servicio proyectadas.

El diseño objeto de análisis aborda elementos fundamentales relacionados con la estructura de pavimento:

- Materiales viales: Se evaluó la selección de materiales propuestos para las diferentes capas del pavimento, verificando su adecuación técnica, propiedades mecánicas, y su disponibilidad local, aspectos esenciales para garantizar la calidad y viabilidad constructiva del diseño.
- Consideraciones geotécnicas: Se analizaron los parámetros geotécnicos empleados, asegurando que reflejen con precisión las condiciones reales de la subrasante y sean consistentes con los resultados de los estudios de suelos previos. Esto incluye la validación de propiedades como capacidad de soporte (CBR), plasticidad y contenido de humedad.
- Diseño de pavimento rígido: Se revisaron la aplicación del método AASHTO 93, que incluye el cálculo de espesores de diseño de las losas de pavimento, basado en el tránsito estimado, las cargas proyectadas, y los coeficientes de confiabilidad. Además, se verificará la correcta disposición de juntas, barras de anclaje y pasadores, elementos clave para la estabilidad estructural y funcional del pavimento.

El presente documento tiene como finalidad ajustar el diseño de pavimento rígido para el proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia. Su objetivo general es diseñar una estructura de pavimento rígido óptima conforme a los criterios establecidos en la Guía AASHTO 93, permitiendo la adopción de parámetros adecuados para el diseño geométrico y estructural del pavimento. Para ello, se establecen objetivos específicos que incluyen la determinación del tránsito equivalente durante el período de diseño, la identificación de los componentes y criterios de diseño según AASHTO 93 y el diseño de la estructura del pavimento rígido bajo dichos lineamientos.

Utilizando los criterios y lineamientos de la Guía AASHTO 93, identificamos los componentes que serán utilizados para realizar el diseño de pavimento rígido. Se utilizo una hoja de cálculo para determinar los espesores requeridos para la estructura que cumplan con la Normatividad.

El diseño de pavimento según la metodología AASHTO 93 considera diversos componentes, entre los cuales el tránsito es un factor clave. Este se define como el número de ejes equivalentes de 80 kN que transitarán por el carril a lo largo del

período de diseño. Para su determinación, se realizó un análisis basado en los conteos efectuados durante los tres días asignados para los aforos, permitiendo obtener los datos necesarios para el cálculo del tránsito proyectado.

Como parte del proceso de revisión, se identificaron posibles inconsistencias, omisiones o áreas de mejora en el diseño, emitiendo recomendaciones que optimicen su funcionalidad y adaptación a las condiciones específicas del proyecto. El objetivo principal es desarrollar una estructura de pavimento que cumpla con altos estándares de calidad, garantizando un desempeño eficiente y seguro para los usuarios, además de maximizar la vida útil de la vía y reducir los costos de mantenimiento a futuro. Para ello, se realizó el cálculo de cada variable determinante, permitiendo verificar y ajustar el tipo de estructura de pavimento más adecuada para el proyecto.

Ilustración 13. Calculos de variables para diseño de estructura de pavimento.

Tránsito Promedio Diario	**TPD**	18.00	Veh/día
Tasa de Crecimiento	**r**	4.00	%
Periódo de Diseño	**t**	20.00	Años
CBR de Subrasante	**CBR**	4.26	%
Temperatura Media Anual Prom.	**TMAP**	26.80	°C
Días Promedio que Llueve en la Zona		203.00	días
Ancho de Carril	**C**	2.50	m
Modulo de Rotura	**Mr**	3.80	Mpa/3

Nota: Se considera un CBR de 4.26, teniendo en cuenta la condición más desfavorable de los resultados del estudio de suelo.

1 CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (ESALs o EE):

N° Carriles	2 Carriles (1 en cada Dirección)

Factor Dirección	50%
Factor Distribución	100%

Tipo de Vehículo	N° Veh/día	N° Veh/año	Factor Dirección	Factor Distribución	Factor de Crecimiento	Factor Camión	N° de ESALs
AC	14	5,110	50.00%	100%	29.78	0.000742	**56.45**
B2	0	0	50.00%	100%	29.78	3.680100	**0.00**
C2	4	1,460	50.00%	100%	29.78	3.680100	**79,998.00**
C3	0	0	50.00%	100%	29.78	2.548100	**0.00**
C2S3	0	0	50.00%	100%	29.78	5.465100	**0.00**
C3S2	0	0	50.00%	100%	29.78	4.552100	**0.00**

TOTAL DE ESALD (W_{18})	80,055.00

2 DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO K:

K: módulo de reacción de la subrasante, coeficiente de balasto o módulo de Westergaard

$$K = 2.55 + 52.5 \log(CBR) \quad ; \text{para } CBR \leq 10\%$$

$$K = 46 + 9.08[\log(CBR)]^{4.34} \quad ; \text{para } CBR > 10\%$$

K	35.59	MPa/m

K subrasante	Valores de K			
	Capa granular no tratada			
	10 cm	15 cm	22.5 cm	30 cm
MPa/m	MPa/m	MPa/m	MPa/m	MPa/m
20	23	26	32	38
40	45	49	57	66
60	64	66	76	90
80	87	90	100	117
K subrasante	Capa estabilizada con cementante hidráulico			
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
MPa/m	MPa/m	MPa/m	MPa/m	MPa/m
20	60	80	105	135
40	100	130	185	230
60	140	190	245	-

Apoyo de la Losa	Capa Granular

Espesor de la Capa	15.00 cm
Espesor de la Capa Mejoramiento	20.00 cm

Nuevo K	43.93	MPa/m

3 MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA:

Módulo Elástico	Ec = 19,625.63 MPa

Módulo de Rotura	Mr = 3.8 MPa

4 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL Y FINAL PARA EL PROYECTO: Δ(PSI)

► Índice de Serviciabilidad Inicial (Po):

Tipo de Pavimento	Pavimento Rígido	4.50

► Índice de Serviciabilidad Final (Pf):

Tipo de Vía	Colectores	2.50

P_O	4.50
P_f	2.50
ΔPSI	2.00

5 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE (C_d):

Humedad	203 días	⇨	56%

Características del Drenaje	Porcentaje del tiempo en el año, que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación				Agua Eliminada en...
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%	
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10	2 horas
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00	1 día
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90	1 semana
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80	1 mes
Muy Malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70	El Agua No Drena

Drenaje	Regular

C_d	0.90

Nota: si no existe registro de la calidad de drenaje, considerar C_d=1

6 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD (R):

Clasificación Funcional	R (%)	
	Urbano	Rural
Autopistas y Carreteras importantes	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Clasificación Funcional	Colectoras
Ámbito	Rural
R	85 %

RAING PROYECTOS S.A.S

7 DETERMINACIÓN DEL VALOR DE FRACTIL DE LA LEY NORMAL CENTRADA (Z_R):

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal Z_R
50	0.000
60	-0.253
65	-0.389
70	-0.524
75	-0.674
85	-0.841
87	-1.037
88	-1.184
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Z_R	-0.841

8 DETERMINACIÓN DEL ERROR NORMAL COMBINADO (S_O):

Proyecto de Pavimento	So	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.45	0.39
Sobrecapas	0.50	0.40

Proyecto de Pavimento	Construcción Nueva

S_O	0.39

9 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J):

PAVIMENTO	J	
	JUNTAS	
	C/Pasadores	S/Pasadores
Confinado Lateralmente	2.80	4.20
No Confinado Lateralmente	3.20	4.40

Juntas	Con Pasadores

Pavimento	Confinado Lateralmente

J	2.80

10 CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA PARA EL PAVIMENTO (D):

$$\mathrm{Log}_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 7.35\,\mathrm{Log}_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\mathrm{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1+\frac{1.25\times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_f)\times \mathrm{Log}_{10}\left\{\frac{M_r C_d\left(0.09D^{0.75}-1.132\right)}{1.51\times J\left[0.09D^{0.75}-\frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right]}\right\}$$

Resultados:

W_{18}	80,055.00	
Z_R	-0.841	
S_o	0.39	
D	101.86	mm
ΔPSI	2.00	
P_f	2.50	
M_r	3.83	MPa
C_d	0.90	
J	2.80	

E_c	19,625.63	MPa
K	43.93	MPa/m

Correcto	10.19	cm
Considerado	15.00	cm

Donde:

W_{18}: número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

Z_R: desviación normal estándar.

S_o: error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D: espesor del pavimento de concreto, en milímetros **(ASUMIR)**.

ΔPSI: diferencia entre los índices de servicios inicial y final.

P_f: índice de serviciabilidad o servicio final.

M_r: resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz).

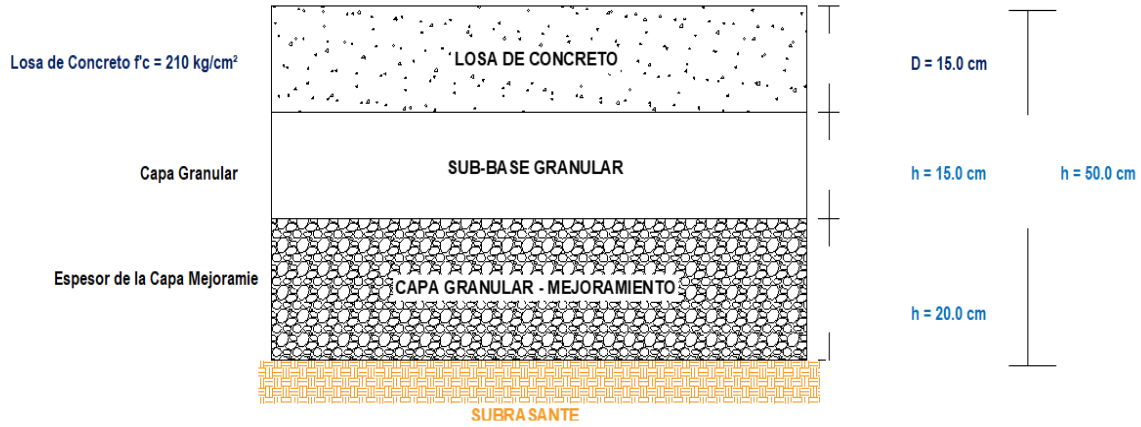
C_d: coeficiente de drenaje.

J: coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

E_c: módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

K: módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento.

11 DETALLE DEL PAVIMENTO RÍGIDO:



La estructura de pavimento rígido propuesta para el tramo de intervención consiste en:

- **15 cm de concreto hidráulico MR. 3.8 MPa.**
- **15 cm de subbase granular tipo C.**
- **20 cm de material de mejoramiento para alcanzar CBR de 4.26%**
- **Losas de concreto de 2.5 m de ancho y 3 m de largo.**

En cuanto el diseño de refuerzo para la estructura de pavimento, se realizaron los siguientes cálculos:

1 CORTE DEL PAVIMENTO RÍGIDO

h	**15,00**	cm
h_p	**15,00**	cm
h_{mc}		cm
h/2	**7,50**	cm
p	**3,50**	cm

Donde:

h: espesor de la losa de concreto, el cual oscila entre 18 y 30cm.

h_p: espesor de la plataforma (capas granulares o capas cementantes).

h_{mc}: espesor del material de conformación, en caso se considere.

h/2: profundidad de los pasadores, dovelas o barras de transferencia.

p: profundidad del sello (h/6 < p < h/4).

2,50 =	h/6	<	p	h/4 = 3,75

2 PLANTA DEL PAVIMENTO RÍGIDO

b	**2,50**	m	**b:** ancho del carril en metros.
h	**0,15**	m	**h:** espesor de la losa en metros.
L_1=1.25 b	3,13	m	L_1: longitud de la losa en función del ancho del carril.
L_2=25h	3,75	m	L_2: longitud de la losa en función de su espesor.
$L_{máx}$	**3,75**	m	$L_{máx}$: longitud máxima entre L_1 y L_2.
$L_{considerado}$	**3,00**	m	$L_{considerado}$: se recomienda que la losa no exceda de 6.00m en su longitud

Donde:

►DIMENSIONES RECOMENDADAS DE LOS PASADORES EN JUNTAS TRANSVERSALES:

Rango de Espesor de Losa h (cm)	Diámetro del Pasador Ø (Pulgadas)	Longitud del Pasador L (cm)	Separación entre Barras (cm)
0 - 10	1/2"	25	30
11 - 13	5/8"	30	30
14 - 15	3/4"	35	30

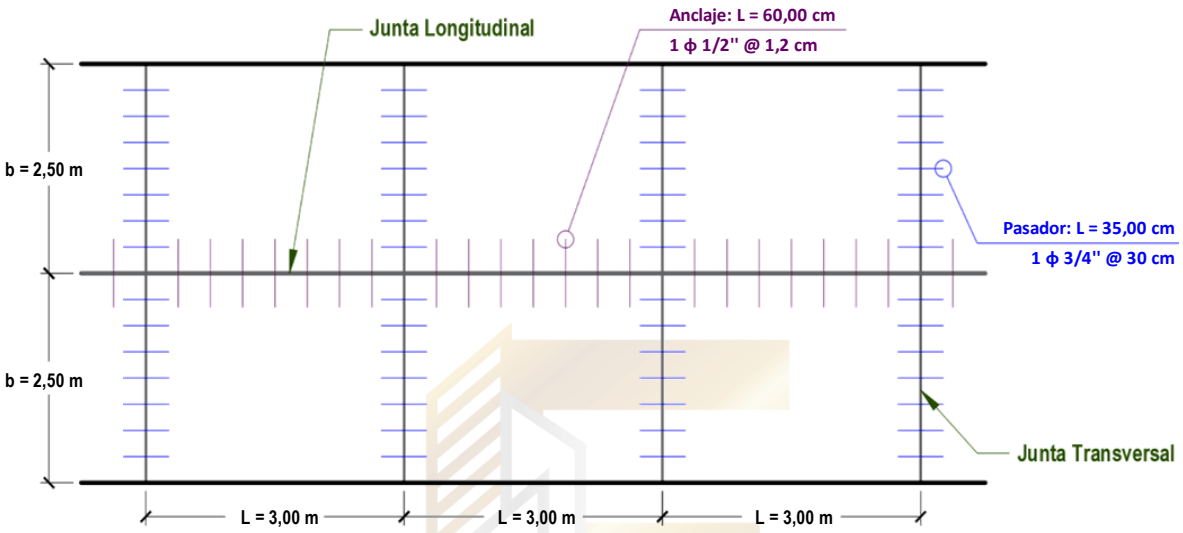
h	15,00	cm
Rango de h	14 - 15	cm
Diámetro	3/4"	
Longitud	35,00	cm
Separación	@ 30,00	cm

►DIMENSIONES RECOMENDADAS DE LAS BARRAS DE ANCLAJE EN JUNTAS LONGITUDINALES:

Espesor de Losa h (cm)	Diámetro del Anclaje Ø (Pulgadas)	Longitud del Anclaje L (cm)	Separación entre Barras (cm)
15	1/2"	60	1,2
17,5	1/2"	60	1
20	1/2"	60	0,9
22,5	1/2"	60	0,8
25	1/2"	60	0,7

h	15,00	cm
Diámetro	1/2"	cm
Longitud	60,00	cm
Separación	@ 1,20	cm

► DETALLE DE JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES:



CHEQUEO DE PAVIMENTO POR CONSUMO DE EROSIÓN Y CONSUMO DE FATIGA

CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO Y TOTAL

TRANSITO DIARIO	18.00	TASA DE CRECIMIENTO %	4
FACTOR SENTIDO	0.5	FACTOR CARRIL	1
		PERIODO DE DISENO (Años)	20
		CONFIABILIDAD (90%) (Zr)	1.282

VEHICULOS	PORCENTAJE	NUMERO VEHICULOS DIARIOS	FACTOR DANO	TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO
VEHICULOS	%	18		
AUTOS	75.0	14	0	0
BUSES	0.0	0	0.46	0
CAMIONES	25.0	4		
C2P	100.0	4	0.32	1
C2G	0.0	0	4.16	0
C3	0.0	0	6.33	0
C3S2	0.0	0	9.94	0
C3S3	0.0	0	8.63	0
TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO				1

TRANSITO EQUIVALENTE TOTAL ACUMULADO	8,062.50

INFORMACION PARA CALCULO DE ESPECTRO DE CARGAS									
NUMERO VEHICULOS ACUMULADOS	EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE				SIMPLE RUEDA DOBLE		EJES TANDEM		TRIDEM
	2.5	4	6		6	11	21	22	24
113,378.85									
85,034.14									
-		0			0				
25,195.30									
25,195.30	25195				25195				
-			0			0			
-			0					0	
-			0				0		
-			0					0	0
TOTAL	25195	0	0	0	25195	0	0	0	0
110,229.44									

Numero de Vehiculos		110,229.00

Eje Sencillo (Ton)	Eje Sencillo (KN)	Historial de Cargas -Eje sencillo (0-500)	Repeticiones esperadas
2	19.6	2.3	2,535.27
3	29.4	19.6	21,604.88
4	39.2	21.5	23,699.24
5	49	12	13,227.48
6	58.8	6.3	6,944.43
7	68.6	3.9	4,298.93
8	78.4	3.7	4,078.47
9	88.2	4.5	4,960.31

RAING
PROYECTOS S.A.S
NIT. 901.640.929 - 0

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [Sin Nombre.pca] EJERCICIO PAVIMENTO

Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción : MEJORAMIENTO VIA EL SILENCIO - TALEGO Método : PCA-84

TRÁNSITO | Parámetros de Diseño PCA | Parámetros de Diseño AASHTO

Unidad Cargas : kN

Factor de Seguridad Carga : 1

Factor Mayoración Repeticiones : 1

Ejes Simples Rueda Simple | Ejes Simples Rueda Doble | Ejes Tandem Rueda Simple | Ejes Tandem Rueda Doble | Ejes Tridem

#	Carga Eje	Repeticiones Esperadas
1	19.6	2535.27
2	29.4	21604.88
3	39.2	23699.24
4	49	13227.48
5	58.8	6944.43
6	68.6	4298.93
7	78.4	4078.47
8	88.2	4960.31
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		

Geometría Eje

Radio Carga [a] : 11.99 cm Ancho Eje [D] : 182.88 cm

Aashto (Cálculo W82)

Exponente : 4

Carga Referencia (kN) : 65

Factores

Esfuerzo Equivalente : 2.6627 Factor Esfuerzo : 0.7007 Factor Erosión : 3.208

BS-PCAA. Diseño de Pavimentos Rígidos [Sin Nombre.pca] EJERCICIO PAVIMENTO

Proyecto Opciones Fórmulas Espectro Sensibilidad Terminar

Descripción : MEJORAMIENTO VIA EL SILENCIO - TALEGO Método : PCA-84

TRÁNSITO | Parámetros de Diseño PCA | Parámetros de Diseño AASHTO

Resistencia K del Apoyo : 43.93 Mpa/m K Combinado

Espesor Losa [h1] : 15 cm

Longitud Losa [L] : 3 m

Ancho Losa [W] : 2.5 m

Módulo de Elasticidad [E1] : 19625 Mpa

Densidad [s1] : 2.4 Tn/m3

Relación de Poisson [u1] : 0.15

Módulo de Rotura [Sc] : 3.8 Mpa

Coeficiente de Variación [CV] (%) : 2.5

Ancho de Berma [D0] : 0 m

Con Pasadores

Factor de Trabazón de Agregados [AGG] : 0 Mpa

% Camiones al Borde : 0

Capas : Una Capa

Datos Ambientales

Diferencial Temperaturas [dT] : 26.8 oC

Coeficiente Térmico [alfa] : 5.500E-06 1/oC

% Tránsito para Alabeo : 0

Consumo Erosión (%) : 2.2504

Consumo Esfuerzo (%) : 37.9838

3205632983 raingproyectos@gmail.com CL 120 No 42 - 112 / Barranquilla - Atlántico

DISENO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO : PCA-84
Software : BS-PCAA
Proyecto: [TALEGO] MEJORAMIENTO VIA EL SILENCIO - TALEGO

Datos :

Resistencia K del Apoyo	43.93 Mpa/m
Espesor Losa	15 cm
Longitud Losa	3 m
Ancho Losa	2.5 m
Modulo de Elasticidad	19625 Mpa
Densidad	2.4 Tn/m3
Relacion de Poisson	0.15
Modulo de Rotura	3.8 Mpa
Coeficiente de Variacion	2.5%
Ancho de Berma	0 m
Factor de Trabazon de Agregados	0 Mpa
Camiones al Borde	0%
Pasadores	SI
Diferencial de Temperaturas	26.8 oC
Coeficiente Termico	5.50E-06 1/oC
Trafico para Alabeo	0%
Factor de Seguridad Cargas	1
Factor de Mayoración Repeticiones	1

Resultados :

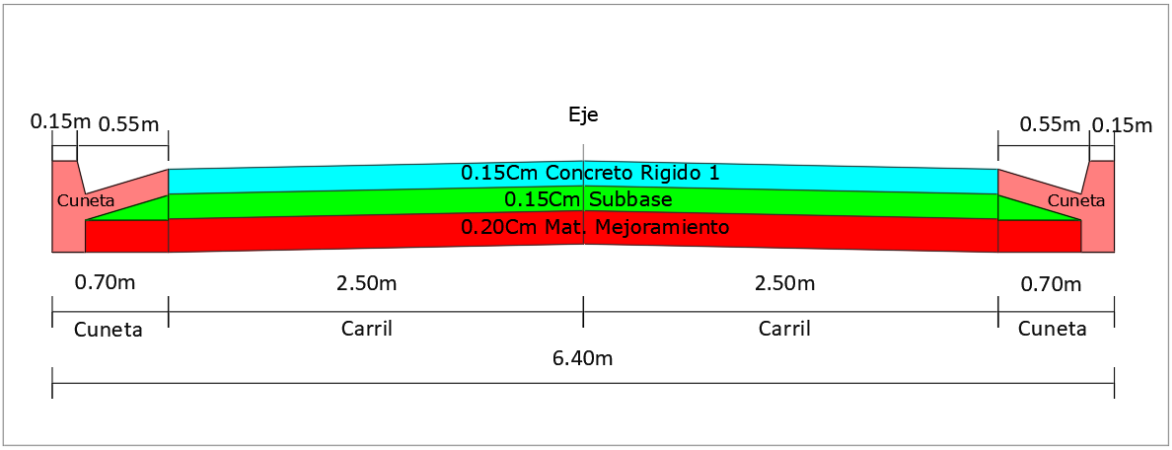
Carga kN	Carga FS kN	Repeticiones Esperadas	Esfuerzo Equival. psi	Repeticiones Admisib_Fatiga	Consumo Fatiga %	Repeticiones Admisi_Erosion	Consumo Erosion %
EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE							
Esfuerzo Equivalente: 2.7 Factor Esfuerzo: 0.7007 Factor Erosion: 3.2080							
19.60	19.60	2,535	84.0	Inf	0.00	Inf	0.00
29.40	29.40	21,605	123.0	Inf	0.00	Inf	0.00
39.20	39.20	23,699	161.1	Inf	0.00	175,257,801	0.01
49.00	49.00	13,227	198.7	Inf	0.00	16,719,460	0.08
58.80	58.80	6,944	235.9	Inf	0.00	4,536,435	0.15
68.60	68.60	4,299	272.7	1,010,664	0.43	1,728,175	0.25
78.40	78.40	4,078	309.1	92,775	4.40	786,656	0.52
88.20	88.20	4,960	345.3	14,958	33.16	400,833	1.24
EJES SIMPLES RUEDA DOBLE							
Esfuerzo Equivalente: 2.7 Factor Esfuerzo: 0.7007 Factor Erosion: 3.2080							
10.00	10.00	3,571,434	44.6	Inf	0.00	Inf	0.00
6.50	6.50	5,102,048	29.8	Inf	0.00	Inf	0.00
8.00	8.00	1,190,478	36.2	Inf	0.00	Inf	0.00
EJES TANDEM RUEDA DOBLE							
Esfuerzo Equivalente: 2.2 Factor Esfuerzo: 0.5770 Factor Erosion: 3.2941							
23.00	23.00	4,761,912	41.3	Inf	0.00	Inf	0.00
21.00	21.00	4,761,912	37.9	Inf	0.00	Inf	0.00
EJES TRIDEM							
Esfuerzo Equivalente: 1.6 Factor Esfuerzo: 0.4333 Factor Erosion: 3.3502							
25.00	25.00	1,785,719	23.7	Inf	0.00	Inf	0.00
					-------		-------
				Total :	37.98	PCA-84:	2.25

DISENO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO AASHTO
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Software : BS-PCAA

Proyecto: [TALEGO] MEJORAMIENTO VIA EL SILENCIO - TALEGO

El diseño de pavimento se ha establecido para un período de servicio de 20 años, con una proyección de tránsito estimada en 80,043 ejes equivalentes de 80 kN. La solución estructural propuesta está compuesta por una carpeta de concreto de 15 cm de espesor, una subbase granular de 15 cm y una capa de mejoramiento del terreno de 20 cm en todo el trayecto. Esta medida busca optimizar la capacidad de soporte del suelo, garantizando un CBR superior al 4% y mejorando el desempeño estructural de la vía. En conjunto, la estructura del pavimento alcanzará un espesor total de 50 cm, asegurando una adecuada resistencia y durabilidad frente a las condiciones de carga y servicio previstas, esto resumido en la siguiente imagen.

Ilustración 14. Diseño estructura de pavimento, subbase y mejoramiento subrasante.



El diseño de la estructura de pavimento se consideró cuidadosamente la disposición de las juntas transversales y longitudinales, asegurando el cumplimiento de los espaciamientos establecidos, así como las especificaciones para los diámetros y distancias de los pasadores de transmisión de carga y las barras de anclaje, según lo indicado en el diseño. Para las losas con geometría irregular, se requiere un refuerzo adicional mediante un emparrillado en dos direcciones, con el fin de evitar fallas estructurales derivadas del incumplimiento de la relación ancho/largo. Asimismo, en las curvas se recomienda iniciar la modulación desde la parte interior, garantizando una distribución uniforme de las losas y minimizando la presencia de espacios excesivos que puedan comprometer la estabilidad y desempeño del pavimento.

2.10 Diseño Estructural.

Lo siguiente corresponde a un análisis técnico enfocado en aspectos geotécnicos relacionados con el proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia. Aunque el informe aborda elementos esenciales para fundamentar decisiones de diseño estructural, su contenido no desarrolla un diseño estructural integral. Este enfoque requiere ser complementado para cumplir con las necesidades completas del proyecto.

El informe incluyó aspectos importantes como la realización de tres sondeos mediante el ensayo de penetración estándar (SPT), la descripción de las características típicas de los suelos en la zona, los resultados de ensayos de compresión simple, y correlaciones entre el valor \(N\) del SPT y la resistencia efectiva de los suelos. Asimismo, se evaluaron parámetros clave como el coeficiente de balasto, las fuerzas sísmicas y la capacidad portante de cimentaciones superficiales. Estos análisis son útiles como base técnica.

En este contexto, se evaluaron los siguientes aspectos clave del informe:

- Adecuación del enfoque del informe: Se consideró si la información presentada es suficiente para sustentar un diseño estructural.
- Calidad de la exploración geotécnica: Se revisó la representatividad de los sondeos y ensayos realizados, concluyendo que la exploración es adecuada en términos generales.
- Coherencia en la determinación de parámetros: Las correlaciones entre los valores del SPT y las propiedades mecánicas del suelo fueron validadas, observando que son consistentes con la práctica técnica.
- Evaluación de fuerzas sísmicas: Se constató que los parámetros utilizados para el análisis sísmico están alineados con las normativas vigentes y son representativos de las condiciones del sitio.

El análisis del informe revisado sobre el proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia, muestra un enfoque adecuado en su estructura y contenido general, aunque se identifican aspectos a mejorar en algunos apartados clave. En cuanto al alcance y los objetivos, se aprecia que tanto el alcance como los objetivos generales y específicos están bien definidos dentro del marco del proyecto.

El contexto del proyecto está claramente descrito, incluyendo una adecuada presentación de las generalidades del proyecto con fotografías del sitio. Además, se detalla la localización de la zona de estudio desde una escala regional hasta una

escala local. Respecto a la exploración geotécnica, el documento incluye un plano anexo con la localización de los apiques realizados, que consisten en 4 puntos distribuidos a lo largo de un tramo de 1 km. Esta cantidad de exploraciones es considerada adecuada por la presente consultoría, ya que permite caracterizar de manera suficiente la vía en estudio. En el apartado de exploraciones geotécnicas realizadas, el informe detalla la ejecución de 3 sondeos mediante el ensayo de penetración estándar (SPT), ubicados estratégicamente en los puntos donde se proyectan las alcantarillas. El análisis técnico del informe sobre los aspectos geotécnicos del proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia, muestra una cobertura completa de los aspectos clave relacionados con el terreno y las propiedades de los suelos en la zona de intervención. En primer lugar, se presentan correctamente los factores de corrección del SPT, aplicados de manera adecuada según los parámetros establecidos. Además, se incluyen diversas características geotécnicas importantes, como la granulometría, el límite líquido, el límite plástico, la humedad natural y la compresión inconfinada de los suelos, proporcionando una visión integral del comportamiento del terreno en términos de sus propiedades físicas y mecánicas. También se detallan análisis de amenazas geotécnicas, lo que permite identificar y evaluar posibles riesgos asociados con el terreno y sus características, lo cual es fundamental para el diseño seguro de las infraestructuras. Las correlaciones entre los límites de plasticidad y los parámetros econométricos son correctas y están bien fundamentadas, lo que permite estimar el comportamiento de los suelos bajo diferentes condiciones de carga. Asimismo, se presentan las correlaciones entre el SPT y diversos parámetros del suelo, tales como el ángulo de fricción, la densidad relativa y el módulo de Young, los cuales son cruciales para evaluar la resistencia y la deformabilidad de los materiales presentes en el sitio. También se incluye el cálculo del módulo de balasto, el cual es necesario para determinar la capacidad del suelo para soportar las cargas aplicadas sobre las estructuras, como el pavimento o las cimentaciones. En este sentido, la consultoría considera que el tratamiento de los aspectos geotécnicos escompleto y adecuado, presentando valores representativos y suficientemente detallados para fundamentar las decisiones de diseño y ejecución del proyecto. Respecto a las fuerzas sísmicas, el informe presenta los coeficientes Aa y Av, los cuales son necesarios para evaluar los efectos sísmicos en la zona de intervención. La presente consultoría considera que las conclusiones presentadas por el autor son adecuadas.

3. SOCIALIZACIÓN INICIAL COMUNIDAD.

La socialización del proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia, se realizó con el objetivo de informar y garantizar la participación de la comunidad beneficiada. Durante esta etapa, se presentó el alcance preliminar del proyecto, explicando en detalle las características técnicas, los objetivos y los beneficios que se derivarán de la intervención. El evento contó con la presencia de representantes del municipio, de la Agencia de Renovación del Territorio, de la interventoría, del contratista de obra y de la comunidad local. Este acompañamiento multidisciplinario aseguró que todos los actores relevantes del proyecto estuvieran disponibles para aclarar dudas, recibir sugerencias y fortalecer la comunicación entre las partes. Se generó un espacio participativo en el que la comunidad tuvo la oportunidad de expresar sus inquietudes, sugerencias y recomendaciones relacionadas con el desarrollo del proyecto. Aunque estas sugerencias no podían modificar el objeto y el alcance ya definidos, fueron recopiladas por el contratista de obra e interventoría para su posterior evaluación técnica. La socialización permitió explicar aspectos clave como la metodología de trabajo, las etapas del proyecto, las implicaciones técnicas y los plazos estimados. Además, se resaltaron los beneficios directos e indirectos para la comunidad, como la mejora en la movilidad, el incremento de la seguridad vial y el impacto positivo en la conectividad regional. En conclusión, la socialización fue un proceso transparente y colaborativo que fortaleció la confianza de la comunidad en el proyecto y permitió consolidar un vínculo directo entre los beneficiarios y los responsables de su ejecución. Este espacio garantizó que los intereses de la comunidad fueran considerados dentro de un marco técnico adecuado, promoviendo el éxito y la aceptación del proyecto a nivel local.

4. PRESUPUESTO.

El presupuesto está en conformidad con los requerimientos planteados; sin embargo, se presentará con algunas modificaciones que se han considerado necesarias tras una revisión detallada. Estos ajustes buscan optimizar los recursos y garantizar que se ajusten a las necesidades identificadas.

A continuación, se presenta presupuesto ajustado:

RAING PROYECTOS S.A.S
NIT. 901.640.929 - 0

MEJORAMIENTO DE LA VIA QUE COMUNICA LA VEREDA EL ENCANTO CON EL CORREGIMIENTO EL SILENCIO, MUNICIPIO DE CAREPA, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.												
Nº	ÍTEM DE PAGO	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	MAYORES/MENORES		CONDICIONES ACTUALIZADAS	
		GENERAL	PARTICULAR						CANTIDAD	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR TOTAL
I - EXPLANACIONES												
1	600.1.1	600-13		EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR (Incluye retiro disposicion final)	m3	740,27	$ 92.883,00	$ 68.758.498,00	-740,27	-$ 68.758.498,00	-	$ -
2	220,1	220-13		TERRAPLENES	m3	932,40	$ 206.569,00	$ 192.604.936,00	-932,40	-$ 192.604.936,00	-	$ -
Subtotal								**$ 261.363.434,00**		**-$ 261.363.434,00**		**$ -**
II - AFIRMADOS, SUBBASES Y BASES												
3	320.3	320-13		SUBBASE GRANULAR CLASE C	m3	600,00	$ 245.808,00	$ 147.484.800,00	300,00	$ 73.742.400,00	900,00	$ 221.227.200,00
Subtotal								**$ 147.484.800,00**		**$ 73.742.400,00**		**$ 221.227.200,00**
III - ESTRUCTURA DE PAVIMENTO												
4	500,10	500-13		PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO MR=3.8 Mpa (Incluye acero transferencia longitudinal y transversal y juntas)	m3	750,00	$ 1.490.819,00	$ 1.118.114.250,00	0,00	$ -	750,00	$ 1.118.114.250,00
Subtotal								**$ 1.118.114.250,00**		**$ -**		**$ 1.118.114.250,00**
IV - ESTRUCTURAS Y DRENAJES												
5	600.1.1	600-13		EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	m3	414,92	$ 92.883,00	$ 38.539.014,00	-414,92	-$ 38.539.014,00	-	$ -
6	610.2	610-13		RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON RECEBO.	m3	57,21	$ 163.240,00	$ 9.338.960,00	-57,21	-$ 9.338.960,00	-	$ -
7	640.1	640-13		ACERO DE REFUERZO FY 420 MPA.	kg	20179,72	$ 10.691,00	$ 215.741.387,00	-4262,78	-$ 45.573.402,00	15.916,94	$ 170.167.984,00
8	661.1	661-13		TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO CLASE D DE 900 MM DE DIAMETRO INTERIOR	m	22,50	$ 1.388.161,00	$ 31.233.623,00	-22,50	-$ 31.233.623,00	-	$ -
9	630.4	630-13		CONCRETO RESISTENCIA 21MPA (D)	m3	38,13	$ 1.052.833,00	$ 40.144.522,00	-38,13	-$ 40.144.522,00	-	$ -
10	671.3		671-13P	CUNETA DE CONCRETO VACIADA IN SITU; INCLUYE LA CONFORMACION DE LA SUPERFICIE DE APOYO	m3	384,00	$ 948.380,00	$ 364.177.920,00	-26,50	-$ 25.132.070,00	357,50	$ 339.045.850,00
Subtotal								**$ 699.175.426,00**		**-$ 189.961.591,00**	-	**$ 509.213.834,00**
V - SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD												
11	710.1	710-13		SEÑAL VERTICAL DE TRANSITO VERTICAL TIPO 1 CON LAMINA RETRORREFLECTIVA TIPO III (75X75)	Und	10,00	$ 862.652,00	$ 8.626.520,00	2,00	$ 1.725.304,00	12,00	$ 10.351.824,00

12	700.1	700-13		LINEA DEMARCACIÓN CON PINTURA EN FRÍO	ml	3000,00	$ 4.301,00	$ 12.903.000,00	186,00	$ 799.986,00	3.186,00	$ 13.702.986,00
Subtotal								**$ 21.529.520,00**		**$ 2.525.290,00**		**$ 24.054.810,00**
ITEMS NO PREVISTOS												
NP01				Localización, trazado y replanteo con comision topografica	m2		$ 2.798,06	$ -	6400,00	$ 17.907.610,00	6400,00	$ 17.907.610,00
NP02				Mejoramiento de subrasante con afirmado	m3		$ 239.132,14	$ -	1717,93	$ 410.812.269,00	1717,93	$ 410.812.269,00
NP03				EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN DE LA EXPLANACIÓN Y CANALES	m3		$ 35.029,95		799,11	$ 27.992.641,00	799,11	$ 27.992.641,00
Subtotal								**$ -**		**$ 456.712.520,00**		**$ 456.712.520,00**
SUBTOTAL OBRAS (ETAPA I)								**$ 2.247.667.430,00**		**$ 81.655.185,00**		**$ 2.329.322.614,00**
V- PLAN DE GESTION INTEGRAL DE LA OBRA y COSTOS AMBIENTALES												
13	1.010			IMPLEMENTACIÓN DEL PGIO (SST, Calidad, Ambiental, Transito,etc.)	Und	1,00	$ 51.820.627,00	$ 51.820.627,00			1,00	$ 51.820.627,00
				1. IMPLEMETACIÓN PGIO - EJE SST	Und	1,00	$ 2.025.000,00					
				2. IMPLEMETACION PGIO - EJE AMBIENTAL (en caso de ser requerido)	Und	1,00	$ 15.644.466,00					
				3. IMPLEMETACION PGIO - EJE CALIDAD	Und	1,00	$ 1.375.000,00					
				4. IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO	Und	1,00	$ 32.776.161,00					
VI - COSTO ETAPA I (AJUSTE Y APROPIACION ESTUDIOS Y DISEÑOS)												
14			E1-O	**Etapa I** (Ajuste y Apropiación, incluye IVA)	Gl	1,00	$ 53.584.541,00	$ 53.584.541,00				$ 53.584.541,00
				COSTO TOTAL DE OBRA (ETAPA I +ETAPA II)				**$ 2.353.072.598,00**		**$ 81.655.185,00**		**$ 2.434.727.782,00**

RAING PROYECTOS S.A.S 0.929 - 0

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusión.

El proyecto de mejoramiento de la vía que conecta la vereda El Encanto con el corregimiento El Silencio, en el municipio de Carepa, Antioquia, ha sido objeto de una revisión técnica exhaustiva, lo que ha permitido evaluar con precisión los diferentes estudios realizados. En términos generales, los informes presentados evidencian un enfoque metodológico sólido y detallado, cumpliendo con los estándares normativos y técnicos vigentes. Esto confirma la viabilidad técnica del proyecto y garantiza que las decisiones adoptadas se sustentan en un análisis riguroso. Uno de los aspectos más destacables es la claridad en la definición de los alcances y objetivos de los estudios, así como la adecuada contextualización del proyecto dentro de su entorno regional y local. No obstante, durante las visitas técnicas realizadas en la zona de intervención, se identificaron tramos de placa huella existentes (108 metros dentro del kilómetro proyectado), lo que requirió ajustes en el diseño de la estructura de pavimento para garantizar su integración y optimización.

Asimismo, se identificaron obras de drenaje previamente construidas que habían sido contempladas en los estudios iniciales. Para ello, se realizó un análisis detallado de su estado estructural, complementado con un nuevo estudio hidráulico e hidrológico, concluyendo que dichas estructuras cumplen con las especificaciones técnicas necesarias para garantizar la funcionalidad y viabilidad del proyecto. Por otro lado, con el objetivo de validar las propiedades mecánicas del suelo y contrastarlas con los estudios previos proporcionados por la entidad, se ejecutaron nuevos ensayos de laboratorio. Los resultados evidenciaron diferencias significativas que hicieron necesario el ajuste de los cálculos de mejoramiento de suelo en tramos específicos. Estos ajustes, a su vez, permitieron la optimización del diseño de la estructura de pavimento, asegurando una solución técnica más adecuada para las condiciones del terreno.

La revisión técnica realizada permitió identificar oportunidades de mejora en el diseño del proyecto, garantizando una mayor eficiencia y sostenibilidad en la ejecución de la obra. Con la implementación de los ajustes señalados, se optimizan los recursos y se mejora la funcionalidad de la infraestructura, asegurando su adecuada operatividad a largo plazo.

Un punto relevante en el desarrollo del proyecto fue la etapa de socialización del alcance preliminar ante la comunidad beneficiada. Durante este proceso, se presentó en detalle el alcance, los objetivos y los beneficios esperados de la intervención, en un espacio participativo que contó con la presencia de representantes del municipio, de la Agencia de Renovación del Territorio, del contratista de obra, la interventoría y la comunidad local. La socialización permitió a la comunidad expresar sus inquietudes y sugerencias, las cuales fueron recopiladas para su evaluación técnica. Este ejercicio transparente y colaborativo fortaleció la confianza en el proyecto, destacando el compromiso de las partes responsables por incluir a la comunidad en el proceso y garantizar que sus intereses fueran considerados dentro de un marco técnico sólido. Además, se resaltaron los beneficios directos, como la mejora en la movilidad y la seguridad vial, así como el impacto positivo en la conectividad regional Los estudios realizados y los procesos sociales ejecutados respaldan la aceptación y viabilidad del proyecto, asegurando que tanto los aspectos técnicos como los intereses de la comunidad se encuentren debidamente integrados. Este enfoque refuerza la calidad y sostenibilidad de la intervención, posicionándola como una solución eficiente y beneficiosa para el desarrollo local.

Recomendaciones.

Se detallan las recomendaciones para la ejecución del proyecto de mejoramiento vial, basadas en los hallazgos realizados durante el levantamiento técnico y la caracterización del tramo vial:

- **Mejoramiento de subrasante y aumento del espesor de la subbase:** Para garantizar un CBR de diseño del 4.26%, se recomienda mejorar la subrasante mediante la adición de materiales, conforme a lo estipulado en el Artículo 231-13 del Capítulo 2 - Explanaciones de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS. La consultoría sugiere que este mejoramiento se realice con material tipo afirmado seleccionado de la cartera certificada presentada, complementado con la implementación de 15 cm de subbase granular clase C, en cumplimiento del Artículo 320-13 de las normas vigentes del INVIAS.

El objetivo principal de esta estabilización es optimizar las propiedades del suelo, particularmente en:

- Plasticidad: Reduciendo su susceptibilidad a la humedad y mejorando su comportamiento en condiciones climáticas variables.
- Granulometría: Favoreciendo la respuesta estructural ante cargas de tránsito y facilitando la compactación durante la construcción.

El estudio de suelos realizado identificó una unidad homogénea con predominio de suelos arcillosos de plasticidad media a alta. En cinco de los seis apiques analizados, se obtuvieron valores de CBR inferiores al 3%, lo que evidencia una capacidad de soporte insuficiente para el diseño estructural propuesto. Asimismo, se detectaron riesgos de expansión y colapso en ciertos tramos, lo que hace indispensable el uso de compactación mecánica para mitigar estos efectos adversos y garantizar la estabilidad de la estructura vial. En conclusión, la estrategia de mejoramiento propuesta contribuirá a cumplir con los requisitos estructurales del pavimento, optimizando la capacidad de carga y asegurando una adecuada durabilidad de la vía.

- **Exclusión de obras hidráulicas ya realizadas:** Durante el levantamiento, se identificaron obras hidráulicas ya ejecutadas en el tramo vial. Debido a que estas estructuras se encuentran en condiciones adecuadas para el funcionamiento de la vía, se recomienda no incluirlas en el presupuesto del proyecto, evitando duplicidad de esfuerzos y recursos. La intervención en estas obras no es necesaria, lo que permitirá optimizar el presupuesto disponible para otras áreas del proyecto.
- **No intervención en tramos de placa huella:** Se observó que existen tramos de placa huella dentro del recorrido de la vía. Debido a que estos tramos ya cumplen con las condiciones adecuadas para el tránsito vehicular, se recomienda no intervenirlos. La intervención en estas áreas no es pertinente, ya que las condiciones actuales no afectan negativamente la funcionalidad ni la seguridad vial. Por lo tanto, se debe concentrar el presupuesto y los esfuerzos en aquellos tramos que realmente requieren modificación.
- **Presupuesto ajustado:** Finalmente, se presenta un presupuesto ajustado que toma en cuenta las recomendaciones anteriores, con el objetivo de optimizar los recursos disponibles y garantizar que se destinen adecuadamente a las áreas que requieren intervención urgente. Este presupuesto ajustado permitirá asegurar la correcta ejecución del proyecto, manteniendo la viabilidad financiera y asegurando que el impacto en la infraestructura vial sea el esperado.



RAING PROYECTOS SAS
Representante Legal: LIANIS JULIETH ANAYA MEJIA
CC: 1.005.552.109 de San Marcos Sucre
NIT.901.640.929-0
Dirección: Calle 120 # 42-112 Barranquilla
Teléfono: 3205632983
Correo electrónico: Raingproyectos@gmail.com