UNIÓN TEMPORAL MAGDALENA

NIT: 901.799.335 – 1

Barranquilla, Mayo 22 de 2024

OFICIO: UTM2024 – 059

Señores:
Ing. JESÚS MARÍA BERDUGO LEAL
RL/ CONSORCIO MAGDALENA BAJO
EMAIL: codipro2011@gmail.com
consorciomagdalenabajo@gmail.com

REFERENCIA: ***CONTRATO No. CO-1551-2023 -*** *Mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación de la red vial secundaria y terciaria a través del banco de maquinaria amarilla en el Departamento del Magdalena.*
TRAMO ESTACIÓN VILLA – MONTERRUBIO.

ASUNTO: ***AJUSTE DISEÑO DE PAVIMENTOS***

En Virtud de continuar con la solución y ajuste al diseño de la estructura de pavimento y con base en las recomendaciones entregadas por el Ingeniero especialista Jaime Echavarría (interventoría) en comité virtual del 30 de abril de 2024 a nuestro Ingeniero Especialista Walter Pautt (contratista) habiendo entregado el diseño de pavimento el 18 de Abril de 2024 en nuestra propuesta del balance del contrato en oficio UTM2024 - 046 sugiriéndonos algunos ajustes al diseños se tomaron en cuenta dichas observaciones y en correo enviado el día 20 de mayo de 2024 se envió nuevamente el diseño de pavimento bajo esas recomendaciones y los ajustes pertinentes a dicho diseño.

Nuevamente se recibieron vía telefónica de acuerdo a este correo unas sugerencias adicionales por parte de los ingenieros especialistas de la interventoría y se volvieron hacer otros ajustes al diseño de pavimentos el cual estamos entregando por medio de este correo a la interventoría, obteniendo así de acuerdo al informe un espesor para la estructura de pavimento de 30 cm para toda la vía. Adjuntamos dicho informe del Ingeniero Especialista Walter Pautt.

Atentamente.

Ingeniero: ***EVER JOSE PATERNINA BALETA***

Rep. Legal: UNIÓN TEMPORAL MAGDALENA.
CC. 92.554.203 de Corozal – Sucre.

Ccopia: **GOBERNACIÓN DEL MAGDALENA**
Atn: Julio Cesar Escobar- Supervisor Tramo Estación Villa - Monterrubio
supervisionmagdalena2024@gmail.com

Gobernación del MAGDALENA

DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

PROYECTO

MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN DE LA RED VIAL SECUNDARIA Y TERCIARIA (ESTACIÓN LLERAS – MONTERUBIO) ATRAVES DEL BANCO DE MAQUINARIA AMARILLA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA.

DISEÑO ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

WALTER PAUTT TORRES

MARZO DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

TABLA DE CONTENIDO 2
1 INTRODUCCION 1
2 ALCANCES DEL INFORME 2
3 LOCALIZACION DEL PROYECTO 2
3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOMETRIA 2
4 CONDICIONES ACTUALES DE LAS VIAS 3
4.1 ESTADO INICIAL 3
4.2 CLIMA 3
4.3 GEOTECNIA 4
4.4 TRANSITO 4
5 GEOTECNIA DEL PAVIMENTO 5
5.1 OBJETIVOS 5
5.1.1 Objetivo General 5
5.1.2 Objetivos Específicos 5
5.2 ALCANCE 5
5.3 METODOLOGIA 6
5.4 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DEL CORREDOR VIAL. 7
5.4.1 Ensayos de Laboratorio Realizados 7
5.4.2 Características Geotécnicas 7
5.4.2.1 Resumen de resultados de Ensayos de Laboratorio. 8
5.4.2.2 RESISTENCIA DE DISEÑO 8
6 ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS 14
6.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN AFIRMADO 14
6.1.1 GENERALIDADES-ANTECEDENTES 14
6.1.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO 16
6.1.3 TRANSITO. 18
6.2 UNIDAD HOMOGÉNEA DE DISEÑO. 18
6.3 ALTERNATIVA SELECCIONADA 19
6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 19

MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN DE LA RED VIAL SECUNDARIA Y TERCIARIA (ESTACIÓN LLERAS – MONTERUBIO) ATRAVES DEL BANCO DE MAQUINARIA AMARILLA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA.

1 INTRODUCCION

El presente informe contempla los estudios y diseños de la vía que conduce de Estación Lleras a Monterrubio.

La vía cuenta con 13.4km aproximadamente, este informe contempla la totalidad del tramo.

Dicho mejoramiento consistirá en la ejecución de un proceso que tendrá como fin último la aplicación de un Tratamiento superficial doble.

Con este tratamiento de este tramo de vía se lograrán beneficios, tales como: máxima eficiencia en el transporte y confort – seguridad de viaje de los usuarios, al proporcionar una rodadura con una textura y regularidad superficial transversal y longitudinal conforme a las velocidades previstas de circulación de los vehículos.

En este volumen se describen las actividades desarrolladas y se presentan los resultados de las investigaciones realizadas para el diseño la estructura del pavimento de la vía en mención.

A través del desarrollo de este documento se diseñará el alineamiento tanto horizontal como vertical en concordancia con las normas vigentes del INVÍAS.

La evaluación se elaboró con base en la información de campo realizada que incluye lo siguiente:
Estudio de tránsito.
Estudio de suelos.
Estudios Topográficos.

2 ALCANCES DEL INFORME

En el presente informe se presenta el diseño para el Mejoramiento y/o Mantenimiento de la vía Estación Lleras - Monterrubio Departamento del Magdalena.

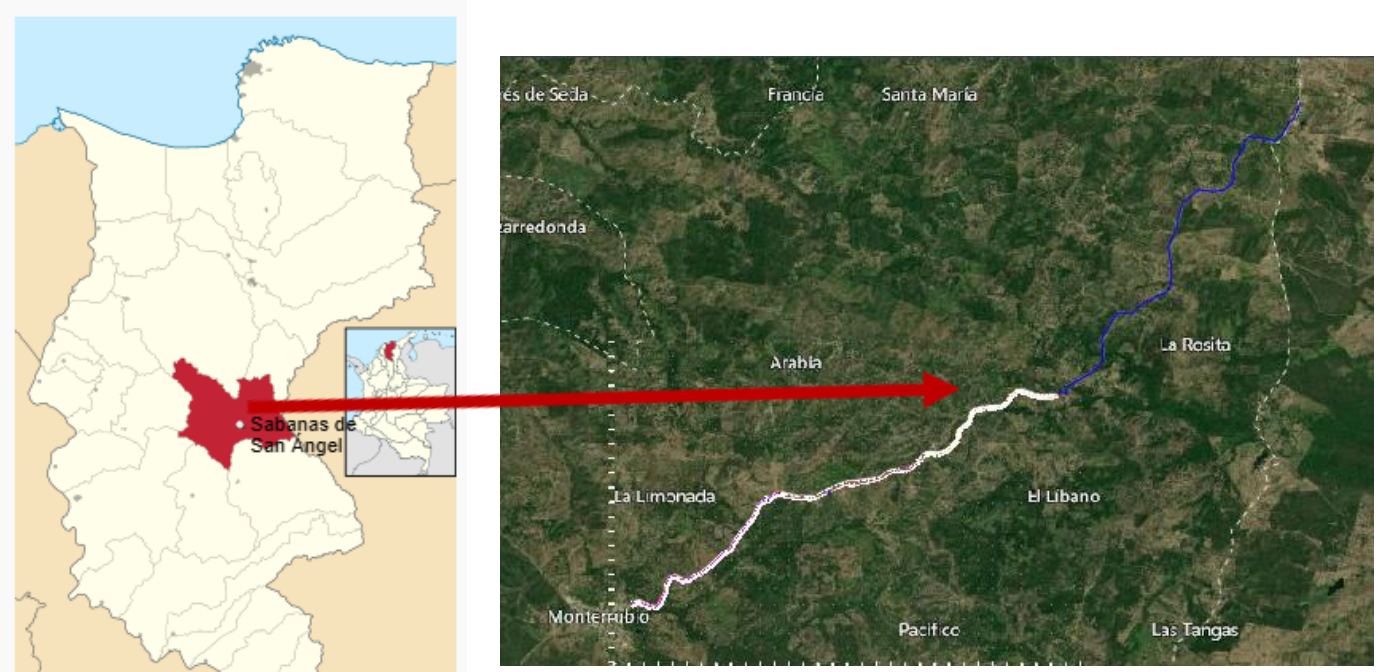
- Diseño estructural del mejoramiento con una vida útil de 5 años

3 LOCALIZACION DEL PROYECTO

3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOMETRIA

El corredor vial se encuentra en la Zona Rural del municipio de San Ángel.

Figura 1-1 Localización del Departamento del Magdalena



Localización de Sabanas de San Ángel en Magdalena

4 CONDICIONES ACTUALES DE LAS VIAS

4.1 ESTADO INICIAL

La vía a intervenir hace parte de la Red Vial Rural entre los Municipio de Sabanas de San Ángel, en una vía despoblada se aprecian pendientes significativas, y las condiciones de drenajes son precarias.
El ancho de la calzada varía a lo largo del corredor con medidas entre 3 y 5 metros máximos; la sección típica presenta cortes y relleno.

4.2 CLIMA

De acuerdo con la calificación climática del Sistema Koppen, pertenece al grupo de clima lluvioso tropical. El tipo climático dentro de este grupo, siendo la precipitación mensual mínima durante este periodo seco menos de 110 mm.
Las principales características del clima de la zona son las siguientes:

Temperatura:
La temperatura varía entre 24ºC y 28.5ºC.

Precipitación:
Las precipitaciones anuales son de máximo 200 mm. Los periodos lluviosos de la región van desde el mes de mayo hasta el mes de diciembre en donde la precipitación mensual durante ese período no es menor de 300 mm. Teniendo en cuenta esta información y el período lluvioso que se caracteriza en esos meses podemos decir que la precipitación anual promedio varía entre 5mm a 200 mm, pero específicamente los meses de octubre y noviembre se conocen en la región como invierno.

Humedad relativa:
Entre los meses de enero y abril los valores de humedad relativa varían durante esta época, la humedad relativa media diaria es 81.6%. La humedad relativa promedio en el área es del 78% mientras que las máximas y mínimas mensuales son del 89% y 63%. Los meses de mayor humedad relativa son aquellos que constituye la época de lluvia, desde mayo hasta diciembre, donde los valores promedios mensuales pueden variar entre 74% y 80.7%.

4.3 GEOTECNIA

Las muestras recuperadas fueron sometidas en laboratorio a los ensayos principales atendiendo a las necesidades del proyecto y por la naturaleza de los suelos presentes. Se ejecutaron los siguientes ensayos.

- Humedad natural
- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Pesos Unitarios
- Gravedad especifica
- CBR

4.4 TRANSITO

Según el informe presentado por la entidad contratante en esta área se realizaron aforos tomados en la vía al inicio y final. En este conteo se muestrearon a diferentes horas del día el número de vehículo – buses y camiones que transitan por la vía en estudio, con el fin de establecer el número de ejes equivalentes que en la actualidad pasan por ella.

Este informe fue revisado por esta Unión Temporal validado su metodología, porque en los cálculos se encontraron dos observaciones.

- El factor direccional se multiplico por 0.70 y debió ser por 0.75 como se presenta en el estudio de pavimento. El cual adoptamos.

- Para este tramo del k0+000 al k13+400 adoptamos para el tramo atraído y generado el 1.5%.

El aforo para conteo de vehículos se realizó en la vía. El horario de los conteos se hizo durante cuatro (4) días en un tiempo comprendido entre las 6:00 hasta las 18:00.

En cuanto al transporte urbano, está compuesto principalmente por automóviles, buses y camiones pequeños.

Según el estudio presentado a los cinco años pasaran por esta vía 274.801 de Ejes Equivalentes de 8.2 ton.

5 GEOTECNIA DEL PAVIMENTO

5.1 OBJETIVOS

5.1.1 Objetivo General

El objetivo del presente informe es realizar el diseño de la estructura de pavimentode acuerdo a los levantamientos topográficos de lo existente, los parámetros de tránsito y el estudio geotécnico de los suelos de la subrasante y demás estratos que durante la exploración se encuentren.

5.1.2 Objetivos Específicos

Recopilar y analizar la información existente relacionada con los suelos y características geológicas que tienen injerencia en el área del proyecto.

Determinar el perfil estratigráfico de la vía, con el fin de establecer las variaciones en los espesores de las diferentes capas que la conforman y con base en pruebas de laboratorio obtener las características físicas – mecánicas del suelo.

Determinar el número de ejes equivalentes que circulará en la vía durante el periodo de diseño.

Realizar comentarios y recomendaciones.

5.2 ALCANCE

El alcance del presente estudio geotécnico comprende la programación y realización de las investigaciones de campo y laboratorio, los análisis correspondientes y el diseño de las obras necesarias para la ejecución de los proyectos en cuestión.

Este tema trata específicamente de las investigaciones geotécnicas realizadas para el mejoramiento de la vía y la selección del diseño estructural más adecuado.

5.3 METODOLOGIA

Los estudios geotécnicos para la ejecución del proyecto objeto del presente estudio se desarrollaron de acuerdo con la siguiente metodología:

a) Identificar la zona de influencia del proyecto, con el fin de determinar la programación y planeación más adecuada de los trabajos a desarrollar.

b) Recopilación y análisis de información existente relacionada con las fuentes de materiales, suelos a lo largo de corredores y volúmenes de tránsito. En caso de no contar con información de estudios previos se llevará a cabo la normatividad tradicional para este tipo de estudio.

c) Programación y ejecución de las investigaciones de campo que cubrieron los siguientes aspectos:

- Ejecución de apiques a lo largo del corredor vial para determinar la estratigrafía, la composición de los suelos y materiales que los integran con el fin de obtener muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio y pruebas de campo.

d) Programación y ejecución de ensayos de laboratorio.

- Se orientaron hacia la evaluación de las propiedades de los materiales que constituyen los diferentes estratos y la subrasante que conforman los corredores.

e) Evaluación y análisis de los resultados de las investigaciones anteriormente descritas y determinación de los requerimientos de diseño del pavimento.

- El procesamiento de los resultados permitió definir las propiedades mecánicas de los materiales de la subrasante.

f) Diseño de la estructura de pavimento. Con base en la Categoría de la resistencia de la subrasante, Categorías de carga de diseño.

5.4 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DEL CORREDOR VIAL.

Acorde con la tipología del proyecto y por las características del terreno (longitud, topografía) se planificaron y ejecutaron cuarenta y un (41) apiques a cielo abierto de 1.50 metros de profundidad aproximadamente en el tramo k0+000 – k13+400, localizados a lo largo de los corredores viales. En cada uno de los apiques se recuperaron muestras de naturaleza alterada consideradas representativas del perfil natural del terreno.
Las muestras obtenidas en los apiques fueron descritas en campo utilizando el procedimiento visual y manual de la norma ASTM D2488.

En la fecha de la exploración en campo no se detectaron niveles de agua, no obstante, esta condición puede variar dependiendo de la época del año y el régimen de aguas del proyecto.

5.4.1 Ensayos de Laboratorio Realizados

A continuación, se describe el programa de ensayos de laboratorio ejecutados alos materiales encontrados:

- Clasificación: En cada uno de los apiques se tomaron muestras del material existente, para la ejecución de los ensayos de granulometría y límites de consistencia para clasificas según la metodología de la AASHTO y la USC.
- Humedad Natural.
- CBR sobre muestra inalterada.

5.4.2 Características Geotécnicas

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los trabajos de campo y laboratorio, realizados para determinar las características geotécnicas de la subrasante y de los suelos existentes
Para la caracterización geotécnica se realizaron las siguientes actividades:

- Análisis de los registros de exploración de campo y evaluación de los resultados de los ensayos de laboratorio.
- Determinación del perfil estratigráfico y carta de plasticidad.
- Análisis de pruebas de campo.
- Determinación del CBR de diseño.

5.4.2.1 Resumen de resultados de Ensayos de Laboratorio.

Para la construcción de un pavimento se debe tener en cuenta el ensayo de CBR, ya que proporciona información de la capacidad de soporte del suelo y el potencial de expansión.
De acuerdo a los resultados de la expansión del material se evidenciaron dos unidades así:

……

Grado de Expansión	LL %	IP %	τ nat (Ton/pie^2)
Elevado	> 60	> 35	> 4
Marginal	50-60	25-35	1.5-4
Bajo	< 50	< 25	< 1.5

Potencial de expansión E-132 INV

LIMITE LÍQUIDO (%)	PLASTICIDAD
35	Baja plasticidad
35-50	Plasticidad intermedia
50-70	Alta Plasticidad
70-90	Plasticidad muy alta
>90	Plasticidad extremadamente alta

De acuerdo a estos parámetros los apiques presentan un potencial de expansión bajo y una baja plasticidad, en algunos tramos como en el k0+250, k0+500 al k0+750, k1+000-k1+500 y k4+500-k4+750 se presenta material arcilloso, pero en los ensayos de expansión del CBR los resultados fueron bajos. De las abscisas K5+000 al K13+500, se presentaron apiques con CBR, más bajos y con plasticidad intermedia, pero con Potencial de expansión bajos

Por tanto, no aplicaría la estabilización con cal donde se presente la arcilla, sino que se remplazaría con material rajón en los sitios más inestables

5.4.2.2 RESISTENCIA DE DISEÑO

El valor de la resistencia de diseño debe ser igual o superado por el 75% de los resultados de los ensayos de CBR realizados entre el K0+000 a K5+000.

DISEÑO ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Apique No.	Muestra No.	Profundidad (m)	Humedad (%)	LL (%)	IP (%)	Granulometría (% Pasa)				Clasificación		Índice de grupo	CBR Sumergido	POTENCIAL DE EXPANSIÓN/PLASTICIDAD
						No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	AASHTO	USC			
1	1	0.00-0.20	2.1	NL	NL/NP	88.5	80.0	57.9	33.4	A-2-4	SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
	2	0.20-1.50	3.7	NL	NL/NP	82.8	78.0	68.7	32.9	A-2-4	SM	0	10.4	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
2	1	0.00-1.20	4.7	NL	NL/NP	96.2	90.9	81.7	34.6	A-2-4	SM	0	9.4	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
3	2	0.20-1.50	3.3	NL	NL/NP	96.6	95.6	86.4	15.7	A-2-4	SM	0	6.9	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
4	1	0.00-0.20	4.7	NL	NL/NP	84.6	76.1	51.6	28.6	A-2-4	SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
	2	0.20-1.50	5.6	NL	NL/NP	94.8	88.4	76.4	37.3	A-4	SM	0	6.3	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
5	1	0.00-0.20	3.4	NL	NL/NP	88.2	82.8	74.6	34.2	A-2-4	SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
	2	0.20-1.50	6.0	NL	NL/NP	97.7	96.1	87.3	19.8	A-2-4	SM	0	5.9	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
6	1	0.00-1.50	4.2	24.73	7.41	93.4	88.1	69.0	45.6	A-4	SC-SM	1	7.5	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
7	1	0.00-1.30	4.3	27.45	9.92	93.9	89.7	73.7	53.3	A-4	CL	3	5.9	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
9	1	0.00-0.15	3.8	NL	NL/NP	88.2	85.3	67.5	37.6	A-4	SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
	2	0.15-1.25	3.8	NL	NL/NP	98.4	87.8	62.4	18.0	A-4	SM	0	6.8	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
10	1	0.00-0.35	6.1	NL	NL/NP	95.1	92.2	70.2	25.4	A-2-4	SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
	2	0.35-1.5	7.2	29.36	9.68	100.0	94.7	82.7	68.7	A-4	CL	5	6.6	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
11	2	0.15-1.5	10.3	32.56	13.78	100.0	97.3	80.8	52.4	A-6	CL	4	4.7	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
	1	0.00-0.15	7.80	NL	NL/NP	95.4	92.0	79.3	20.4	A-2-4	SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
12	1	0.20-1.00	6.60	30.36	13.05	97.3	92.3	79.7	55.5	A-6	CL	4	5.7	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
13	1	0.00-1.20	2.7	NL	NL/NP	80.0	66.2	61.9	31.6	A-2-4	SM	0	8.8	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
14	1	0.00-1.20	3.9	NL	NL/NP	72.9	64.8	54.1	35.2	A-2-4	SM	0	9.2	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
15	1	0.00-1.20	4.1	NL	NL/N9	85.4	76.5	61.1	34.3	A-2-4	SM	0	7.9	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
16	1	0.00-1.20	3.3	NL	NL/NP	67.0	65.5	49.7	25.2	A-2-4	SM	0	17.5	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
17	1	0.00-1.20	3.8	NL	NL/NP	80.0	65.1	53.0	38.5	A-2-4	SM	0	10	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
18	1	0.00-1.25	3.7	NL	NL/NP	75.5	67.8	57.0	31.9	A-2-4	SM	0	15.8	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
19	1	0.00-1.20	3.9	NL	NL/NP	77.2	72.1	55.2	37.1	A-2-4	SM	0	15.4	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
20	1	0.00-1.20	3.5	NL	NL/NP	82.8	71.2	52.7	32.9	A-2-4	SM	0	12.6	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
21	1	0.00-1.30	11.30	28.33	16.58	99.0	96.4	90.2	73.2	A-6	CL	9	4.4	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
24	2	0.20-1.3	15.2	32.59	16.38	94.6	88.3	79.0	58.5	A-6	CL	7	5.9	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
25	1	0.00-1.30	8.30	43.27	22.84	98.7	94.7	79.3	71.8	A-7-6	CL	15	3.9	BAJO/PLASTICIDAD INTERMEDIA
26	1	0.00-1.30	7.90	44.67	23.31	98.9	94.9	80.5	73.4	A-7-6	CL	16	4.1	BAJO/PLASTICIDAD INTERMEDIA
27	2	0.20-1.50	7.6	45.69	24.20	97.8	94.7	80.2	74.0	A-7-6	CL	17	3.7	BAJO/PLASTICIDAD

														INTERMEDIA
28	2	0.20-1.45	9.6	40.68	22.08	99.5	95.6	80.6	71.1	A-7-6	CL	14	4.9	BAJO/PLASTICIDAD INTERMEDIA
29	2	0.00-1.35	6.3	25.9	8.32	100.0	92.8	65.8	43.5	A-4	SC	1	8.7	BAJO/BAJA PLASTIDIDAD
30	2	0.00-1.35	4.6	32.16	11.04	90.2	84.1	76.5	39.4	A-4	SC	1	7.8	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
31	2	0.20-1.30	8.30	46.03	24.59	99.2	94.7	78.6	71.6	A-7-6	CL	18	3.8	BAJO/PLASTICDAD INTERMEDIA
32	1	0.00-1.50	5.2	31.04	7.25	94.3	89.3	82.0	45.3	A-4	SC	1	7.6	BAJO/BAJA PLASTIDIDAD
33	2	0.20-1.30	7.8	45.25	23.82	99.2	95.6	78.6	70.7	A-7-6	CL	16	4.0	BAJO/PLASTICIDAD INTERMEDIA
34	1	0.20-1.30	18.4	27.76	15.50	99.1	96.3	90.1	71.8	A-6	CL	8	4.4	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
35	1	0.00-1.40	4.5	NL	NL/NP	90.4	75.5	56.4	23.4	A-2-4	SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
36	1	0.00-1.50	5.3	30.65	5.75	84.4	76.9	72.4	31.2	A-4	SC-SM	0		BAJO/BAJA PLASTICIDAD
37	1	0.00-1.30	10.2	42.34	22.93	99.1	94.6	79.4	72.8	A-7-6	CL	16	4.2	BAJO/PLASTICIDAD INTERMEDIA
38	2	0.25-1.50	5.5	30.53	8.41	81.5	67.4	57.1	37.0	A-4	SC	0	9.1	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
39	2	0.20-1.30	14.0	34.82	19.25	94.5	88.2	78.1	56.2	A-6	CL	8	4.8	BAJO/BAJA PLASTICIDAD
40	1	0.00-1.30	16.5	42.36	24.58	99.2	97.5	91.5	78.4	A-7-6	CL	19	3.9	BAJO/PLASTICIDAD INTERMEDIA
41	2	0.0-1.42	5.6	NP	NL/NP	74.1	62.4	53.3	32.5	A-6	SM	9		BAJO/BAJA PLASTICIDAD

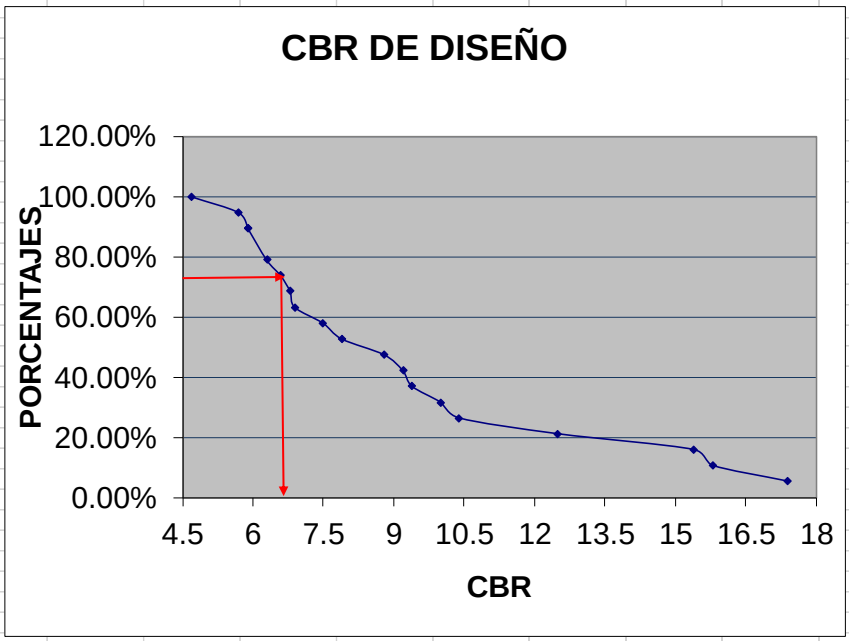
DISEÑO ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

VIA MONTERUBIO - ESTACION LLERAS

CUADRO CALCULO DEL CBR DE DISEÑO

CBR DISEÑO	No. Valores Mayores o Iguales	% Valores Iguales o Mayores
4.7	19	100%
5.7	18	95%
5.9	17	89%
5.9	17	89%
6.3	15	79%
6.6	14	74%
6.8	13	68%
6.9	12	63%
7.5	11	58%
7.9	10	53%
8.8	9	47%
9.2	8	42%
9.4	7	37%
10	6	32%
10.4	5	26%
12.5	4	21%
15.4	3	16%
15.8	2	11%
17.4	1	5%

GRAFICO Nº 1. CALCULO DEL CBR DE DISEÑO



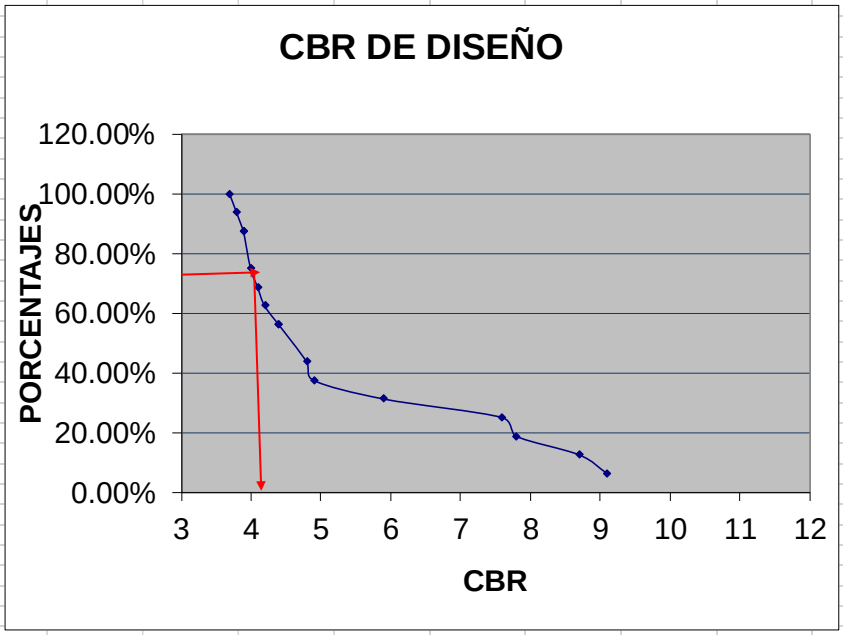
Para este tipo de vía con ejes equivalentes menores a 1.000.000, el percentil a utilizar es el 75%, escogiendo un valor del 7%. Este resultado aplica para las abscisas K0+000 al K5+000.

Para la zona del K5+000 al k13+500 igual que el tramo resistencia de diseño debe ser igual o superado por el 75% de los resultados de los ensayos de CBR.

DISEÑO ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

CBR DISEÑO	No. Valores Mayores o Iguales	% Valores Iguales o Mayores
3.7	16	100%
3.8	15	94%
3.9	14	88%
3.9	14	88%
4	12	75%
4.1	11	69%
4.2	10	63%
4.4	9	56%
4.4	9	56%
4.8	7	44%
4.9	6	38%
5.9	5	31%
7.6	4	25%
7.8	3	19%
8.7	2	13%
9.1	1	6%

GRAFICO Nº 1. CALCULO DEL CBR DE DISEÑO



Para este tipo de vía con ejes equivalentes menores a 1.000.000, el percentil a utilizar es el 75%, escogiendo un valor del 4.1%. Este resultado aplica para las abscisas K5+000 al K13+500.

En el informe geotécnico se presentan todos los ensayos y los perfiles estratigráfico y fotografía de la ejecución de los apiques.

6 ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS

6.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN AFIRMADO

6.1.1 GENERALIDADES-ANTECEDENTES

La obtención del método para diseñar estructuras cuya capa de rodadura esté compuesta por material de Base Granular en su totalidad, entendiéndose este como una capa de material granular destinada a soportar las cargas del tránsito, se fundamenta en los principios y conceptos tenidos en cuenta para el diseño de las estructuras de pavimento flexible.

RESMEN DEL METODO

Se determina el número estructural para el diseño generado por las cargas del tránsito; para ello se tienen en cuenta los mismos criterios que para la adopción del nivel de confianza del diseño (R%), error normal combinado (S0) y variación del índice de prestación del servicio (Δ PSI), tenidos en cuenta para la estructura de pavimento flexible; enseguida se limitan las categoría del tránsito que se han de contemplar en el diseño y se convierte el tránsito a números de ejes equivalente de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el periodo de diseño, lo cual se efectuó con los mismos parámetros del diseño de pavimentos flexible, así mismo, se limitan rangos de clasificación para la resistencia de la subrasante y mediante correlaciones se expresa en términos del módulo resiliente; una vez determinados estos parámetros se remplazan en la ecuación básica de diseño de la AASHTO, mostrada a continuación, mediante iteraciones se obtiene el numero estructural para el tránsito y las condiciones de resistencia de las subrasante.

La expresión de la AASHTO para determinar el numero estructural (SN) es la siguiente:

$$\mathrm{Log}W_{18} = ZrS0 + 9{,}36\mathrm{Log}(SN+1) - 0{,}2 + (\mathrm{Log}(\Delta PSI/(4{,}2-1{,}5)/(0{,}40) + (1094/(SN+1)^{5.19}) + 2{,}32\,\mathrm{Log}\,Mr - 8{,}07$$

- El valor de error normal (So) se consideró igual a 0.44, correspondiente a la condición de diseño cuando solo se considera la variación en la predicción del comportamiento del pavimento, sin errores en la estimación del tránsito con un nivel de confianza determinado.
- El valor de desviación estándar normal (Zr) es el correspondiente a un nivel de confiabilidad de 90%.
- La pérdida de serviciabilidad se consideró en un valor de Δ PSI =2.2, correspondiente a una serviciabilidad inicial de 4.2 y un índice de serviciabilidad final de 2.0.

Obtenido el numero estructural para cada intervalo de resistencia de resistencia de la subrasante y nivel de tránsito, se procede a diseñar espesores de pavimento, en este caso con material de base granular, que cumplan con la condición de que el numero estructural del tránsito sea menor que el número estructural que el numero estructural de la estructura propuesta.

$$SN_{Transito} <= SN_{Estructura}$$

Para la cual:

$$SN\ Estructura = a_1d_1 + a_2d_2m_2 + a_3d_3m_3$$

Donde:

SN : Número estructural del pavimento:

d_i: Espesor de las capas de pavimento (pulgadas)

a_i : Coeficientes estructurales de las capas de pavimento (/pulgadas)

m_i : Coeficiente de drenaje de las capas granulares

De acuerdo a las últimas reuniones se presenta esta alto

6.1.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

1. ***Tránsito:*** Se tiene 274.801 ejes simples equivalentes de 8.2 ton

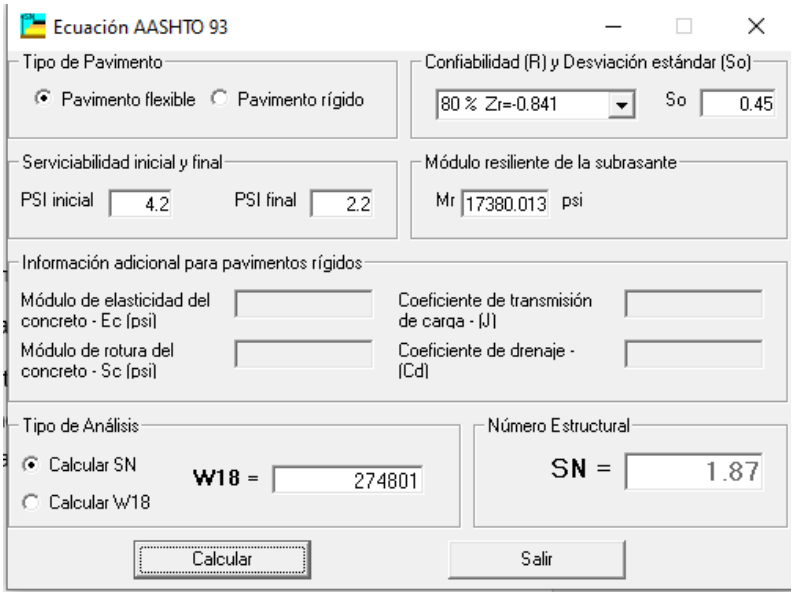
2. ***Caracterización de los suelos de subrasante.*** Se va a utilizar la misma ecuación de la SHELL para determinar el módulo de la subrasante. Para este caso la estructura se colocara sobre el material granular existente, **tomando para este material un CBR de 20% a todo lo largo de la Vía**

   Tramo K0+000 a K13+440

   E sub = 2555 * $CBR^{0.64}$

   Para un CBR= 20%

   MR = 17.380,013 psi



Para el Tramo del K0+ K13+440 el número estructural $SN_{Transito}$ = 1.87

El Abaco de diseño para vías en Base Granular se obtiene asumiendo que la condición del número estructural para el tránsito de diseño se cumplirá colocando como capa de rodadura un espesor integral de concreto asfáltico, para lo cual se reemplazan las variables de la ecuación:

$$SN_{Estructura} = a_1 d_1$$

Donde:

SN: Número estructural del pavimento.

a_1 : Coeficiente estructural para el concreto asfáltico (/pulgada) = 0.33/pulgada

d_1 : Espesor de la capa de concreto asfáltico (pulgadas).

La capa asfáltica debe tener como mínimo un SN = 1.87, despejando el espesor d1 mínimo debe ser de 5.66 pulgadas.

Para una capa asfáltica de espesor, d_1 de 5.66 pulgadas, y un coeficiente estructural, a1 = 0.33/pulgadas, el número estructural es:

SN ESTRUCTURAL = 0.33/pulgada x 5.66 pulgadas = 1.87

Verificando con el número estructural del tránsito calculado en la gráfica sea menor que el numero estructural del pavimento propuesto, así;

$$SN_{Transito} = 1.87 <= SN_{Estructural} = 1.87$$

La capa de concreto asfáltico se reemplaza por material granular, que se emplea como capa de base granular; esto se logra a través de factores de equivalencia. Para la conversión, el espesor el concreto asfáltico se da en centímetros, y para el caso, el factor de equivalencia entre el concreto asfáltico y el material por emplear en el diseño de capas de Base granular es de 2.1

$e = 2.5\ e_{ca} \times FE$ (Carlos H. Higuera Sandoval – Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras – Volumen II)

Donde:

e: Espesor de la capa de base granular. (centímetros)

e_{ca} : Espesor de la capa en concreto asfáltico (pulgadas)

FE : Factor de equivalencia entre el concreto asfáltico y el material de base granular.=2.1

e_{ca} : 5.66 (pulgadas)

FE = 2.1.

e = 2.5x5.66 x 2.1 = 29.72cm ~ 30cm

Espesor material Base Granular = 30cm

6.1.3 TRANSITO.

Según el Estudio de tránsito se comprobó que van a transitar vehículos C5 y C6 para un periodo no menor de 5 años con 274.801 ejes simples equivalentes de 8.2 ton. Teniendo en cuenta que la vía una vez pavimentada debe permitir la circulación de los camiones que transporten los productos agropecuarios, forestales, mineros o industriales que se produzcan en la zona se ha adoptado como vehículo de diseño el camión C-6, como se muestra a continuación.

6.2 UNIDAD HOMOGÉNEA DE DISEÑO.

La alternativa obtenida se debe ejecutar para el Mejoramiento de la vía segundaria Estación llera - Monterrubio.

- Se recomienda un tratamiento superficial doble de 6 cm y 30 cm de base granular.
- En el estudio geotécnico se encontró en una zona arcillas de bajo potencial de expansión se recomienda reemplazarla por material tipo rajo en un espesor mínimo de 30cm en los sitios puntuales donde se presente en campo.

- Las especificaciones técnicas de construcción a utilizar son las establecidaspor el Ministerio de Transporte – Instituto Nacional de Vías Versión 2022.

6.3 ALTERNATIVA SELECCIONADA.

Esta alternativa consiste en plantear una estructura con Tratamiento superficial doble de 6 cm, tres centímetros por capa, sobre una base granular de 30 cm.

UNIDAD DE DISEÑO No.1 K0+000 – K13+440

CAPAS	ESPESOR (cm)
TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE	6
BASE GRANULAR	30
SUBRASANTE	

6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Para las vías objeto del presente estudio, con base en los estudios e investigaciones de suelos y geotecnia se determinaron las características y el diseño estructural de las vías.
- Se recomienda la estructura de 6 cm de tratamiento superficial, 30 cm de Base Granular para el Tramo K0+000 al K13+440.
- En el estudio geotécnico se encontró en una zona arcillas de bajo potencial de expansión se recomienda reemplazarla por material tipo rajo en un espesor mínimo de 30cm en los sitios puntuales donde se presente en campo
- Para mantener una estructura homogénea a todo lo largo del corredor se bajarán las pendientes longitudinales mayores del 10%, ya que se encontraron pendientes hasta del 15%.

ELABORACIÓN

Ing. Civil WALTER PAUTT TORRES
CC: 8.707.070
MP: 08502-26680 ATL