

**INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL
DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN
LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4
ALTERNATIVA TODO BASE
LA USA – CAICEDO**



CAICEDO ANTIOQUIA

FEBRERO 2023

*Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142*

CONTENIDO

1.INTRODUCCIÓN	4
2.OBJETIVO DEL ESTUDIO	5
3.LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	5
4.CONSIDERACIONES DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO INICIAL.....	7
4.1. ESTUDIOS DE SUELOS.....	7
4.1.1. Capacidad de Soporte	7
4.2. TRANSITO	11
4.2.1. Estimación de los ejes equivalentes.....	11
4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO NUEVA ALTERNATIVA TODO BASE	11
4.3.1. Tramo 1 sector 1.....	11
4.3.2. Tramo 1 sector 2.....	11
4.3.3. Tramo 1 sector 3.....	12
4.3.4. Tramo 2 sector 1.....	12
4.3.5. Tramo 2 sector 2.....	12
4.3.6. Tramo 2 sector 3.....	13
4.3.7. Tramo 2 sector 4.....	13
5.REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO METODOLOGIA AASHTO-93. 14	
5.1. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES DEL PAVIMENTO.....	14
5.2. CONCRETO ASFÁLTICO	14
5.3. BASES GRANULARES	14
5.4. SUBBASES GRANULARES.....	14
5.5. MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CBR>10%	14
5.6. COEFICIENTE DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (mi).15	
5.7. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	15
5.7.1. Espesores de capa	16
5.7.2. Análisis de diseños por capas	16
5.7.3. Estructuras planteadas por el consultor.....	17
5.7.4. Estructuras que requieren ajuste a todo base	20

*Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142*

5.7.5.	Ajustes en los tramos requeridos.....	21
5.8.	VERIFICACIÓN DISEÑO RACIONAL (VERIFICACIÓN ELÁSTICA)	25
5.8.1.	Parámetros Admisibles Versus Calculados	25
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, consta del ajuste en la alternativa de diseño convencional plateada por el consultor para tramo1 - sector 3, tramo 2 - sector 1 y tramo 2 - sector 4 del diseño estructural del pavimento avalado por la entidad contratante para construcción del pavimento en el tramo vial La Usa - Caicedo Antioquia. Esta revisión se da como un adicional a las alternativas planteadas para estos tramos, los cuales incluyen en su análisis subbase granular y según las necesidades del cliente se plantea cambiar a una alternativa todo base para estos sectores que a diferencia de los otros tramos no se implementó alternativa todo base en el diseño aprobado y en ejecución.

La alternativa solicita consta de la aplicación de una capa de todo base en los tramos descritos, sobre la cual se apoyara el concreto asfáltico, pero conservando los parámetros de diseños y datos de entrada definidos por el consultor, en la apropiación de las variables del diseño, por tanto, la alternativa que se evalúa, corresponde a los materiales necesarios de base granular y concreto asfáltico, que satisfacen el diseño presentado por el consultor, sin alterar las condiciones estructurales del diseño avalado.

El diseño avalado y sus alternativas fue ejecutado por DEACIVIL S.A.S en marco al contrato de "CONSULTORÍA PARA LOS DIAGNÓSTICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS EN FASE III PARA PAVIMENTACIONES Y ATENCIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS EN LOS CORREDORES DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA QUE PERMITAN REALIZAR EL MEJORAMIENTO, AMPLIACIÓN Y RECTIFICACIÓN DE VÍAS EN EL MARCO DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO DE MANDATO SIN REPRESENTACIÓN N°4600011262 DE 2020" el cual fue ejecutado en el año 2021 y aportado por la entidad contratante para el proyecto de "

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es realizar la actualización de una alternativa todo base para tramo1 - sector 3, tramo 2 - sector 1 y tramo 2 - sector 4 el diseño de pavimentos del tramo vial La usa y Caicedo en el departamento de Antioquia con base al diseño vigente ejecutado por DEACIVIL S.A.S en marco al contrato de “CONSULTORÍA PARA LOS DIAGNÓSTICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS EN FASE III PARA PAVIMENTACIONES Y ATENCIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS EN LOS CORREDORES DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA QUE PERMITAN REALIZAR EL MEJORAMIENTO, AMPLIACIÓN Y RECTIFICACIÓN DE VÍAS EN EL MARCO DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO DE MANDATO SIN REPRESENTACIÓN N°4600011262 DE 2020, conservando las variables de entrada del consultor como el tránsito de diseño, las condiciones del suelo de soporte y todos los datos de entrada del modelo seleccionados, para el diseño de la estructura del pavimento. Adicionalmente verificar el dimensionamiento de las estructuras del pavimento, en función de los materiales planteados para las capas en busca que se cumplan los requisitos estructurales y las solicitudes de carga, acorde a la solicitud del cliente.

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO¹

Caicedo es un municipio de Colombia, localizado en la subregión Occidente del departamento de Antioquia. Limita por el norte con los municipios de Abriaquí y Santa Fe de Antioquia, por el este con los municipios de Santa Fe de Antioquia y Anzá, por el sur con los municipios de Anzá y Urrao y por el oeste con Urrao. Su cabecera dista 97 kilómetros de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, por la vía Santa Fe de Antioquia. El municipio de Caicedo, posee una extensión de 224 kilómetros cuadrados, la altura Media es de 1820 m.s.n.m. El gentilicio de sus gentes es caicedeño. A este municipio también se le conoce con el apelativo de: reserva hídrica de occidente. El tiempo estimado de la ruta de viaje entre las dos ciudades es de aproximadamente 1 h 54 min. En línea recta la distancia entre Caicedo y Medellín es de 49 km.

El corredor de vía a intervenir se encuentra ubicado al sur del municipio de Santa fe de Antioquia, accediendo desde la vía que conduce al corregimiento de Bolombolo, en el sector conocido como Finca la USA, inicia el tramo en vía de afirmado que conduce al municipio de Caicedo. El trazo de vía es sinuoso, a media ladera en la mayor parte de

¹ Tomado de Consultoría para los diagnósticos estudios y diseños técnicos en fase III para pavimentaciones y atención de puntos críticos en los corredores del departamento de Antioquia que permitan realizar el mejoramiento, ampliación y rectificación de vías en el marco del contrato interadministrativo de mandato sin representación n°4600011262 de 2020.

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil

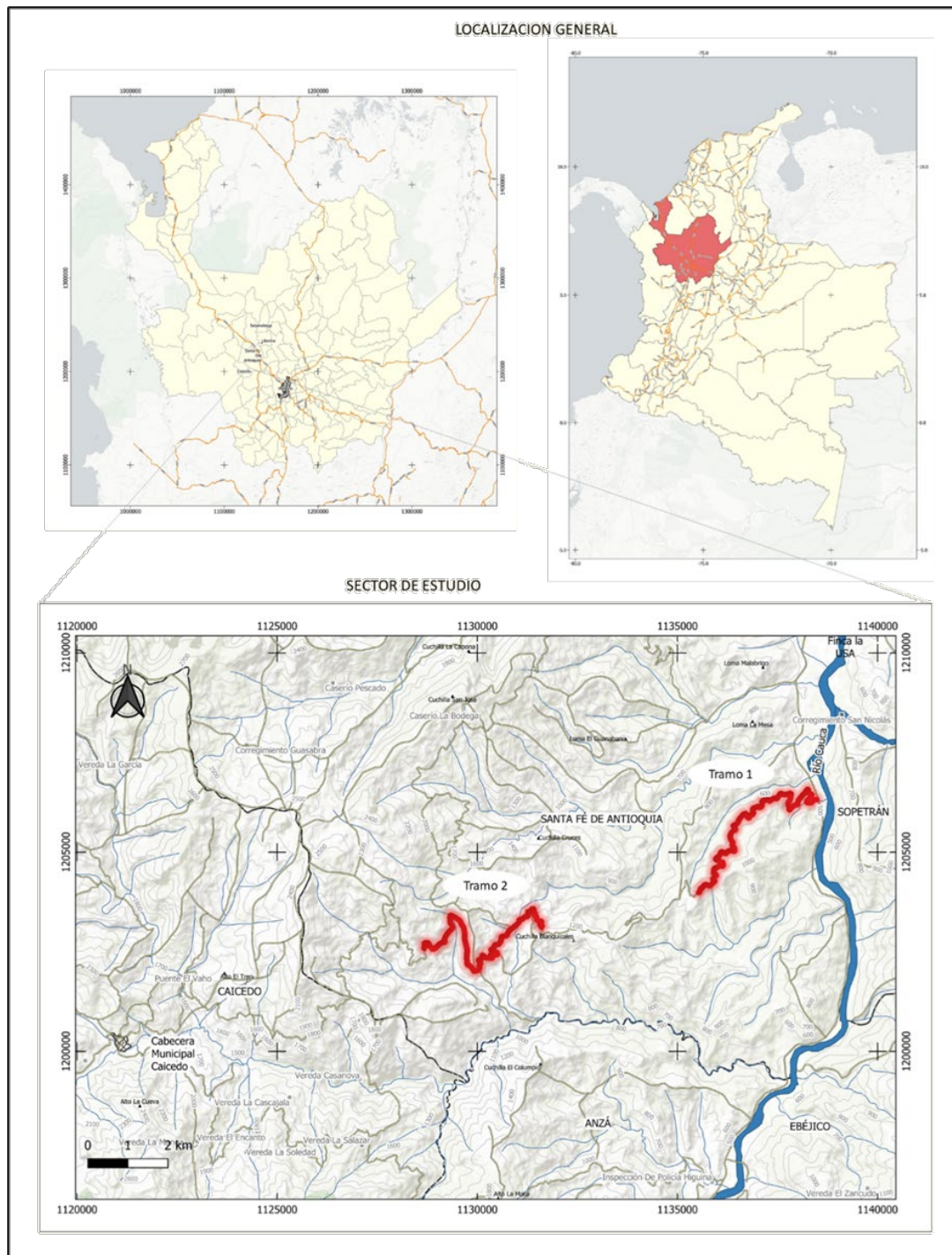
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.

Mp: 05202159771 ANT

Medellin Antioquia

Cel.: 3173664142

su recorrido hasta alcanzar un valle en el que se emplaza el casco urbano del municipio de Caicedo. La variación de altura es desde los 478 msnm, hasta los 1743 msnm



Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellín Antioquia
Cel.: 3173664142

4. CONSIDERACIONES DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO INICIAL

4.1. ESTUDIOS DE SUELOS

Con base en los trabajos de exploración de campo y en los resultados de los ensayos de laboratorio del diseño, se toman los datos aportados por el consultor en los archivos actualizados, del estudio de suelos presentado a la interventoría en XXXX

4.1.1. Capacidad de Soporte

Los datos suministrados de CBR resultantes de los apiques realizados en el tramo 1 y el CBR de diseño para ese tramo son los siguientes

LA USA - CAICEDO TRAMO 1	
Apique No.	CBR (%)
1	6.0
2	3.4
3	3.9
4	6.3
5	3.2
6	2.8
7	4.3
8	3.3
9	5.1
10	11.0
11	13.8
12	3.2
13	11.6
14	3.4
15	4.7
16	10.9
17	3.3
18	5.0
19	4.6
20	5.5
21	3.5
22	10.6
23	2.0
24	6.1
25	7.1
26	2.1

CBR medio	4.90
CBR minimo	2.0
s	3.26
k(p)	0.347
CBR c	3.77

INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA USA - CAICEDO

Los datos suministrados de CBR resultantes de los apiques realizados en el tramo 2 y el CBR de diseño para ese tramo son los siguientes

LA USA - CAICEDO TRAMO 2	
Apique No.	CBR (%)
1	3.5
2	0.9
3	5.3
4	3.8
5	4.9
6	6.4
7	1.5
8	8.4
9	2.4
10	3.3
11	2.7
12	3.2
13	14.5
14	3.6
15	13.6
16	7.1
17	7.8
18	3.6
19	4.6
20	2.5
21	5.0
22	6.6
23	2.0
24	5.1
25	1.8
26	3.1
27	1.4
28	1.6
29	2.0
30	2.7

CBR medio	3.62
CBR mínimo	0.9
s	3.26
k	0.347
CBR c	2.49

En la revisión por subtramos o revisión por unidades homogéneas, el consultor determina lo siguiente en la versión actualizada presentada a la interventoría avalada por las partes, para los datos obtenidos en el sector 1. El cual fue clasificado en tres subtramos acorde a las propiedades y condiciones de los materiales comunes en cada uno de los sectores

Abscisa	CBR (%)	CBR (%)
KM 00+050	6.0	6.0
KM 00+310	3.4	3.4
KM 00+570	3.9	3.9
KM 00+830	6.3	6.3
KM 01+090	3.2	3.2
KM 01+350	2.8	3.0
KM 01+610	4.3	4.3
KM 01+870	3.3	3.3
KM 02+130	5.1	5.1
KM 02+390	11.0	11.0
KM 02+650	13.8	13.8
KM 02+910	3.2	3.2
KM 03+170	11.6	11.6
KM 03+430	3.4	3.4
KM 03+690	4.7	4.7
KM 03+950	10.9	10.9
KM 04+210	3.3	3.3
KM 04+470	5.0	5.0
KM 04+730	4.6	4.6
KM 04+990	5.5	5.5
KM 05+250	3.5	3.5
KM 05+510	10.6	10.6
KM 05+770	2.0	3.0
KM 06+030	6.1	6.1
KM 06+290	7.1	7.1
KM 06+550	2.1	3.0

subtramo 1

CBR medio	4.3
CBR minimo	2.8
s	1.24
k(p)	0.466
CBR c	3.70
Modulo	5552

subtramo 2

CBR medio	8.6
CBR minimo	3.2
s	4.96
k(p)	0.686
CBR c	5.20
Modulo	7803

subtramo 3

CBR medio	5.6
CBR minimo	2.0
s	2.71
k(p)	0.394
CBR c	4.53
Modulo	6790

De igual forma en el tramo 2, el consultor selecciono tres tramos homogéneos clasificados de así:

INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA USA - CAICEDO

Abscisa	CBR (%)	CBR (%)
KM 14+250	3.5	3.5
KM 14+520	0.9	3.0
KM 14+790	5.3	5.3
KM 15+060	3.8	3.8
KM 15+330	4.9	4.9
KM 15+600	6.4	6.4
KM 15+870	1.5	3.0
KM 16+140	8.4	8.4
KM 16+410	2.4	3.0
KM 16+680	3.3	3.3
KM 16+950	2.7	2.7
KM 17+220	3.2	3.2
KM 17+490	14.5	14.5
KM 17+760	3.6	3.6
KM 18+030	13.6	13.6
KM 18+300	7.1	7.1
KM 18+570	7.8	7.8
KM 18+840	3.6	3.6
KM 19+110	4.6	4.6
KM 19+380	2.5	3.0
KM 19+650	5.0	5.0
KM 19+920	6.6	6.6
KM 20+190	2.0	3.0
KM 20+460	5.1	5.1
KM 20+730	1.8	3.0
KM 21+000	3.1	3.1
KM 21+270	1.4	3.0
KM 21+540	1.6	3.0
KM 21+810	2.0	3.0
KM 22+000	2.7	3.0

subtramo 1

CBR medio	4.2
CBR minimo	3.0
s	1.74
k(p)	0.394
CBR c	3.5
Modulo	5282

subtramo 2

CBR medio	8.4
CBR minimo	3.6
s	4.75
k(p)	0.394
CBR c	6.5
Modulo	9742

subtramo 3

CBR medio	4.3
CBR minimo	3.0
s	1.38
k(p)	0.394
CBR c	3.8
Modulo	5662

subtramo 4

CBR medio	3.0
CBR minimo	3.0
s	0.04
k(p)	0.394
CBR c	3.0
Modulo	4503

4.2. TRANSITO

4.2.1. Estimación de los ejes equivalentes

El tránsito de diseño calculado por el consultor es de 726,518 ejes equivalentes de 8.2 ton, siendo esta la variable de entrada para el cálculo estructural de la alternativa toda base solicitada por el cliente.

4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO NUEVA ALTERNATIVA TODO BASE

4.3.1. Tramo 1 sector 1

Los datos de entrada del modelo, seleccionados por el consultor son los siguientes:

- Periodo de diseño = 10 años
- $W_{18} = 7.27 \text{ E}+05 \text{ ESALs}$
- $R = 80\%$
- $Z_R = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $PSI = 2.2$
- $MR = 5.550 \text{ PSI}$

4.3.2. Tramo 1 sector 2

Los datos de entrada del modelo, seleccionados por el consultor son los siguientes:

- Periodo de diseño = 10 años
- $W_{18} = 7.27 \text{ E}+05 \text{ ESALs}$
- $R = 80\%$
- $Z_R = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $PSI = 2.2$
- $MR = 7.800 \text{ PSI}$

4.3.3. Tramo 1 sector 3

Los datos de entrada del modelo, seleccionados por el consultor son los siguientes:

- Periodo de diseño = 10 años
- $W_{18} = 7.27 \text{ E}+05 \text{ ESALs}$
- $R = 80\%$
- $Z_R = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $PSI = 2.2$
- $MR = 6.450 \text{ PSI}$

4.3.4. Tramo 2 sector 1

Los datos de entrada del modelo, seleccionados por el consultor son los siguientes:

- Periodo de diseño = 10 años
- $W_{18} = 7.27 \text{ E}+05 \text{ ESALs}$
- $R = 80\%$
- $Z_R = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $PSI = 2.2$
- $MR = 5.250 \text{ PSI}$

4.3.5. Tramo 2 sector 2

Los datos de entrada del modelo, seleccionados por el consultor son los siguientes:

- Periodo de diseño = 10 años
- $W_{18} = 7.27 \text{ E}+05 \text{ ESALs}$
- $R = 80\%$
- $Z_R = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $PSI = 2.2$
- $MR = 9.750 \text{ PSI}$

*Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142*

4.3.6. Tramo 2 sector 3

Los datos de entrada del modelo, seleccionados por el consultor son los siguientes:

- Periodo de diseño = 10 años
- $W_{18} = 7.27 \text{ E}+05 \text{ ESALs}$
- $R = 80\%$
- $Z_R = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $PSI = 2.2$
- $MR = 5.700 \text{ PSI}$

4.3.7. Tramo 2 sector 4

Los datos de entrada del modelo, seleccionados por el consultor son los siguientes:

- Periodo de diseño = 10 años
- $W_{18} = 7.27 \text{ E}+05 \text{ ESALs}$
- $R = 80\%$
- $Z_R = -0.841$
- $S_o = 0.45$
- $PSI = 2.2$
- $MR = 4.500 \text{ PSI}$

5. REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO METODOLOGIA AASHTO-93.

5.1. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES DEL PAVIMENTO

El módulo de elasticidad es el principal factor que permite identificar las características de cada una de las capas que conforman una estructura de pavimento.

Este método establece un coeficiente para cada capa del pavimento (a_i), siendo cada uno de los coeficientes una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura de pavimento. Además, estos coeficientes son usados para convenir los espesores reales a números estructurales (SN). El método presenta cinco categorías de estos coeficientes de acuerdo al tipo y función de la capa considerada: concreto asfáltico, base granular, subbase granular, base tratada con cementos y base asfáltica.

5.2. CONCRETO ASFÁLTICO

Para el presente diseño, el consultor empleo mezclas asfálticas densas, con un Módulo resiliente superior a 300.000 psi, con lo cual el coeficiente ($a_1 = 0.38$) para la mezcla a aplicar en el tramo 1 y un coeficiente ($a_1 = 0.42$) para la mezcla a aplicar en el tramo 2, esto con base a la temperatura MMAT, °C promedio de cada uno de los sectores del proyecto.

5.3. BASES GRANULARES

El módulo resiliente, para la base granular, de las bases producidas en la región, se encuentra en 28.000 psi, por tanto, el coeficiente ($a_2 = 0.13$).

5.4. SUBBASES GRANULARES

Con el siguiente grafico se puede determinar el coeficiente (a_3) para una subbase granular, en función de los mismos ensayos que las bases granulares, los cuales son: el de CBR, valor R, triaxial de Texas y el módulo resiliente.

El módulo resiliente, para la subbase granular, de las bases producidas en la región, se encuentra en 13.000 psi, por tanto, el coeficiente ($a_3 = 0.11$).

5.5. MATERIAL GRANULAR EXISTENTE CON CBR>10%

*Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142*

Para este material de afirmado existente en la vía, tanto para el tramo 1 como para el tramo 2 el consultor determinó un coeficiente ($a_4 = 0.09$).

5.6. COEFICIENTE DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (mi)

El consultor determinó en el diseño un coeficiente para el drenaje de para los materiales de la subbase granular y base granular de 1.0, por las condiciones que estima a las que estará sometida la estructura, dado que en el punto existen obras de drenaje y el peralte de la vía es favorable para circulación de las aguas, esperándose unos niveles de humedad cercanos a la saturación entre el 1% y el 5%.

5.7. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Para definir los espesores de diseño para la vía, se emplea el método AASHTO-93.

El número estructural requerido para las estructuras se determina con la ecuación derivada de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST, la cual es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

W_{18} = Número estimado de ejes simples equivalentes de 8,2 ton

SN = Número estructural.

Z_R = Desviación estándar normal

ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial (P_0) y el final (P_t) = $4,2 - 2,0 = 2,2$

S_o = Desviación estándar de las variables, combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento = 0,45

M_R = Módulo resiliente de la subrasante

5.7.1. Espesores de capa

Una vez obtenido el Número Estructural SN para la sección estructural del pavimento, utilizando el gráfico o la ecuación general básica de diseño, (Figura) donde se involucraron los parámetros anteriormente descritos (tránsito, R, So, MR, Δ PSI), se requiere ahora determinar una sección multicapa que en conjunto provea de suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original. La siguiente ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, para la superficie de rodamiento o carpeta, base y subbase, haciéndose notar que el actual método de AASHTO, versión 1993, ya involucra coeficientes de drenaje particulares para la base y subbase.

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

El número estructural se convierte a una combinación de espesores de capa, combinando coeficientes que representan la capacidad estructural relativa del material de cada capa. Esta ecuación no conduce a una solución única, si no que presenta muchas combinaciones técnicamente válidas.

Donde:

SN: número estructural

a1, a2 y a3: Coeficientes de capa representativos de carpeta, base y subbase respectivamente.

h1, h2 y h3: Espesor de la carpeta, base y subbase respectivamente, en pulgadas. m2

y m3: Coeficientes de drenaje para base y subbase, respectivamente.

5.7.2. Análisis de diseños por capas

Debido a que el pavimento es un sistema multicapa, la distribución de los espesores debe hacerse de acuerdo a ello. El “número estructural SN” sobre la capa subrasante o cuerpo del terraplén es lo primero a calcularse. De la misma manera deberá obtenerse el número estructural requerido sobre las capas de la subbase y base, utilizando los valores de resistencia aplicables para cada uno. Trabajando con las diferencias entre los números estructurales que se requieren sobre cada capa, el espesor mínimo permitido de cualquier capa puede ser calculado. Por ejemplo, el número estructural mínimo permitido para material de la capa de subbase, debe ser igual al número estructural requerido sobre la subbase restado del SN requerido sobre la subrasante.

5.7.3. Estructuras planteadas por el consultor

Tramo sector 1

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN REQUERIDO)									
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$						SN	3.30		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO									
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN		
cm	pulg		MPA	PSI					
8.0	3.15	C.A - rodadura	2,300	333,587	0.38	1.00	1.20	3.48	
25	9.84	Base granular CBR > 80		0	0.13	1.00	1.28	2.34	
30.0	11.81	Material Granular existente CBR>10%		0	0.09	1.00	1.06	1.06	
		Subrasante		0					
63									
726,518	N	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES PREVISTOS QUE ACTUARÁN EN EL PERÍODO DE DISEÑO							
1,064,886	NF	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES QUE SOPORTARÁ LA ESTRUCTURA						DISEÑO OK	

Tramo 1 sector 2

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN REQUERIDO)									
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$						SN	2.92		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO									
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN		
cm	pulg		MPA	PSI					
8.0	3.15	C.A - rodadura	2,300	333,587	0.38	1.00	1.20	2.94	
25	9.84	Base granular CBR > 80		0	0.13	1.00	1.28	1.81	
15.0	5.91	Material Granular existente CBR>10%		0	0.09	1.00	0.53	0.53	
		Subrasante		0					
48									
726,518	N	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES PREVISTOS QUE ACTUARÁN EN EL PERÍODO DE DISEÑO							
777,545	NF	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES QUE SOPORTARÁ LA ESTRUCTURA						DISEÑO OK	

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
 Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
 Mp: 05202159771 ANT
 Medellín Antioquia
 Cel.: 3173664142

INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA USA - CAICEDO

Tramo 1 sector 3

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN REQUERIDO)									
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$						SN	3.07		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO									
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN		
cm	pulg		MPA	PSI					
8.0	3.15	C.A - rodadura	2,300	333,587	0.38	1.00	1.20	3.27	
20	7.87	Base granular CBR > 80		0	0.13	1.00	1.02	2.13	
15	5.91	Sub-base granular CBR > 30		0	0.11	1.00	0.65	1.11	
13.0	5.12	Material Granular existente CBR>10%		0	0.09	1.00	0.46	0.46	
		Subrasante							
56									
726,518	N	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES PREVISTOS QUE ACTUARÁN EN EL PERÍODO DE DISEÑO							
995,876	NF	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES QUE SOPORTARÁ LA ESTRUCTURA						DISEÑO OK	

Tramo 2 sector 1

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN REQUERIDO)									
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$						SN	3.35		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO									
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN		
cm	pulg		MPA	PSI					
8.0	3.15	C.A - rodadura	2,700	391,602	0.42	1.00	1.32	3.40	
20	7.87	Base granular CBR > 80		0	0.13	1.00	1.02	2.11	
25	9.84	Sub-base granular CBR > 30		0	0.11	1.00	1.08	1.08	
0.0	0.00	Material Granular existente CBR>10%		0	0.09	1.00	0.00	0.00	
		Subrasante							
53									
726,518		N	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES PREVISTOS QUE ACTUARÁN EN EL PERÍODO DE DISEÑO						
802,140		NF	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES QUE SOPORTARÁ LA ESTRUCTURA					DISEÑO OK	

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
 Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
 Mp: 05202159771 ANT
 Medellín Antioquia
 Cel.: 3173664142

INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA USA - CAICEDO

Tramo 2 sector 2

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN REQUERIDO)									
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$						SN	2.70		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO									
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN		
cm	pulg		MPA	PSI					
7.0	2.76	C.A - rodadura	2,700	391,602	0.42	1.00	1.16	2.86	
20	7.87	Base granular CBR > 80		0	0.13	1.00	1.02	1.73	
0	0.00	Sub-base granular CBR > 30		0	0.11	1.00	0.00	0.71	
20.0	7.87	Material Granular existente CBR>10%		0	0.09	1.00	0.71	0.71	
		Subrasante							
47									
726,518	N	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES PREVISTOS QUE ACTUARÁN EN EL PERÍODO DE DISEÑO							
1,082,908	NF	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES QUE SOPORTARÁ LA ESTRUCTURA						DISEÑO OK	

Tramo 2 sector 3

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN REQUERIDO)									
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$						SN	3.27		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO									
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN		
cm	pulg		MPA	PSI					
8.0	3.15	C.A - rodadura	2,700	391,602	0.42	1.00	1.32	3.46	
25	9.84	Base granular CBR > 80		0	0.13	1.00	1.28	2.17	
0	0.00	Sub-base granular CBR > 30		0	0.11	1.00	0.00	0.89	
25.0	9.84	Material Granular existente CBR>10%		0	0.09	1.00	0.89	0.89	
		Subrasante							
58									
726,518	N	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES PREVISTOS QUE ACTUARÁN EN EL PERÍODO DE DISEÑO							
1,090,240	NF	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES QUE SOPORTARÁ LA ESTRUCTURA						DISEÑO OK	

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
 Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
 Mp: 05202159771 ANT
 Medellin Antioquia
 Cel.: 3173664142

Tramo 2 sector 4

CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SN REQUERIDO)									
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$						SN	3.53		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO									
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN		
cm	pulg		MPA	PSI					
9.0	3.54	C.A - rodadura	2,700	391,602	0.42	1.00	1.49	3.60	
25	9.84	Base granular CBR > 80		0	0.13	1.00	1.28	2.15	
20	7.87	Sub-base granular CBR > 30		0	0.11	1.00	0.87	0.87	
0.0	0.00	Material Granular existente CBR>10%		0	0.09	1.00	0.00	0.00	
		Subrasante							
54									
726,518	N	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES PREVISTOS QUE ACTUARÁN EN EL PERÍODO DE DISEÑO							
827,169	N'	NÚMERO DE APLICACIONES DE EJES EQUIVALENTES QUE SOPORTARÁ LA ESTRUCTURA						DISEÑO OK	

5.7.4. Estructuras que requieren ajuste a todo base

Los tramos que en el diseño requieren de la revisión estructural solo aplicando base granular entre la capa de subrasante o de material existente obedecen a T1-S3, T2-S1 y T2-S4, los cuales se realiza el ajuste sin modificar las condiciones previstas por el consultor, en los parámetros de entrada y en las variables de diseño.

La siguiente tabla se identifican los resultados obtenidos por el consultor, con los cuales se realiza la construcción de la estructura del pavimento.

			Ajustar	Ajustar			Ajustar
Estructura	T1-S1	T1-S2	T1-S3	T2-S1	T2-S2	T2-S3	T2-S4
Carpeta asfáltica	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	7 cm	8 cm	9 cm
Base granular	25 cm	25 cm	20 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm
Subbase granular	-	-	15 cm	25 cm	-	-	20 cm
Material Granular existente	30 cm	15 cm	13 cm	-	20 cm	25 cm	-
Total	63 cm	48 cm	56 cm	53 cm	47 cm	58 cm	58 cm

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
 Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
 Mp: 05202159771 ANT
 Medellín Antioquia
 Cel.: 3173664142

5.7.5. Ajustes en los tramos requeridos

T1-S3

PROYECTO : Caicedo T1-S3 (ALT1)

FECHA :

SECCION 1 : km - km

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

- a. PERIODO DE DISEÑO (Años)
- b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
- d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)
- e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)

10
7.27E+05
4.2
2.0
80%
-0.842
0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

- a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)
- b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE
- c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)

28.00
22.00
6.45

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

SN Requerido
3.11

G_t
-0.08894

N18 NOMINAL
5.86

N18 CALCULO
5.86

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

- a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA
 - Concreto Asfáltico (a1)
 - Base granular (a2)
 - Subbase (a3)

Afirmado existente

0.38
0.13
0.11
0.09

- b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)

Subbase (m3)

Afirmado existente

1.00
1.00
1.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)	D4(cm)
1	3.11	3.35	8	33		13

T2-S1

PROYECTO : **Caicedo T2-S1 (ALT1)**

FECHA :

SECCION 1 : km - km

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	7.27E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEViate (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN ²)	28.00
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	22.00
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	5.25

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
3.35	-0.08894	5.86	5.86

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.42
Base granular (a2)	0.13
Subbase (a3)	0.11
Afirmado existente	0.09
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00
Afirmado existente	1.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)	D4(cm)
1	3.35	3.52	8	43		0

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
 Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
 Mp: 05202159771 ANT
 Medellín Antioquia
 Cel.: 3173664142

INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA USA - CAICEDO

T2-S4

PROYECTO : Caicedo T2-S4 (ALT1)

FECHA :

SECCION 1 : km - km

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	7.27E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN2)	28.00
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	22.00
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	4.50

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
3.53	-0.08894	5.86	5.86

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.42
Base granular (a2)	0.13
Subbase (a3)	0.11
Afirmado existente	0.09
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00
Afirmado existente	1.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)	D4(cm)
1	3.53	3.69	9	43	0	0

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
 Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
 Mp: 05202159771 ANT
 Medellín Antioquia
 Cel.: 3173664142

**INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA
USA - CAICEDO**

Luego del ajuste todas las alternativas quedan en todo base y se cumple con las solicitudes de carga y el diseño planteado por el consultor.

Estructura	T1-S1	T1-S2	T1-S3	T2-S1	T2-S2	T2-S3	T2-S4
Carpeta asfáltica	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	7 cm	8 cm	9 cm
Base granular	25 cm	25 cm	33 cm	43 cm	20 cm	25 cm	40 cm
Base granular estabilizada con cemento BEC-1	-	-	-	-	-	-	-
Subbase granular	-	-	-	-	-	-	-
Material Granular existente	30 cm	15 cm	13 cm	-	20 cm	25 cm	-
Total	63 cm	48 cm	54 cm	51 cm	47 cm	58 cm	52 cm

Para mejorar las condiciones de trabajo de la estructura en los sectores que no cuentan con subrasante con material de afirmado, se sugiere la colocación de un geotextil tejido NT2400 o equivalente, el cual se emplee como separación, refuerzo y estabilización del suelo.

5.8. VERIFICACIÓN DISEÑO RACIONAL (VERIFICACIÓN ELÁSTICA)

Se utilizó programa Depav2. Para la verificación de parámetros elásticos a los que estará sometida la estructura del pavimento, durante el periodo de diseño. Solo se analizó la alternativa todo base para los tramos ajustados, compuesta por carpeta asfáltica MDC-19, una capa de base granular, una capa de subbase granular y una capa de afirmado existente en los casos que aplique.

5.8.1. Parámetros Admisibles Versus Calculados

PARÁMETROS EVALUACIÓN

Opciones Salir

Código: General Descripción:

Eje Estándar (Simple de Rueda Doble)

Carga (Tn): 8.2 Separación entre Llantas (m): 0.3

Presión de Inflado (psi): 80 Ancho Llanta (m): 0.22

Ancho Línea (m): 2.5

Número Estructural

% Confiabilidad: 80 Zr: -0.8416

So: 0.45

Delta PSI: 2.2

Gravedad (m/s2): 9.8067

Parámetros Métodos de Evaluación

MEPDG

FATIGA

Calibración Global en Campo

Kf1: 3.75 Kf2: -2.87 Kf3: -1.46

Constantes Calibración Local en Campo (Bf1, Bf2, Bf3)

Espesor Carpeta Asfáltica, Hac (in)	Bf1		Bf2		Bf3	
	C1:	Exponente1:	C2:	Exponente2:	C3:	Exponente3:
<= 5:	0.02054	0	1.38	0	0.88	0
5 a 12:	5.014	-3.416	1.38	0	0.88	0
>= 12:	0.001032	0	1.38	0	0.88	0

$\beta_{fi} = c_i * H_{AC}^{Exponente_i}$

Proceso de Fisuración: Piel de Cocodrilo (de Abajo hacia Arriba)

AHUELLAMIENTO

Concreto Asfáltico

Br1: 0.4 Br2: 1.36 Br3: 0.52

Kr1: -2.4545 Kr2: 0.22 Kr3: 3.01

Granulares y Suelos Finos

Bs: 1 Profundidad Roca, Hbedrock (pulg): 240

a1: 0.15 a9: 20 b1: 0 b9: 0

Granular Grano Grueso Arena Suelo Fino

Ks0: 0.965 Ks1: 0.965 Ks2: 0.635 Ks3: 0.675

Profundidad Subrasante (pulg): 6

INA

Constante: 0.00432 K2: -3.9492

K1: 18.4 K3: -1.281

SHELL

% Confiabilidad Ahuellamiento: 80

K Fatiga: 1

Controles Máximos de Diseño (mm)

Freeways: 10 Arterials: 13

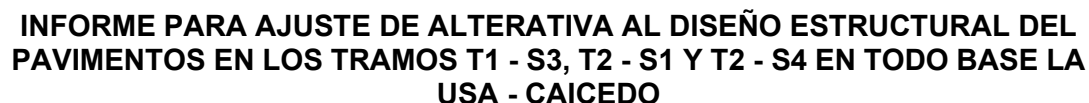
Collector Streets: 17 Local Roads: 17

Parámetros Módulos Capas Base y Subbase

Parámetros Capas Cementadas

Parámetros Comportamiento Elástico

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142



Parámetros :	General	Temperatura del Aire (°C) :	18	Velocidad de Diseño (km/h) :	40	Categoría de la Vía :	Local Roads
--------------	---------	-----------------------------	----	------------------------------	----	-----------------------	-------------

ESTRUCTURA

# Capa	Tipo de Material	Descripción	Espesor (cm)	Módulo (MPa)	Relación de Poisson	Fricción Entre Capas?
1	Asfáltico	Concreto Asfáltico	8	2300	0.35	Si
2	10. Granular	Base	33	289.9	0.4	Si
3	10. Granular	Afirmado existente	13	103.42	0.4	Si
4	99. Subrasante			44.47	0.45	
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Capa	Profundidad (cm)	Activa para Cálculos
1	0	☐
	4	☐
	8	☒
2	8	☐
	24.5	☐
	41	☒
3	41	☐
	47.5	☐
	54	☒
4	54	☐
	61.62	☐
	76.86	☐

☐ Todo el Vehículo ☒ Ejes
Cálculo de Consumos
 Capa Fatiga :
 Capa Ahuellamiento
 INA-Shell :
 Capa Fatiga
 Suelo-Cemento :

☐ Analizar Cargas Semieje

Calcular Esfuerzos y Deformaciones

Comportamiento Elástico

TIPO DE VEHICULO

Código Vehículo :	SRDS. Simple de Rueda Doble Carga Estand	Número de Repeticiones :	726,581	Factor de Mayoración de Cargas (%) :	100
-------------------	--	--------------------------	---------	--------------------------------------	-----

Vehículo: **SRDS. Simple de Rueda Doble Carga E** Componente: **1. SRDS**

Posición: **Valores Máximos**

Capa	Profundidad (cm)	Epsilon X	Sigma X (MPa)	Epsilon Y	Sigma Y (MPa)	Epsilon Z	Sigma Z (MPa)	Dzz (mm)	Ep
1	0.00	-7.67E-06	9.54E-03	-3.07E-05	2.22E-01	-1.61E-04	-7.30E-06	0.774	-5
	4.00	4.65E-05	2.43E-01	-1.00E-05	-1.42E-03	1.02E-04	4.32E-01	0.775	-1
	8.00	-2.73E-04	-7.46E-01	-1.91E-04	-6.06E-01	3.23E-04	2.70E-01	0.767	-4
2	24.50	-2.11E-04	-2.36E-02	-1.15E-04	-5.46E-03	3.65E-04	9.56E-02	0.690	-4
	41.00	-2.54E-04	-8.84E-02	-1.77E-04	-7.25E-02	3.45E-04	3.57E-02	0.636	-5
	54.00	-2.50E-04	-3.53E-04	-1.83E-04	1.72E-03	4.86E-04	2.22E-02	0.584	-6
3	41.00	-2.36E-04	-1.92E-02	-1.71E-04	-1.44E-02	3.94E-04	2.73E-02	0.609	-6
	47.50	-2.50E-04	-2.50E-02	-1.83E-04	-2.00E-02	3.89E-04	2.22E-02	0.584	-6
	54.00	-2.50E-04	-3.53E-04	-1.83E-04	1.72E-03	4.86E-04	2.22E-02	0.584	-6
4	61.62	-1.54E-04	2.88E-04	-1.07E-04	1.71E-03	2.97E-04	1.41E-02	0.501	-4
	76.86	-1.54E-04	2.88E-04	-1.07E-04	1.71E-03	2.97E-04	1.41E-02	0.501	-4

CONSUMOS Y FACTORES DE EQUIVALENCIA				
	Número de Repeticiones Admisibles	% Consumo 7.2658E+05 de Ejes	Factor Equivalencia	Deformación Unitaria Admissible
Fatiga MEPDG	3.3280E+07	2.1832	1.000	-7.1234E-04
Fatiga INA	8.9776E+05	80.9331	1.000	-2.8817E-04
Fatiga SHELL	1.4990E+06	48.4706	1.000	-3.1571E-04
Ahuellamiento INA	8.4176E+06	8.6317	1.213	5.1370E-04
Ahuellamiento SHELL	3.2614E+07	2.2278	1.188	7.5353E-04
Fatiga Capa Cementada MEPDG	0.0000E+00	0.0000	Smax MEPDG (MPa) :	0.00E+00
Fatiga Capa Cementada PCA	0.0000E+00	0.0000	Smax PCA (MPa) :	
	Deflexión Admissible (mm)		SigmaZ Admissible (MPa)	
Método	INA	IVANOV	Dormon-Kerhoven	CRR
	0.980	1.039	6.10E-02	2.51E-01
	Concreto Asfáltico	Base y Subbase	Subrasante	
Deformación Permanente MEPDG (mm)	2.425	2.407 : 1.735 0.671	0.959	
Total Def. Permanente MEPDG (mm)	5.791			
Def. Permanente Máxima MEPDG (mm)	Local Roads	17.000		
	Requerido	Suministrado	Diferencia	
Número Estructural	3.117	3.346	0.230	

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellín Antioquia
Cel.: 3173664142

INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA USA - CAICEDO

5.8.1.3. Parámetros de entrada T2-S1

Parámetros: General Temperatura del Aire (oC): 22 Velocidad de Diseño (km/h): 40 Categoría de la Vía: Local Roads

ESTRUCTURA

# Capa	Tipo de Material	Descripción	Espesor (cm)	Módulo (MPa)	Relación de Poisson	Fricción Entre Capas?
1	Asfáltico	Cemento Asfáltico	8	2700	0.35	Si
2	Granular	Base	43	289.9	0.4	Si
3	99. Subrasante			36.19	0.45	
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Capa Profundidad (cm) Activa para Cálculos

Capa	Profundidad (cm)	Activa para Cálculos
1	0	
	4	
	8	
2	8	
	29.5	
	51	
3	51	
	58.62	
	73.86	

Todo el Vehículo ☒ Ejes

Cálculo de Consumos

Capa Fatiga: 1

Capa Ahuellamiento INA-Shell: 1

Capa Fatiga Suelo-Cemento: 1

☐ Analizar Cargas Semieje

☒ Calcular Esfuerzos y Deformaciones ☐ Comportamiento Elástico

TIPO DE VEHICULO

Código Vehículo: SRDS. Simple de Rueda Doble Carga Estand Número de Repeticiones: 726,581 Factor de Mayoración de Cargas (%): 100

5.8.1.4. Calculo de esfuerzos y deformaciones T2-S1

Vehículo: SRDS. Simple de Rueda Doble Carga E Componente: 1. SRDS

Posición: Valores Máximos

Capa	Profundidad (cm)	Epsilon X	Sigma X (MPa)	Epsilon Y	Sigma Y (MPa)	Epsilon Z	Sigma Z (MPa)	Dzz (mm)	Ep
1	0.00	-2.13E-06	2.64E-02	-2.27E-05	2.60E-01	-1.54E-04	5.52E-01	0.831	-5
	4.00	4.22E-05	2.51E-01	-5.31E-06	1.37E-02	8.37E-05	4.24E-01	0.832	-1
	8.00	-2.55E-04	-8.37E-01	-1.77E-04	-6.80E-01	2.92E-04	2.57E-01	0.825	-4
2	8.00								
	29.50	-1.78E-04	-2.56E-02	-1.04E-04	-1.02E-02	3.09E-04	7.53E-02	0.733	-3
	51.00	-2.49E-04	-9.74E-02	-1.79E-04	-8.28E-02	3.17E-04	1.97E-02	0.674	-6
3	51.00	-2.49E-04	1.18E-03	-1.79E-04	2.93E-03	4.93E-04	1.97E-02	0.674	-6
	58.62								
	73.86	-1.62E-04	8.91E-04	-1.12E-04	2.11E-03	3.18E-04	1.29E-02	0.587	-4

CONSUMOS Y FACTORES DE EQUIVALENCIA

	Número de Repeticiones Admisibles	% Consumo 7.2658E+05 de Ejes	Factor Equivalencia	Deformación Unitaria Admisible
Fatiga MEPDG	3.5429E+07	2.0508	1.000	-6.7624E-04
Fatiga INA	9.5557E+05	76.0365	1.000	-2.7357E-04
Fatiga SHELL	1.5766E+06	46.0859	1.000	-2.9801E-04
Ahuellamiento INA	6.2163E+06	11.6884	1.205	5.1370E-04
Ahuellamiento SHELL	2.4876E+07	2.9208	1.181	7.5353E-04
Fatiga Capa Cementada MEPDG	0.0000E+00	0.0000	Smax MEPDG (MPa):	0.00E+00
Fatiga Capa Cementada PCA	0.0000E+00	0.0000	Smax PCA (MPa):	
Deflexión Admisible (mm)				
Método	INA	IVANOV	Dormon-Kerhoven	CRR
	0.980	1.039	4.96E-02	1.96E-01
SigmaZ Admisible (MPa)				
	Concreto Asfáltico	Base y Subbase	Subrasante	
Deformación Permanente MEPDG (mm)	2.352	1.910	1.040	
Total Def. Permanente MEPDG (mm)		5.302		
Def. Permanente Máxima MEPDG (mm)	Local Roads	17.000		
	Requerido	Suministrado	Diferencia	
Número Estructural	3.349	3.524	0.175	

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142

INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA USA - CAICEDO

5.8.1.5. Parámetros de entrada T2-S4

Parámetros : General Temperatura del Aire (oC) : 22 Velocidad de Diseño (km/h) : 40 Categoría de la Vía : Local Roads

ESTRUCTURA

# Capa	Tipo de Material	Descripción	Espesor (cm)	Módulo (MPa)	Relación de Poisson	Fricción Entre Capas?
1	1. Asfáltico	Cemento Asfáltico	9	2700	0.35	Si
2	10. Granular	Base	43	289.9	0.4	Si
3	99. Subrasante			31.02	0.45	
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Capa	Profundidad (cm)	Activa para Cálculos
1	0	☐
	4.5	☐
	9	☒
2	9	☐
	30.5	☐
	52	☒
3	52	☐
	59.62	☐
	74.86	☒

Todo el Vehículo ☒ Ejes

Cálculo de Consumos

Capa Fatiga : 1

Capa Ahuellamiento INA-Shell : 1

Capa Fatiga Suelo-Cemento : 1

Analizar Cargas Semieje

Calcular Esfuerzos y Deformaciones

Comportamiento Elástico

TIPO DE VEHICULO

Código Vehículo : SRDS. Simple de Rueda Doble Carga Estand Número de Repeticiones : 726,581 Factor de Mayoración de Cargas (%) : 100

5.8.1.6. Calculo de esfuerzos y deformaciones T2-S4

Vehículo : SRDS. Simple de Rueda Doble Carga E Componente : 1. SRDS

Posición : Valores Máximos

Capa	Profundidad (cm)	Epsilon X	Sigma X (MPa)	Epsilon Y	Sigma Y (MPa)	Epsilon Z	Sigma Z (MPa)	Dzz (mm)	Ep
1	0.00	-2.20E-06	2.81E-02	-2.01E-05	-1.02E-02	-1.59E-04	-7.30E-06	0.893	-5
	4.50	3.97E-05	2.37E-01	-3.54E-06	1.90E-02	8.59E-05	4.13E-01	0.893	-1
	9.00	-2.43E-04	-8.02E-01	-1.64E-04	-6.43E-01	2.71E-04	2.27E-01	0.886	-4
2	9.00								
	30.50	-1.71E-04	-2.77E-02	-1.03E-04	-1.36E-02	2.92E-04	6.81E-02	0.800	-3
	52.00	-2.49E-04	-9.92E-02	-1.78E-04	-8.45E-02	3.13E-04	1.72E-02	0.743	-6
3	52.00	-2.49E-04	1.23E-03	-1.78E-04	2.75E-03	4.96E-04	1.72E-02	0.743	-6
	59.62								
	74.86	-1.68E-04	9.31E-04	-1.15E-04	2.04E-03	3.28E-04	1.15E-02	0.656	-4

CONSUMOS Y FACTORES DE EQUIVALENCIA

	Número de Repeticiones Admisibles	% Consumo 7.2658E+05 de Ejes	Factor Equivalencia	Deformación Unitaria Admisible
Fatiga MEPDG	2.8765E+07	2.5259	1.000	-6.1066E-04
Fatiga INA	1.1614E+06	62.5600	1.000	-2.7357E-04
Fatiga SHELL	2.0183E+06	35.9998	1.000	-2.9801E-04
Ahuellamiento INA	5.4033E+06	13.4469	1.173	5.1370E-04
Ahuellamiento SHELL	2.1948E+07	3.3105	1.154	7.5353E-04
Fatiga Capa Cementada MEPDG	0.0000E+00	0.0000	Smax MEPDG (MPa) :	0.00E+00
Fatiga Capa Cementada PCA	0.0000E+00	0.0000	Smax PCA (MPa) :	
	Deflexión Admisible (mm)		SigmaZ Admisible (MPa)	
Método	INA	IVANOV	Dormon-Kerhoven	CRR
	0.980	1.039	4.26E-02	1.63E-01
	Concreto Asfáltico	Base y Subbase	Subrasante	
Deformación Permanente MEPDG (mm)	2.524	1.806	1.360	
Total Def. Permanente MEPDG (mm)		5.689		
Def. Permanente Máxima MEPDG (mm)	Local Roads	17.000		
	Requerido	Suministrado	Diferencia	
Número Estructural	3.531	3.689	0.158	

Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
 Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
 Mp: 05202159771 ANT
 Medellín Antioquia
 Cel.: 3173664142

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las recomendaciones dadas en el presente documento, son una aplicación de una alternativa todo base sobre los diseños presentados por el consultor y avalados por la entidad contratante, respecto a la alternativa presentada en el T1-S3, T2-S1 y T2-S4, sin modificar los parámetros de entrada del modelo ni las variables de diseño seleccionadas, de esta manera no constituye cambio al diseño dado a que los valores resultantes de la estructura son equivalentes conceptual y numéricamente.

Luego de la revisión de actualización del tránsito, se determina que los espesores diseñados por el consultor y que luego son ajustados como una alternativa todo base, satisfacen plenamente los requisitos del tránsito proyectado a 10 años, cumpliendo con la revisión por la metodología AASHTO-93 y la verificación elástica del diseño racional de pavimentos.

Se recomienda verificar las condiciones de la subrasante en el proceso constructivo, ya que el CBR de la zona de estudio, presenta datos variables. En zonas donde no se tenga presencia de afirmado, se recomienda la utilización de un geotextil tejido NT2400 o equivalente, el cual se emplee como separación, refuerzo y estabilización

El tránsito de la vía proyectado a 10 años, se clasifica como tránsito NT2, por tanto, los materiales, deben ajustarse a las especificaciones INVIAS, para este tránsito.

Todos los paramentos de la verificación elástica del pavimento, cumplen los requisitos del diseño, por tanto, la estructura propuesta en el diseño inicial satisface las exigencias del tránsito para un periodo de diseño de 10 años más.



ALEX ANTONIO PALACIOS MOSQUERA

Ingeniero civil

Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.

Mp: 05202159771 ANT

*Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142*

REPORTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES CON GEOSINTÉTICOS

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del proyecto	LA Usa Caicedo Refuerzo
Nombre de la empresa	
Localización	

Observaciones

PARÁMETROS DE ENTRADA

Carga por eje	P	80 kN
Presión de inflado	p'	80 psi
Número de repeticiones		726518.0
Ahuellamiento máximo permitido		50 mm
CBR Material Granular (%)		30.0
CBR Subrasante (%)		3.0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Radio de Carga	0.107 m
Relación de módulos calculada	3.216
Relación de módulos recomendada	3.216

Tipo de Refuerzo	Sin Refuerzo	Geotextil T2400	Geotextil TR6000 HF	Geomalla P-BX 2020	Geomalla P-BX 3030
Espesor Material Granular Calculado [m]	0.342	0.297	0.201	0.192	0.129
Espesor Material Granular Recomendado [m]	0.35	0.3	0.2	0.2	0.15
Optimizacion de Granulares	0%	0.123%	0.415%	0.415%	0.561%

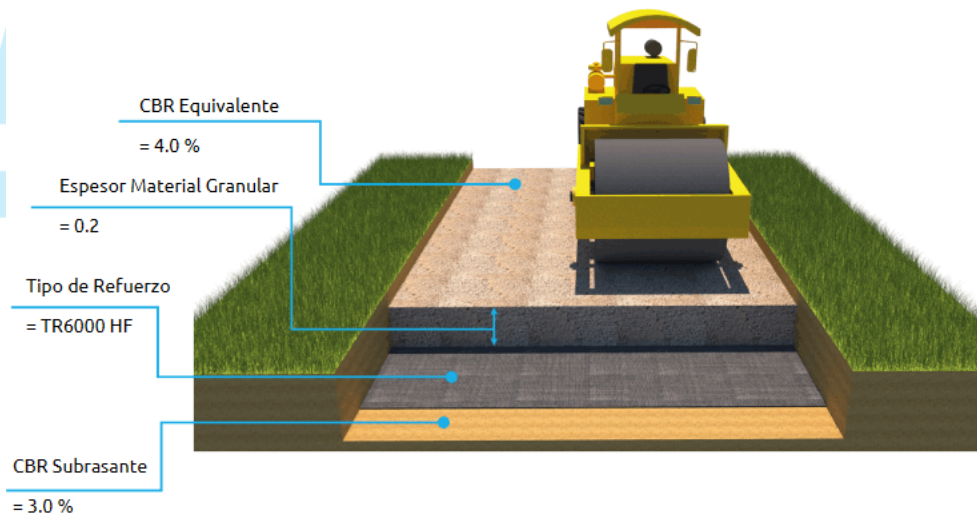
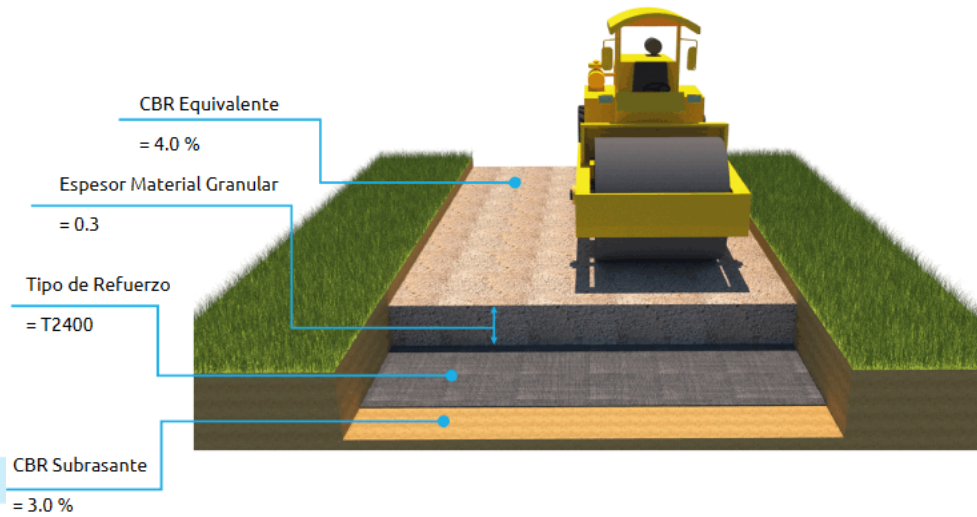
Tipo de Refuerzo	Sin Refuerzo
Espesor Material Granular Recomendado [m]	0.35
Optimizacion de Granulares	0%

Tipo de Refuerzo	Geotextil T2400
Espesor Material Granular Recomendado [m]	0.3
Optimizacion de Granulares	0.123%

Tipo de Refuerzo	Geotextil TR6000 HF
Espesor Material Granular Recomendado [m]	0.2
Optimizacion de Granulares	0.415%

Tipo de Refuerzo	Geomalla P-BX 2020
Espesor Material Granular Recomendado [m]	0.2
Optimizacion de Granulares	0.415%

Tipo de Refuerzo	Geomalla P-BX 3030
Espesor Material Granular Recomendado [m]	0.15
Optimizacion de Granulares	0.561%



**INFORME PARA AJUSTE DE ALTERNATIVA AL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTOS EN LOS TRAMOS T1 - S3, T2 - S1 Y T2 - S4 EN TODO BASE LA
USA - CAICEDO**



PERSONERÍA JURÍDICA RESOLUCIÓN No. 75 DE JUNIO 28 DE 1960 DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

En atención a que

ALEX ANTONIO PALACIOS MOSQUERA

Con cédula de ciudadanía 70529649

Ha cumplido con todos los requisitos académicos exigidos
por los estatutos universitarios, le confiere el título de

**ESPECIALISTA EN DISEÑO VIAL E INGENIERÍA DE
PAVIMENTOS**

Para constancia se firma en Medellín el día 07 de julio del año 2016 y se refrenda con el sello respectivo



Registro: Libro 3

Folio 1549
52602

Número 21450

THELMA GIBBS & ASSOC.

*Elaboró: Alex Antonio Palacios Mosquera, Ingeniero civil
Esp: Diseño vial e ingeniería de pavimentos.
Mp: 05202159771 ANT
Medellin Antioquia
Cel.: 3173664142*