



DISEÑO DE PAVIMENTO

**PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL
MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE,**

Peticionario:



MUNICIPIO DE PALMITOS

ESTEBAN PEREZ BOTIA

Ingeniero civil

Esp. Vías Y Transporte

Esp. Gerencia de Proyectos de Obras Publicas

MP 22202-287635 COR.

PALMITO- SUCRE

ENERO – 2026

CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ORIGEN DEL ESTUDIO	5
3. FUENTES DE INFORMACION	5
4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	6
5. OBJETIVO	7
6. ALCANCE DEL ESTUDIO	7
7. LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES REGIONALES DEL PROYECTO ..	9
8. CARACTERISTICA GEOLOGICA	13
8.1. ESTRATIGRAFIA REGIONAL	13
8.2. ESTRATIGRAFIA LOCAL	19
8.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL	20
8.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	23
8.5. GEOMORFOLOGÍA	24
9. TRANSITO	25
10. GEOTECNIA	33
11. SUBBASE GRANULAR	40
12. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO	46
12. TRAZADO Y ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS	48
13. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	52
14. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
15. BIBLIOGRAFÍA	79

Tabla 1. Identificación del tramo para diseño	10
Tabla 2. Resumen Aforo vehicular tramo 1	26
Tabla 3. Resumen Aforo vehicular tramo 2-3-4	26
Tabla 4. Resumen Aforo vehicular tramo 5-6	27
Tabla 5. Espectro de carga proyectado al año de diseño. TRAMO 1	29
Tabla 6. Espectro de carga proyectado al año de diseño. TRAMO 2-3-4	30
Tabla 7. Espectro de carga proyectado al año de diseño. TRAMO 5-6	31
Tabla 8. Factor de seguridad de carga	32
Tabla 9. Resumen de ubicación de sondeos por tramo.	33
Tabla 10. Cuadro resumen CBR subrasante	35
Tabla 11. Percentil de diseño	36
Tabla 12. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.	37
Tabla 13. Espesor mínimo de material natural reemplazado por el material de mejoramiento de subrasante.	37
Tabla 14. Clasificación de Suelos Expansivos	38
Tabla 15. Resumen de parámetros de clasificación	38
Tabla 16. Nivel de Transito TRAMO 1	40
Tabla 16. Nivel de Transito TRAMO 2-3-4	41
Tabla 18. Nivel de Transito TRAMO 5-6	41
Tabla 19. Requisitos de los agregados para sub-base granular TRAMO 1	42
Tabla 20. Requisitos de los agregados para sub-base granular TRAMO 2-3-4	43
Tabla 21. Requisitos de los agregados para sub-base granular TRAMO 5-6	44
Tabla 22. Franjas granulométricas del material de sub-base granular	44
Tabla 23. Relación entre la clasificación del suelo y los valores de CBR y K.	45
Tabla 24. Software BS-PCAA TRAMO 1	46
Tabla 24. Software BS-PCAA TRAMO 2-3-4	46
Tabla 26. Software BS-PCAA TRAMO 5-6	47
Table 27. Software BS-PCAA TRAMO 1	54
Table 28. Software BS-PCAA TRAMO 2-3-4	55
Table 29. Software BS-PCAA TRAMO 5-6	56

Tabla 30. Sección transversal pavimento de 7,00 metros de ancho para TRAMO 1	57
Tabla 31. Sección transversal pavimento de 6,00 metros de ancho para TRAMO 2-3-4	57
Tabla 32. Sección transversal pavimento de 5,00 metros de ancho para TRAMO 5	58
Tabla 33. Sección transversal pavimento de 4,50 metros de ancho para TRAMO 6	58
Tabla 34. Sección transversal pavimento TRAMO 1	59
Tabla 35. Sección transversal pavimento TRAMO 2-3-4	60
Tabla 36. Sección transversal pavimento TRAMO 5-6.....	60
Tabla 37. Cálculo de esfuerzo por cambio uniforme	61
Tabla 38. Cálculo de esfuerzo por cambio uniforme	62
Tabla 39. Radio de rigidez relativa	63
Tabla 40. Coeficientes de bradhury.....	64
Tabla 41. Componentes principales del sistema de pavimento rígido.....	68
Tabla 42. Sección típica de junta longitudinal	69
Tabla 43. Recomendaciones para las barras de anclaje.....	69
Tabla 44. Recomendaciones para la sección de los pasadores de carga.....	70
Tabla 45. Sección típica de la junta transversal de contracción con dovelas.....	71
Tabla 46. Sección típica de junta de aislamiento entre pavimentos existentes	72
Tabla 47. Sección típica de junta de aislamiento entre otras estructuras fijas	72
Tabla 48. Disposición de juntas sobre pozos de inspección	73
Tabla 49. Disposición de fijación de pasadores	75
Tabla 50. Recomendaciones para barras de anclaje y pasadores de carga	76

1. INTRODUCCIÓN

La Alcaldía de Palmitos, con el ánimo de atender los programas de ampliación, mejoramiento y rehabilitación de la red vial del municipio de Palmitos ha adelantado los estudios básicos de diseño geométrico y de diseño para la estructura de pavimento hidráulico de la **“PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE, TRAMO 1”**, y mejorar la red vial que permitan un buen tránsito vehicular.

En el presente informe se encuentran las pautas utilizadas en la revisión de la topografía del sector y el estudio de suelos; teniendo en cuenta el tránsito definido en los conteos vehiculares y basado en las recomendaciones establecidas la metodología definida por el Manual de diseño de pavimentos de concreto para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

La metodología y procedimientos aquí presentados son parte de una propuesta coherente con las necesidades y alcances de la Gobernación de Sucre para la elaboración de la propuesta.

2. ORIGEN DEL ESTUDIO

El presente Estudio se adelanta para la elaboración del proyecto de **“PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE, TRAMO 1”**.

3. FUENTES DE INFORMACION

Para el Diseño de Pavimentos, se consultó y recopiló básicamente información de tipo institucional, conformada por los datos y estadísticas suministrados por entidades e instituciones de carácter público como privado, que de alguna manera intervienen en la zona donde se realizó el Estudio, así como información tomada directamente en campo, con el equipo de laboratorio.

4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

A continuación, se hace una descripción de las actividades realizadas para el diseño de pavimentos de la vía:

TRAMO 1

- CALLE 5 HACIA LA VIA DE PALMITO A VARSOVIA

TRAMO 2-3-4

- CARRERA 4 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4
- CALLE 4 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3
- CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4

TRAMO 5-6

- CARRERA 5 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 6
- CARRERA 6 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 5

5. OBJETIVO

La elaboración de este estudio

- Diseño estructural de Pavimento y Especificaciones de diseño geométrico
- tiene por objeto definir los espesores y materiales que conformen las capas de la estructura del pavimento sobre la fundación o subrasante característica de cada tramo en estudio, de tal forma que sean capaces de soportar la sollicitación del tránsito actual y a futuro bajo las condiciones climáticas de la zona del proyecto, así como la determinación de las coordenadas del alineamiento horizontal y vertical de cada tramo, definiendo las cotas de trabajo asociadas a la rasante definitiva.

6. ALCANCE DEL ESTUDIO

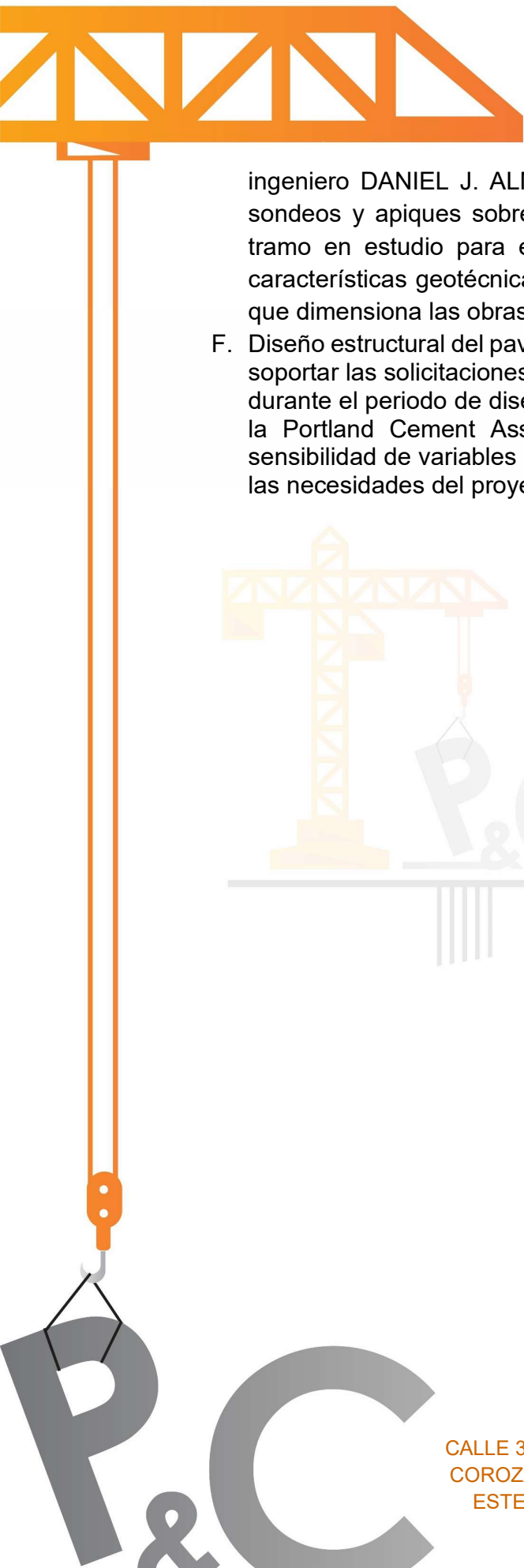
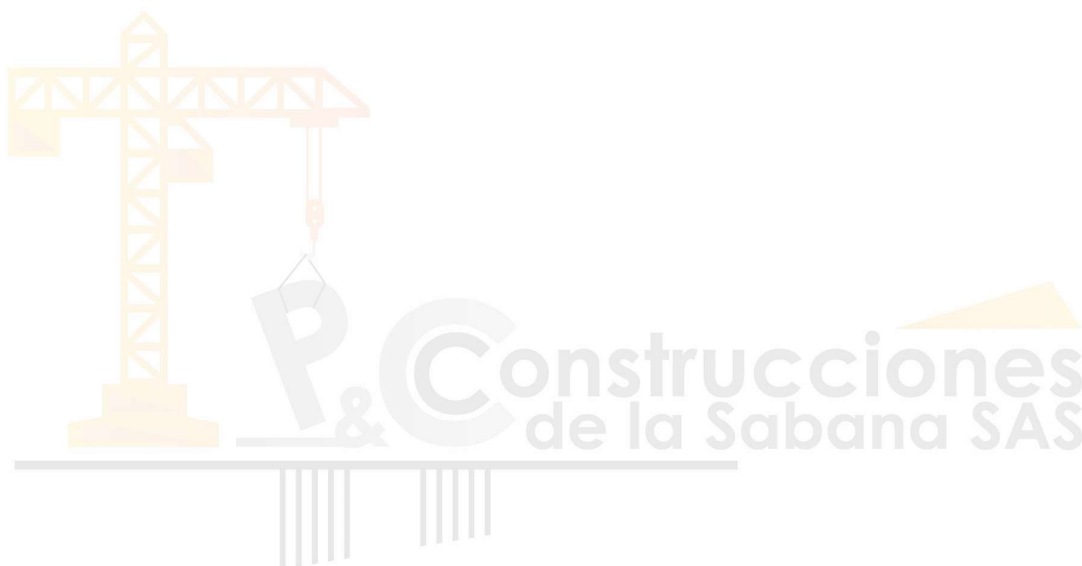
El alcance de este documento tiene en cuenta la caracterización de los materiales que conforman las capas del pavimento, la evaluación geotécnica del suelo de subrasante, la asignación del tránsito actual y proyectado y la determinación de los espesores de la estructura para cada tramo en estudio, así como el análisis de la topografía suministrada de cada corredor vial para la determinación de las carteras de localización y rasante.

- A. Evaluación climática y de las condiciones de drenaje.
- B. Análisis de la topografía y sectorización.
- C. Evaluación del tránsito actual y proyectado: A partir de conteos programados se cuantificó la variable tránsito teniendo en cuenta las condiciones actuales y proyectadas en el año horizonte.
- D. Determinación del trazado del eje del proyecto y diseño de rasante: A partir del análisis de la topografía suministrada, se determinan las coordenadas del eje proyectado siguiendo la disponibilidad del derecho de vía del carretable existente y determinando los niveles de rasante de acuerdo con las condiciones de drenaje superficial actuales.
- E. Exploración geotécnica preliminar y definitiva de la subrasante: La información geotécnica de los tramos, TRAMO 1: CALLE 5 HACIA LA VIA DE PALMITO A VARSOVIA, TRAMO 2-3-4: CARRERA 4 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4, CALLE 4 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3 Y CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4, TRAMO 5-6: CARRERA 5 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 6 Y CARRERA 6 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 5, fue suministrada por la empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el



ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO, es en base a la solicitud de sondeos y apiques sobre el suelo de fundación del pavimento para cada tramo en estudio para el posterior análisis de ingeniería que define las características geotécnicas de la subrasante y la posición del nivel freático que dimensiona las obras de subdrenaje.

- F. Diseño estructural del pavimento: La estructura del pavimento se diseñó para soportar las solicitaciones del tránsito esperado para cada tramo en estudio, durante el periodo de diseño, teniendo en cuenta los criterios del método de la Portland Cement Association – PCA 84 y luego de un análisis de sensibilidad de variables que arroja la solución más apropiada que satisface las necesidades del proyecto.



CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM



7. LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES REGIONALES DEL PROYECTO



Ilustración 1. LOCALIZACION DEL PROYECTO

CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM

Específicamente en la siguiente calle:

TRAMO 1

- CALLE 5 HACIA LA VIA DE PALMITO A VARSOVIA

TRAMO 2-3-4

- CARRERA 4 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4
- CALLE 4 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3
- CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4

TRAMO 5-6

- CARRERA 5 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 6
- CARRERA 6 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 5

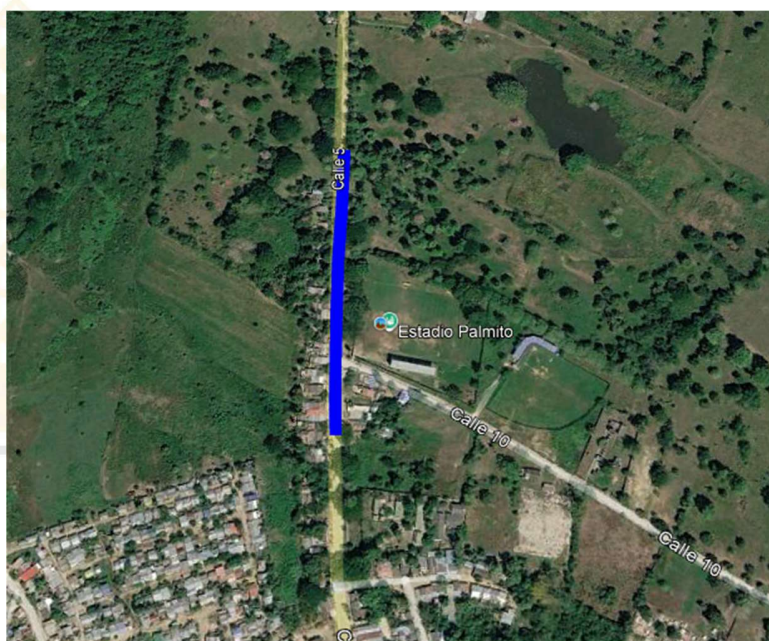
Tabla 1. Identificación del tramo para diseño

SECTOR	INICIO	FIN	LONGITUD ML
TRAMO 1			
CALLE 5 HACIA LA VIA DE PALMITO A VARSOVIA	K0+000	K0+289.642	289.642
TRAMO 2-3-4			
CARRERA 4 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4	K0+000	K0+055.815	55.815
CALLE 4 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3	K0+000	K0+074.766	74.766
CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4	K0+000	K0+063.290	63.290
TRAMO 5-6			

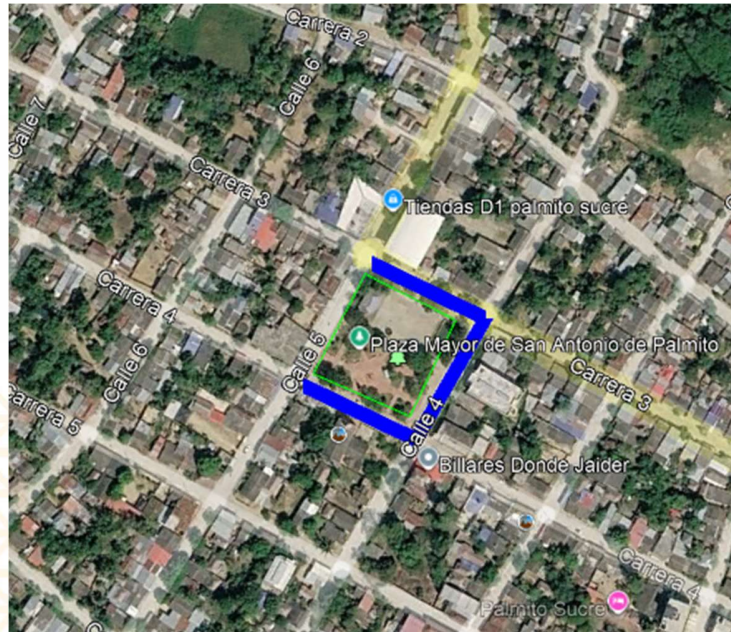
CARRERA 5 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 6	K0+000	K0+236.700	236.700
CARRERA 6 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 5	K0+000	K0+202.309	202.309
TOTAL			922.522

FUENTE: Elaboración Propia 2026

TRAMO 1



TRAMO 2-3-4



TRAMO 5-6

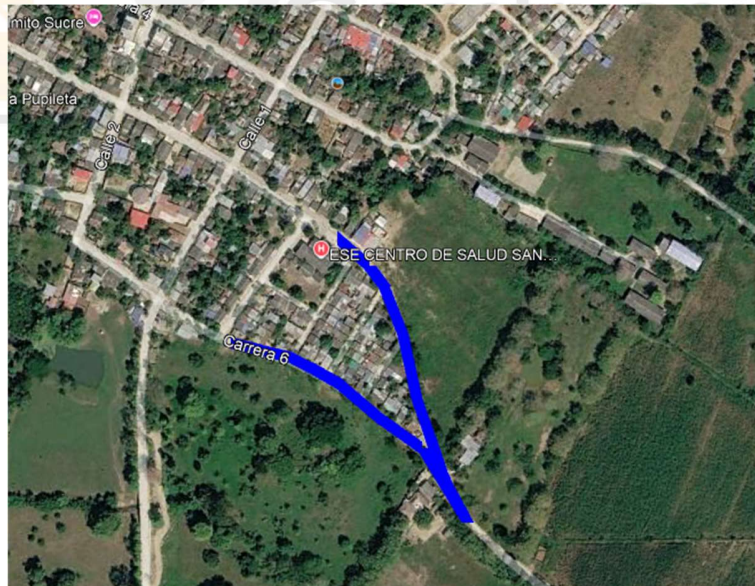


Ilustración 2. Localización de los tramos.

FUENTE: Elaboración propia, tomada de Google Earth Pro.

8. CARACTERISTICA GEOLOGICA

Las unidades litoestratigráficas diferenciadas en el área de las planchas 44 Sincelejo y 52 Sahagún hacen parte de las anteriormente denominadas Grupo Cansona y Carmen (Duque – Caro, 1971, 1984). La nomenclatura estratigráfica que se propone en este informe es una revisión actualizada de las ya conocidas en la literatura, que pretende unificar conceptos en torno a la extensión real de las unidades, sus límites y sus interrelaciones espacio – temporales.

En el área de las planchas 44 y 52 se diferenciaron doce unidades de rango formación, algunas de las cuales se subdividieron en miembros. Las edades de las unidades varían del Cretácico Superior a Plioceno – Pleistoceno.

8.1. ESTRATIGRAFIA REGIONAL

- **FORMACIÓN SAN CAYETANO (Ksc)**

Ubicación: La Formación San Cayetano fue definida originalmente en la Serranía de San Jacinto (Chenevart, 1963) sin dar mayor precisión sobre la localidad o sección tipo, con una descripción muy generalizada que no permite reconocer con seguridad sus límites de base y techo. En el área de la Plancha 44 aflora en su mitad occidental, y constituye el núcleo del Anticlinal de Tolviejo y hac parte de otros pliegues (anticlinales y sinclinales), afectados por fallamientos, (al oriente de Macaján, Chinulito y Aguacate). En el área de la Plancha 52, aflora en el extremo NW y forma los anticlinales de Tolviejo, Tuchín y el sinclinal de Caracolí.

Litología: Secuencia rítmica de areniscas líticas granodecrecientes. Intercalaciones de arcillolitas y niveles delgados de calizas.

Edad: Con base en lo anterior se postula una edad del Paleoceno inferior – Eoceno medio para la Formación San Cayetano en e área de Chalán Sincelejo.

Posición estratigráfica: Se trata sin duda de una potente unidad aunque su espesor real no pueda ser precisado con exactitud, debido a la deformación tectónica que la afecta y a la no presencia del contacto inferior con la Formación Cansona. Es evident también la variabilidad del mismo, con los mayores espesores en el sur (2.013 m) y los menores (250 m) hacia el norte. Debe tenerse en cuenta que la sección medida más completa es la de Tuchín – El Brillante; las otras corresponden a tramos destapadas en canteras o arroyos sin mayor continuidad.

El contacto superior es una discontinuidad estratigráfica (discordancia); la unidad suprayacente es en algunas áreas la Formación Maco (arroyo Palenquillo, arroyo Macaján); en otras la Formación Tolviejo (cerro Mena, Anticlinal de Tolviejo).

- **FORMACIÓN TOLUVIEJO (Pgt)**

Ubicación: La Formación Tolviejo aflora en el área de la Plancha 44 en una faja de 16 km de longitud y de anchur variable de 2 km en el sureste a 6 km en el noreste, la cual ocupa parte de la mitad centro – occidental de la plancha, con un rumbo regional de N45°E. Esta faja hace parte de la región montañosa del área. Hacia el sureste, rocas de esta unidad afloran en dos áreas menores en el cerro Escobar.

Litología: Calizas terrígenas con macroforaminíferos y algas con intercalaciones de margas y lodolitas.

Edad: Se indican una edad del Eoceno medio para la Formación. Tolviejo.

Posición estratigráfica: En la parte más occidental del área la unidad se encuentra en discordancia angular con la infrayacente Formación San Cayetano; en el Anticlinal de Chalán está en aparente paraconformidad sobre la Formación Maco. El contacto superior es también paraconforme con la suprayacente Formación Carmen.

Ambiente de formación: Las facies de la unidad varían de norte a sur y de oriente a occidente e indican con ello cambios en las condiciones ambientales que las generan. En la parte occidental del área predominan los carbonatos con numulites, macronumulites, algas rojas, equínidos planos orientados y fragmentos de bilvalvos, algunos bivalvos y numulites orientados de forma plana paralela, que muestran la dinámica de corrientes. Hacia el borde sur, caso de la sección de Varsovia, existe una acumulación de clastos y bloques de carbonatos en una matriz clástica con cemento calcáreo, donde se nota la influencia de depósitos que ocurren en el borde de un arrecife (Wilson, 1975).

Las características sedimentológicas observadas, junto con la fauna de estos depósitos, indican una variación de ambiente que va desde batial superior a nerítico medio superior.

- **FORMACIÓN CIENAGA DE ORO (Pgc)**

Ubicación: Esta unidad aflora en el extremo noroccidental de la Plancha 52, donde forma una franja de 50 km de longitud por 2 km de ancho, cuyo extremo norte termina en la Plancha 44 (H – 2).

Litología: Areniscas alternadas con limolitas intensamente bioturbadas, en capas planas paralelas.

Edad: La presencia de Cicatricosisporites dorogensis, Zonocostites ramonae y Verrutricolporites rotundiporus, colectadas en rocas de esta unidad en la sección Lorica-Montería (Dueñas, 1986) permiten asignarle una edad del Oligoceno – Mioceno inferior.

Posición estratigráfica: La Formación Ciénaga de Oro suprayace en discontinuidad estratigráfica (discordancia angular) a la Formación San Cayetano, e infrayace en continuidad a la Formación Carmen. Estas relaciones se observaron durante el desarrollo de este proyecto y han sido corroboradas por otros investigadores (Dueñas, 1986).

Ambiente de formación: Las características faciales de la Formación Ciénaga de Oro varían de sur a norte, lo que sugiere igualmente cambios en las condiciones ambientales que la generaron. Así, en la parte sur (Montería, Lorica, Ciénaga de Oro) estas características indican que la unidad se formó en un ambiente deltaico (Dueñas, 1986) mientras que en la parte norte (Plancha 52) apuntan claramente a un ambiente transgresivo somero.

• FORMACIÓN EL CARMEN (PgNgc)

Ubicación: En general, forma una franja continua (15 km de anchura en promedio) de SE a NE que se extiende hasta la Plancha 37 María la Baja.

Litología: La unidad consta de arcillolitas macizas, grises y gris amarillentas, con delgadas y muy espaciadas intercalaciones de limolitas y areniscas en capas muy delgadas. Su característica más notable es la presencia de una abundante fauna de foraminíferos planctónicos.

Edad: permiten asignarle una edad del Oligoceno – Mioceno inferior. Oligoceno inferior – Mioceno inferior.

Posición estratigráfica: Se encuentra en discontinuidad estratigráfica (paraconformidad) con la infrayacente Formación Toluviejo y en continuidad dudosa con la Formación Ciénaga de Oro. Con la suprayacente Formación Cerrito la relación es de paraconformidad dudosa. En algunos sitios la suprayace discontinuamente la base de la Formación Sincelejo.

Ambiente de formación: Las características tanto litológicas como texturales de esta unidad sugieren una sedimentación en una cuenca interna restringida (Douglas

& Heitman, 1989), relativamente anóxica, con aporte de sedimentos terrígenos limo, lodo y precipitación de carbonatos, lo cual indica un área bordeada por zonas de pendientes no muy desarrolladas, sedimentación continua, con invasión ocasional de organismos perturbadores del sustrato.

Además, la presencia de faun como *Bulimina corrugada*, *Gyroidina multicostata*, *Cibicides frigidanus*, *Siphogenerina multicostata*, *Melonis pompilioides*, y *Gyroidini soldanii*, indica una zona batial media superior a batial media inferior (500 m a 2.000 m de profundidad (Ingle, 1980). La presencia de abundantes *Uvigerina costilladas*, indicaría asociación con zonas de abundante materia orgánica (Duque – Caro, 1990).

- **FORMACIÓN CERRITO (Ngc)**

Ubicación: La Formación Cerritos se extiende de suroeste a noreste en el área de las planchas 44 y 52 y forma una franja de 45 km de longitud por 3 – 5 km de ancho. La franja hace parte del flanco oriental del Anticlinal de Toluviejo; los afloramientos más australes se presentan al sur de San Andrés (Plancha 52, E-1) y los meridionales al sureste de Colosó (Plancha 52, E-6).

Litología: Areniscas bioclásticas calcáreas y conglomerados que varían hacia el techo a areniscas de grano fino, limolitas y arcillolitas.

Edad: Esta edad va del Mioceno medio al Plioceno inferior.

Posición estratigráfica: El máximo desarrollo de la unidad se presenta en el sur (Cuadrángulo F-8), donde alcanza espesores cercanos a los 1.000 m en cercanías a Planeta Rica (Duque – Caro, 1981). Desde esa localidad hacia el norte su espesor disminuye progresivamente hasta desaparecer en el área de la Plancha 44 a la latitud de Vijagual (E – 6). Entre la localidad y El Beque (H- 3) su espesor varía entre 0 y 600 m.

La Formación Cerrito suprayace en discontinuidad estratigráfica (paraconformidad?) a la Formación Carmen e infrayace en discordia angular dudosa a la Formación Sincelejo.

Ambiente de formación: Corresponde a un ambiente marino de plataforma nerítica superior, con abundante cantidad de conchas transportadas y mezcladas por acción de las olas.

• FORMACIÓN SINCELEJO (NgQs)

Ubicación: La Formación Sincelejo aflora de SW a NE en el área de las planchas 52 y 44, respectivamente. Forma una franja de 70 km de longitud y 15 – 20 km de ancho que se extiende desde la Plancha 62 hasta la 45, donde desaparece cubierta por sedimentos recientes.

Litología: Areniscas de grano fino a grueso compuestas por cuarzo, chert, minerales pesados y líticos. Intercalaciones de conglomerados matriz soportados.

Edad: Esta edad va del Plioceno – Pleistoceno.

Posición estratigráfica: Contacto inferior en discontinuidad estratigráfica con la Formación Carmen. El contacto con la suprayacente Formación Betulia, está dado por una paraconformidad dudosa. De acuerdo con la información disponible y las columnas levantadas en este proyecto, el espesor del Miembro Sincelejo Inferior se estima entre 350 y 400 m.

El contacto inferior con la Formación Cerrito (acá se considera que la Formación Cerrito incluye las Formaciones Cerrito y San Antonio, de Kassem, 1964) se ha trazado con un criterio geomorfológico y litológico, donde aparece el primer nivel de areniscas con niveles conglomeráticos de la base del Miembro Inferior de la Formación Sincelejo. Apparently, este contacto es conforme o normal. Hacia el norte de Los Palmitos y en los alrededores de Ovejas es discordante, al reposar directamente sobre las arcillolitas de la Formación Carmen o sobre la parte alta de la Formación San Jacinto.

Ambiente de formación: La presencia de secuencias granodecrecientes, constituidas por capas conglomeráticas hacia la base y areniscas hacia el techo, la geometría cuneiforme y la estratificación cruzada interna de las capas, así como la presencia de restos de troncos silicificados y superficies de erosión, sugiere un ambiente de río trenzado para esta unidad (Reading, 1980; Walker 1992). La presencia de espesores importantes de lodolitas (a espacios regulares de la unidad), macizas o con laminación débilmente desarrollada, con láminas de yeso y azufre diseminado, indican un ambiente cerrado de aguas tranquilas de poca profundidad similar al de ciénagas y pantanos.

• FORMACIÓN BETULIA (Qpb)

Ubicación: La Formación Betulia se extiende desde las estribaciones más orientales de los Montes de María, en el Departamento de Sucre hasta las riberas de los ríos Magdalena y San Jorge; forma zonas bajas y planicies. Estos sedimentos



también han sido llamados como Formación Caucasia (Lobo Guerrero 1984, en Huguett 1987).

Litología: Arcillolitas ligeramente arenosas de color amarillo-mostaza, con niveles de arenisca limosa

Edad: Su posición estratigráfica encima de la Formación Sincelejo permite postular una edad del Pleistoceno para estos sedimentos.

Posición estratigráfica: La información de algunos pozos petroleros indica un aproximado de 1.500 – 1.700 m para esta formación

Ambiente de formación: La ausencia de microfauna y las características litológicas predominantes (arcillas) sugieren condiciones ambientales continentales, específicamente ciénagas, pantanos drenados ocasionalmente por corrientes efímeras fluviales.

Depósitos Coluvio – Aluviales (Qcal): Ocupan las regiones central y oriental de ambas planchas. Este tipo de depósito agrupa la sedimentación fluvial reciente y actual, lo mismo que la generada por coluviones relacionados con arroyos (quebradas) y piedemontes. Están constituidos por arenas, gravas, limos y arcillas.

CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM

8.2. ESTRATIGRAFIA LOCAL

El área de estudio está asentada sobre la formación Carmen (PgNgc).

Ilustración 3. Mapa geológico de zona de estudio.



FUENTE: Estudio de Suelo.

8.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL

Cinturón de San Jacinto: Es una faja alargada, de 360 km de longitud y 6 km de ancho (Duque – Caro, 1980) limitada al occidente por el lineamiento de Sinú y al oriente por lineamiento de Romeral (Duque – Caro, 1980). El área de las planchas 44 y 52 hace parte del extremo sur de Cinturón; en esta última recibe el nombre de San Jacinto.

Falla de Palmito: Aflora al sureste del municipio del mismo nombre (Plancha 44). Tiene una longitud visible de 5 km; continúa hacia el sur en la Plancha 52. Afecta a rocas de la Formación Toluviejo. Es de ángulo alto (60° – 70°E) y rumbo N30°E. Aunque no se observa planos de fricción, su relación con pliegues anticlinales invertidos (Plancha 52) parece indicar que se trata de una falla inversa, con buzamiento al SE.

Falla de Guaimí: Se presenta al sureste de la plancha, entre las poblaciones de Guaimí y Varsovia. Continúa hacia el sur en la Plancha 52. En la Plancha 44 tiene una longitud aproximada de 12 km, para luego desaparecer al noreste cubierta por sedimentos recientes. Se trata de una falla inversa de ángulo alto, (N20° – 50°E/65° – 90°) que pone en contacto rocas de la Formación San Cayetano con rocas de la Formación Carmen.

Falla de Toluviejo: Recibe el nombre de esta población por la cual pasa su trazo. Se extiende desde Toluviejo hasta los límites con la Plancha 37. Es una falla de cabalgamiento de ángulo alto (60° – 80°) de rumbo N60° – 50°E y buzamiento al este. Pone en contacto rocas de la Formación Toluviejo sobre las de la Formación San Cayetano.

Falla de Palenquillo: Deriva su nombre del arroyo del mismo nombre (Plancha 44, C-4, A-5) por cuyo curso se observa su trazo norte. Tiene una extensión de 16 km y se continúa en la Plancha 37; su rumbo varía entre N10°E y N30°E, su buzamiento entre 48° y 81° al SW. Se observa planos estriados en arcillolitas de la Formación San Jacinto y areniscas de Formación Maco que parecen indicar que se trata de una falla inversa con buzamiento hacia el oeste. Afecta rocas de las formaciones Maco y San Jacinto.

Falla de Chinulito: Falla paralela a la de Palenquillo. Tiene una extensión de 15 km y se continúa en la Plancha 37. Es una falla normal que pone en contacto las formaciones San Cayetano al occidente y Maco al oriente.

Falla de Chalán: Su trazo se observa al oeste del Municipio de Chalán (Plancha 44, C-6, C-7). Es una falla inversa de ángulo alto de rumbo N10° – 20°E y

buzamiento al W. Afecta predominantemente rocas de la Formación Toluviejo; pone en contactos las formaciones San Cayetano – Toluviejo y Maco.

Fallas de dirección WNW: Son fallas transversales que desplazan las fallas de dirección NNE. En general, son de poca extensión (2 – 6 km) y, excepcionalmente, 13 km (Falla de Macaján, Plancha 44). Son fallas normales con componentes de rumbo, tanto dextrales como sinestrales, cuyos rumbos varían entre E-W, N60oW, N45oW, con predominio de las de 45. Sus buzamientos son de ángulo alto (60° – 90°) tanto al oeste como al este.

Sinclinal de Carbón: Está presente hacia el suroeste de la Plancha 44 (H – 1) y parece continuar en esa misma dirección en la Plancha 51. Alcanza una extensión aproximada de 15 km (Plancha 44). Es un pliegue simétrico de dirección N30oE, cuyo núcleo está constituido por arcillolitas de la Formación Carmen.

Sinclinal de Palmito: Es una de las estructuras de mayor longitud (24 km) del área de las planchas 44 y 52 (H – 1 y A – 1, respectivamente) aunque en la mayor parte de su extensión está cubierto por sedimentos recientes. Es un pliegue simétrico cuyo eje varía de dirección, de N30oE e el sur a N45oE en el norte. Su núcleo está constituido por lodolitas de la Formación Carmen.

Sinclinal de Tumba Toro: Tiene una extensión aproximada de 18 km, aunque su trazo no es continuo. Está ubicado al oriente de la localidad del mismo nombre (Plancha 44 H – 5, G – 6). Es un pliegue simétrico de dirección N30oE con cabeceo a la latitud de Paraíso y Vijagual; su núcleo está constituido por areniscas conglomeráticas de la Formación Sincelejo.

Sinclinal del Martirio (Don Gabriel): Se presenta al norte del área de la Plancha 44, al oriente de Don Gabriel. Su longitud es de 12 km, y se continúa hacia el norte en la Plancha 37. Su eje, de dirección N10o-20oE está truncado por fallas transversales. Su núcleo está constituido por lodolitas de la Formación Carmen.

Anticlinal de Toluviejo: Es la estructura principal del área de las planchas 44 y 52, aunque su trazo es discontinuo. Tiene una longitud de 30 km, y continúa hacia el sur, en la Plancha 52. Es un pliegue asimétrico, invertido en el sur (al oriente de Palmito), fallado en el norte, fraccionado por fallas transversales. Varía en dirección de N30oE a N45oE. Su núcleo está constituido por areniscas, lodolitas y conglomerados de la Formación San Cayetano.

Sinclinal de Caracolí: Aflora al norte de la Plancha 52 (A – 2, B – 1), entre los anticlinales de Toluviejo al occidente y Tuchín al oriente. Afecta a las rocas de la Formación San Cayetano. Tiene una longitud de 7 km.



Anticlinal de Tuchín: Aflora al noreste de la Plancha 52 con una longitud de 14 km y una dirección NNE similar a la del Sinclinal de Caracolí. Afecta rocas de la Formación San Cayetano.

Anticlinal del Cedro (Providencia): Es un pliegue de 11 km de extensión, situado al noreste del área de la Plancha 44, al oriente de Don Gabriel (B – 7, A – 8). Es un pliegue parcialmente invertido con cierres en ambos extremos de su eje, el cual está fraccionado por fallas transversales. Su núcleo está constituido por areniscas y lodolitas de la Formación San Jacinto.

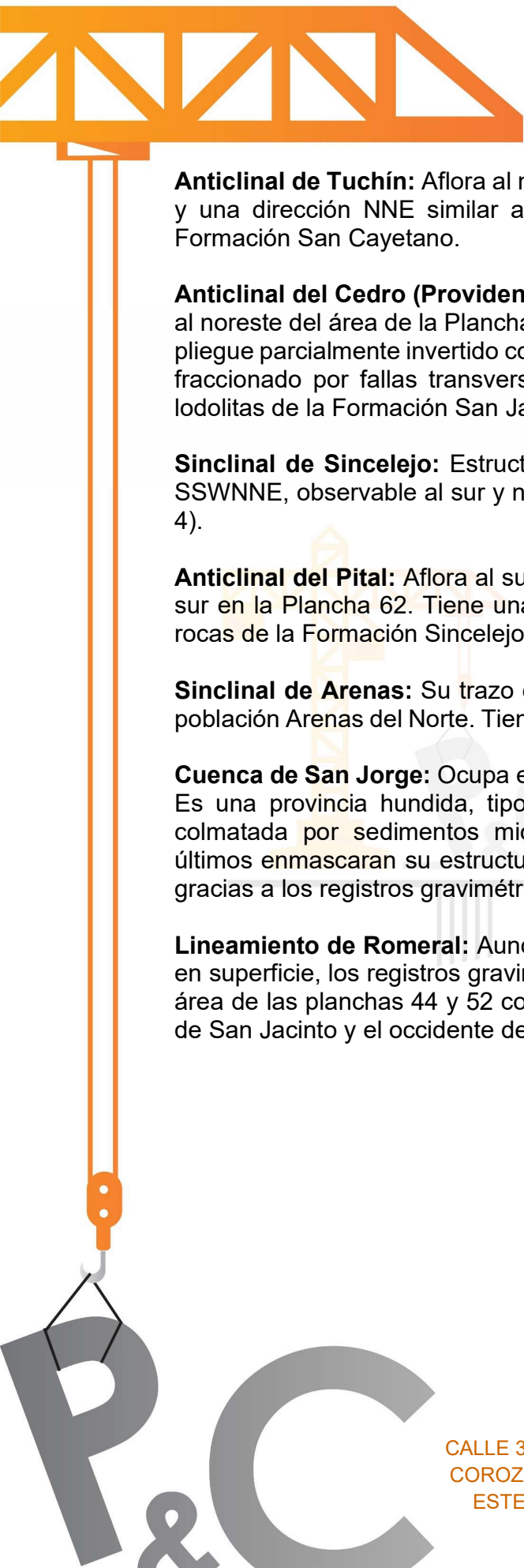
Sinclinal de Sincelejo: Estructura de 12 km de longitud aproximada y dirección SSWNNE, observable al sur y norte de Sincelejo (Plancha 44, H-5; Plancha 52, A-4).

Anticlinal del Pital: Aflora al suroccidente de la Plancha 52 y se continúa hacia el sur en la Plancha 62. Tiene una longitud visible de 14 km y está conformado por rocas de la Formación Sincelejo.

Sinclinal de Arenas: Su trazo es paralelo al del anterior. Deriva su nombre de la población Arenas del Norte. Tiene una longitud de 12 km en la Formación Sincelejo.

Cuenca de San Jorge: Ocupa el extremo sureste del área de las planchas 44 y 52. Es una provincia hundida, tipo graben, generada por una dinámica distensiva, colmatada por sedimentos miocénicos y recientes (Formación Betulia). Estos últimos enmascaran su estructura en superficie, la cual se conoce en el subsuelo gracias a los registros gravimétricos y sísmicos.

Lineamiento de Romeral: Aunque no se observa mayores evidencias de su trazo en superficie, los registros gravimétricos y sísmicos evidencian su existencia. En el área de las planchas 44 y 52 constituye el límite oriental de la Provincia (Cinturón) de San Jacinto y el occidente de la provincia (Cuenca) de San Jorge.



CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM

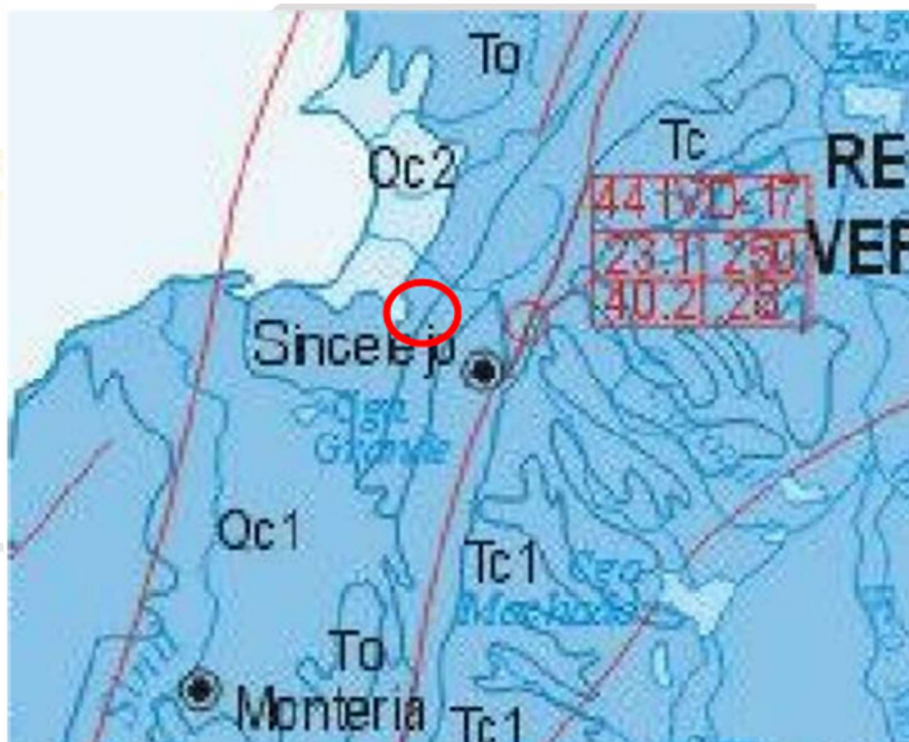


8.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

El área de estudio no presenta evidencias de eventos tectónicos que afecten los materiales de origen residual que se encuentran superficialmente en el área de estudio.

- **HIDROGEOLOGIA REGIONAL**

Ilustración 4. Mapa hidrogeológico de la zona de estudio.



FUENTE: Estudio de Suelo.

La hidrología del municipio de San Antonio De Palmito se compone primero, (TC1) rocas sedimentarias de ambiente continental depositadas en diversas épocas del terciario; areniscas calcáreas y limonitas.

8.5. GEOMORFOLOGÍA

Fisiográficamente se pueden distinguir varias áreas topográfica y morfológicamente diferentes:

Llanura Costera

La mejor expresión de esta geoforma se encuentra en el Golfo de Morrosquillo; corresponde a una zona de extensas planicies ligeramente onduladas, con una pequeña inclinación hacia el mar. Está limitada hacia el occidente por la línea de costa y hacia el oriente por la zona montañosa de los Montes de María. Algunos rasgos menores, como franjas angostas de manglares y depresiones someras sujetas a inundaciones fluvio – marinas, son los únicos rasgos morfológicos que interrumpen la monotonía de esta llanura.

Franco et al. (1992) describen estas pequeñas geoformas como Llanuras de Manglares, las cuales están compuestas por lodos y arenas con abundante materia orgánica que constituyen un sustrato apto para el desarrollo de manglares. Estos autores denominan a las depresiones inundables, zonas de inundación, compuestas por lodos y arenas ricas en materia orgánica; han identificado, además, barras antiguas de arenas (paleobarras), que corresponden a cuerpos elongados en el interior de la línea de costa.

Zona Montañosa

Está constituida por colinas altas, denominadas en el área de estudio como Montes de María, que en el Departamento de Bolívar reciben el nombre de Serranía de San Jacinto. Las colinas tienen un rumbo preferencial suroeste a noreste y gradualmente van ganando altura de sur a norte. En la localidad de Palmito, al suroccidente de la plancha, alcanzan una altura de 70 metros sobre el nivel del mar (msnm), mientras que en los alrededores de Colosó y Macaján, 500 msnm, y más hacia el noreste, al norte de Ovejas, en la prolongación sur de las Lomas del Tiger (Lomas de La Pita), límites con el Departamento de Bolívar, su altura es de 600 msnm.

Los Montes de María están constituidos por areniscas, lodolitas y calizas; son estas últimas rocas las que generan los relieves más abruptos con pendientes del orden de 20 grados, en donde se observan, en algunos casos, remanentes de bosques primarios. La naturaleza soluble de las calizas ha generado, además, la formación de cavernas en los alrededores de Toluviejo, La Piche y Palmito.

9. TRANSITO

A. DEFINICIÓN DE LA VARIABLE TRÁNSITO

El objetivo básico en el diseño de los pavimentos es permitir la circulación de los vehículos con unas cargas dadas, durante un periodo fijado por las condiciones de desarrollo de la zona directamente afectada.

El tránsito es uno de los parámetros de diseño fundamentales, una variable requerida para poder determinar los espesores de las capas que constituyen el pavimento. En este estudio es necesario tener en cuenta varios aspectos referidos a la clasificación de los vehículos, los factores de equivalencia de carga, distribución direccional y por carril y la proyección de las variables en la vida de diseño.

En el caso de los pavimentos de concreto las cargas que dañan la estructura y por lo tanto las que se deben tener en cuenta son las más grandes, aunque no necesariamente las más frecuentes.

En este informe se analiza la variable tránsito teniendo en cuenta los requerimientos de PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, el ESPECTRO DE CARGA, que considera para el cálculo del espesor de la placa, el número y magnitud de las cargas por eje más pesadas, que se esperan en el periodo de diseño.

Para lo anterior, y en razón de que no existen registros históricos de conteos de tránsito ni estaciones de pesaje sobre las vías en estudio, se agruparon los tramos en una clasificación desde el punto de vista de la variable tránsito y a partir de las características de cada vía, el grupo es considerado como tráfico bajo.

B. ASIGNACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL Y PROYECTADO

El Nivel de TRANSITO, se muestra en función del número de ejes equivalentes de 8.2 ton acumulados en el periodo de diseño, de 20 años, para lo cual se realizaron conteos a lo largo de corredor durante siete días de la semana, lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo ver anexo "Aforos" que se describe en el estudio de tránsito, de los cuales se realizó el análisis de ingeniería y se estipulo que el tramo crítico para el diseño va hacer para TRAMO 1: CALLE 5 HACIA LA VIA DE PALMITO A VARSOVIA, EN EL MUNICIPIO DE PALMITO -SUCRE, para TRAMO 2-3-4: CARRERA 3 CON CALLE 4, EN EL MUNICIPIO DE PALMITO -SUCRE, tramo 5-6: CARRERA 5 CON CARRERA 6 , EN EL MUNICIPIO DE PALMITO -SUCRE en el cual se resume en la siguiente tablas.

Tabla 2. Resumen Aforo vehicular tramo 1

RESUMEN AFORO VEHICULAR						
FECHA	LIVIANOS			PESADO		
	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2-PEQUEÑOS	C2-GRANDES	C3
lunes, 15 de diciembre de 2025	77	39	6	13	15	3
martes, 16 de diciembre de 2025	79	46	7	13	18	1
miércoles, 17 de diciembre de 2025	83	45	6	10	15	3
jueves, 18 de diciembre de 2025	76	41	6	12	11	2
viernes, 19 de diciembre de 2025	87	46	4	8	13	2
sábado, 20 de diciembre de 2025	39	19	4	8	11	1
domingo, 21 de diciembre de 2025	35	24	4	4	8	0
SUMA	476	260	37	68	91	12
PROMEDIO	68	38	6	10	13	2
PROMEDIO (CONVERSION DE MOTOS A VEHICULOS)	61		6	10	13	2
PROMEDIO + TRAFICO ATRAIDO + TRAFICO GENERADO	75		8	12	17	4
TPD	116					
PORCENTAJE	65%		7%	28%		
PORCENTAJE TRAFICO PESADO				36%	52%	12%

Fuente: Estudio de Transito

Tabla 3. Resumen Aforo vehicular tramo 2-3-4

RESUMEN AFORO VEHICULAR						
FECHA	LIVIANOS			PESADO		
	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2-PEQUEÑOS	C2-GRANDES	C3
lunes, 24 de noviembre de 2025	29	8	0	11	6	2
martes, 25 de noviembre de 2025	30	12	0	11	5	1
miércoles, 26 de noviembre de 2025	33	12	0	9	5	3
jueves, 27 de noviembre de 2025	32	7	0	9	5	1
viernes, 28 de noviembre de 2025	37	15	0	8	6	2
sábado, 29 de noviembre de 2025	35	13	0	10	6	0
domingo, 30 de noviembre de 2025	22	8	0	7	4	0
SUMA	218	75	0	65	37	9
PROMEDIO	32	11	0	10	6	2
PROMEDIO (CONVERSION DE MOTOS A VEHICULOS)	22		0	10	6	2
PROMEDIO + TRAFICO ATRAIDO + TRAFICO GENERADO	28		0	12	8	4
TPD	52					
PORCENTAJE	54%		0%	46%		
PORCENTAJE TRAFICO PESADO				50%	33%	17%

Fuente: Estudio de Transito

Tabla 4. Resumen Aforo vehicular tramo 5-6

RESUMEN AFORO VEHICULAR						
FECHA	LIVIANOS			PESADO		
	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2-PEQUEÑOS	C2-GRANDES	C3
lunes, 12 de enero de 2026	42	10	0	3	2	1
martes, 13 de enero de 2026	26	12	0	3	2	0
miércoles, 14 de enero de 2026	40	11	0	3	2	1
jueves, 15 de enero de 2026	40	10	0	4	2	0
viernes, 16 de enero de 2026	39	11	0	3	2	1
sábado, 17 de enero de 2026	32	10	0	2	1	0
domingo, 18 de enero de 2026	31	6	0	1	0	0
SUMA	250	70	0	19	11	3
PROMEDIO	36	10	0	3	2	1
PROMEDIO (CONVERSION DE MOTOS A VEHICULOS)	22		0	3	2	1
PROMEDIO + TRAFICO ATRAIDO + TRAFICO GENERADO	28		0	5	4	3
TPD	40					
PORCENTAJE	70%		0%	30%		
PORCENTAJE TRAFICO PESADO				42%	33%	25%

Fuente: Estudio de Transito

De acuerdo con los conteos, se encuentra que el mayor número de vehículos corresponde a vehículos livianos (automóviles), cero porcentajes de buses y bajo porcentaje de camiones tipo C2 y tipo C3, siendo esta composición particular para este tramo de vía.

De acuerdo con la información de los conteos, se tiene que el transito corresponde a un T0, es decir, a un número de vehículos acumulados de 8.2 toneladas es menor a 1.000.000 en el período de diseño del pavimento.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T ₀	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T ₁	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T ₂	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T ₃	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T ₄	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T ₅	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T ₆	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Para el cálculo del tránsito equivalente se procedió a tomar la distribución de vehículos arrojados del estudio de tránsito y aplicado el método de la AASTHON para calcular el número de ejes equivalente.



TRAMO 1

$$\sum \text{eje equivalente} = 564,092 \text{ ejes acumulado de } 8,2 \text{ t}$$

TRAMO 2-3-4

$$\sum \text{eje equivalente} = 339,246 \text{ ejes acumulado de } 8,2 \text{ t}$$

TRAMO 5-6

$$\sum \text{eje equivalente} = 201,555 \text{ ejes acumulado de } 8,2 \text{ t}$$

C. ESPECTRO DE CARGA, PERIODO DE DISEÑO Y PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO

Teniendo en cuenta las recomendaciones de *American Association of State of Highway and Transportation AASHTO*, de acuerdo al tipo de carretera, pavimentada de baja a media intensidad de tránsito, se adopta un periodo de diseño de 20 años.

A partir de un análisis de proyección del tránsito con una tasa de crecimiento anual del 3%. Se resumen las repeticiones esperadas de cada tipo de eje, lo cual se considera el ESPECTRO DE CARGA para cada tramo.

CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM

Tabla 5. Espectro de carga proyectado al año de diseño. TRAMO 1

CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO Y TOTAL											
TRANSITO DIARIO		116	TASA DE CRECIMIENTO %		3						
FACTOR SENTIDO		0.5	FACTOR CARRIL		1						
			PERIODO DE DISEÑO (Años)		20						
			CONFIABILIDAD (90%)		1.282						

VEHICULOS	PORCENTAJE	NUMERO VEHICULOS DIARIOS	FACTOR DANO	TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO		NUMERO VEHICULOS ACUMULADOS	EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE				SIMPLE RUEDA DOBLE		EJES TANDEM		TRIDEM
VEHICULOS	%	116					2.5	4	6	7	6	11	21	22	24
AUTOS	64.7	75	0	0		630600									
BUSES	6.9	8	0.46	4	BUS	407998									
CAMIONES	28.4	33				43511		43511			43511				
C2P	36.0	12	0.32	4	C2P	64473	64473				64473				
C2G	52.0	17	4.16	71	C2G	93127			93127		93127				
C3	12.0	4	6.33	25	C3	21491			21491				21491		
C3S2	0.0	0	9.94	0	C5	0			0				0		
C3S3	0.0	0	8.63	0	C6	0			0					0	0
TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO				103.77											
TRANSITO EQUIVALENTE TOTAL ACUMULADO, MODELO LINEAL				564092		TOTAL	64473	43511	114618	0	107984	93127	0	21491	0
						630600									

Fuente: Estudio de Transito

Tabla 6. Espectro de carga proyectado al año de diseño. TRAMO 2-3-4

CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO Y TOTAL										
TRANSITO DIARIO		52	TASA DE CRECIMIENTO %		3					
FACTOR SENTIDO		0.5	FACTOR CARRIL		1					
			PERIODO DE DISEÑO (Años)		20					
			CONFIABILIDAD (90%)		1.282					

VEHICULOS	PORCENTAJE	NUMERO VEHICULOS DIARIOS	FACTOR DANO	TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO		NUMERO VEHICULOS ACUMULADOS	EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE				SIMPLE RUEDA DOBLE		EJES TANDEM		TRIDEM
	%	52					2.5	4	6	7	6	11	21	22	24
VEHICULOS						282683									
AUTOS	54.0	28	0	0		152649									
BUSES	0.0	0	0.46	0	BUS	0		0			0				
CAMIONES	46.0	24													
C2P	50.0	12	0.32	4	C2P	65017	65017				65017				
C2G	33.0	8	4.16	33	C2G	42911			42911			42911			
C3	17.0	4	6.33	26	C3	22106			22106					22106	
C3S2	0.0	0	9.94	0	C5	0			0				0		
C3S3	0.0	0	8.63	0	C6	0			0					0	0
TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO				62.40											
TRANSITO EQUIVALENTE TOTAL ACUMULADO, MODELO LINEAL				339246		TOTAL	65017	0	65017	0	65017	42911	0	22106	0
						282683									

Fuente: Estudio de Transito

Tabla 7. Espectro de carga proyectado al año de diseño. TRAMO 5-6

CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO Y TOTAL										
TRANSITO DIARIO		40	TASA DE CRECIMIENTO %		3					
FACTOR SENTIDO		0.5	FACTOR CARRIL		1					
			PERIODO DE DISEÑO (Años)		20					
			CONFIABILIDAD (90%)		1.282					

VEHICULOS	PORCENTAJE	NUMERO VEHICULOS DIARIOS	FACTOR DANO	TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO		NUMERO VEHICULOS ACUMULADOS	EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE				SIMPLE RUEDA DOBLE		EJES TANDEM		TRIDEM
VEHICULOS	%	40				217448	2.5	4	6	7	6	11	21	22	24
AUTOS	70.0	28	0	0		152214									
BUSES	0.0	0	0.46	0	BUS	0		0			0				
CAMIONES	30.0	12													
C2P	42.0	5	0.32	2	C2P	27398	27398				27398				
C2G	33.0	4	4.16	16	C2G	21527			21527		21527				
C3	25.0	3	6.33	19	C3	16309			16309				16309		
C3S2	0.0	0	9.94	0	C5	0			0				0		
C3S3	0.0	0	8.63	0	C6	0			0					0	0
TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO				37.08											
TRANSITO EQUIVALENTE TOTAL ACUMULADO, MODELO LINEAL				201555		TOTAL	27398	0	37836	0	27398	21527	0	16309	0
						217448									

Fuente: Estudio de Transito

En el cálculo de TPD en el periodo de diseño y en el carril de diseño se tuvo en cuenta el factor de distribución direccional (Dd) y de carril (Dc), atendiendo a que son vía de una calzada y un carril por sentido.

Dentro de los criterios de diseño se tendrá en cuenta un *factor de seguridad de carga de 1.0*, en razón a que se trata de vías de tránsito moderado y además que las cargas por eje se consideran con los pesos máximos permitidos, debido a la ausencia de información de pesaje de los vehículos circulantes.

Tabla 8. Factor de seguridad de carga

FACTOR DE SEGURIDAD DE CARGA (FSC)	
TIPO DE VIA Y CONDICIONES DE TRANSITO	FACTOR DE SEGURIDAD DE CARGA
VIAS DE TRAFICO PESADO (AUTOPISTAS DE VARIOS CARRILES)	1.2
CARRETERAS Y ARTERIAS URBANAS CON TRAFICO MEDIO	1.1
CARRETERAS SECUNDARIAS, CALLES RESIDENCIALES Y OTRAS VIAS CON TRAFICO LIVIANO	1.0

Fuente: INVIAS.

10. GEOTECNIA

A. TRABAJO DE CAMPO

La evaluación geotécnica tiene como objetivo principal el estudio de la subrasante con el propósito de determinar sus principales características y su parámetro de resistencia para diseñar la estructura del pavimento.

Para obtener esta información necesaria del terreno, se realizó una auscultación preliminar y luego, una evaluación geotécnica definitiva, cada una de estas etapas del estudio geotécnico se encuentran definidas a continuación.

Tabla 9. Resumen de ubicación de sondeos por tramo.

SECTOR	SONDEO
CARRERA 6 ENTRE CALLE 1A Y 1B	Sondeo 1, estudio de suelo realizado por la empresa empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO
CARRERA 5 VIA LAS HUERTAS	Sondeo 2, estudio de suelo realizado por la empresa empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO
CARRERA 5 ENTRE CALLE 1B Y 1C	Sondeo 3, estudio de suelo realizado por la empresa empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO
CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4	Sondeo 4, estudio de suelo realizado por la empresa empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO
CALLE 4 ENTRE CARRERA 3 Y CARRERA 4	Sondeo 5, estudio de suelo realizado por la empresa empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO

CALLE 5 VIA A VARSOVIA	Sondeo 6, estudio de suelo realizado por la empresa empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO
CALLE 5 VIA A VARSOVIA	Sondeo 7, estudio de suelo realizado por la empresa empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO

Fuente: Elaboración propia – 2026.

B. DESCRIPCION DE TOMA DE MUESTRAS EN LOS SONDEOS Y APIQUES

Con el fin de conocer el perfil estratigráfico, las variaciones de humedad, la posición del nivel freático y la clasificación de los suelos presentes en el lugar se realizaron sondeos equidistantes a lo largo cada tramo del proyecto.

Simultáneamente con la evaluación geotécnica preliminar se tomaron las muestras de CBR inalterado (en los apiques), que determinan la capacidad de soporte de la subrasante. Para lo cual se establecieron puntos estratégicos para la realización de apiques a lo largo de cada tramo de los cuales se extrajeron muestras para la realización de ensayos de resistencia.

C. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los estratos encontrados en la exploración del subsuelo se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Determinación del contenido de humedad
- Análisis granulométrico
- Determinación del límite plástico
- Determinación del límite líquido
- Cálculo del índice de plasticidad
- Ensayo de CBR

A partir de la información geotécnica recolectada se realizó el análisis de ingeniería que determinó las condiciones de la fundación de la estructura del pavimento, las condiciones de subdrenaje y el CBR de diseño para cada tramo en estudio. Ver anexo estudio de suelo.

Los aspectos más relevantes relacionados con la resistencia de la subrasante, el perfil del suelo, posición del nivel freático y la caracterización de los materiales encontrados en la exploración se muestran resumidos en las siguientes tablas y comentarios.

D. CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

En las vías el valor de capacidad de soporte de California para diseño es el proporcionado por el ensayo inalterado en el laboratorio; y CBR de campo, en consecuencia, se han tenido en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo CBR de laboratorio.

En las tablas a continuación consignamos la localización de los CBR de campo realizado, en cada una de las vías del contrato:

Tabla 10. Cuadro resumen CBR subrasante

APIQUE	PROPIEDADES MECANICAS			
	CBR ANTES DE INMERSION	CBR DESPUES DE INMERSION	MODULO DE REACCION	PRESION ADMISIBLE
	%	%	MPa/m	
1	6,82	0,52	8,04	Bajo
2	7,12	0,90	11,82	Bajo
3	18,20	0,97	12,51	Bajo
4	12,44	1,05	13,19	Bajo
5	3,22	0,67	9,62	Bajo
6	5,54	0,90	11,82	Bajo
7	11,39	0,82	11,11	Bajo

FUENTE: Estudio de Suelo.

El valor relativo de soporte (CBR) se expresa en porcentaje y se define como la relación entre la carga unitaria aplicada que produce cierta deformación en la muestra de suelo requerida, para producir igual deformación en una muestra patrón.

Se realiza necesario definir el CBR de diseño a partir de a partir del nivel de tránsito T0 y los percentiles es de 75%.

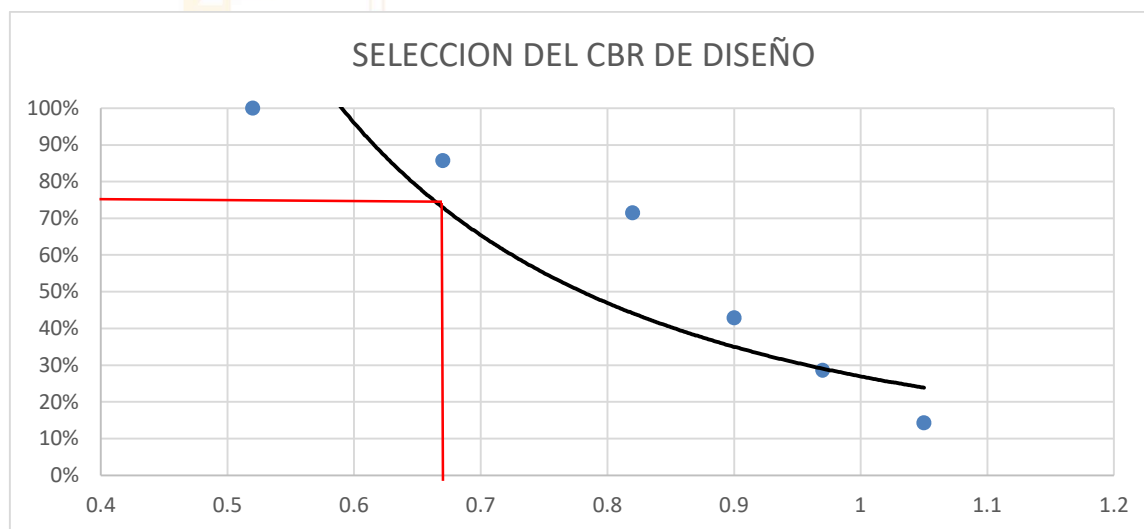
Tabla 11. Percentil de diseño

CLASE	NIVEL DE TRÁNSITO	% VALOR DE DISEÑO
LIVIANO	Menor a 10^4	60 %
MEDIO	$10^4 - 10^6$	75 %
PESADO	Mayor a 10^6	87.5%

Fuente: Elaboración propia – 2026

A partir de los datos de CBR de muestras inalteradas, se procede a la determinación del CBR de diseño con el percentil 75%.

Ilustración 5. Selección del CBR de diseño.



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que se tiene varios datos de CBR en los tramos, el diseñador estructural ratifica que el valor utilizado corresponde a un CBR=0.68. Es decir que él para el presente diseño se adopta un CBR de 0.68. equivalentes al percentil 75 de todos los valores obtenidos, de acuerdo a la clasificación INVIAS corresponde a una subrasante de tipo S1.

Tabla 12. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm ²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Tabla 3-2. Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto

El geotecnista recomienda implementar una capa de mejoramiento en los tramos donde se obtuvo un CBR < 4% después de inmersión a los 4 días y sobre esta una capa de subbase granular sobre la subrasante existente,

Dado el bajo valor de CBR encontrado en la subrasante, se procede a hacer reemplazo de suelo por material granular seleccionado según norma INVIAS A220 para mejorar la capacidad de soporte. Para esto se usa la ecuación de IVANOV (1973) para determinar el espesor de material natural a reemplazar y así cumplir con un valor de CBR mínimo requerido, que en este caso es igual a 4,0% (módulo de reacción = 407,886 kg/cm²).

Tabla 13. Espesor mínimo de material natural reemplazado por el material de mejoramiento de subrasante.

Radio de carga (cm)	Módulo de reacción inferior (kg/m ²)	Módulo de reacción superior (kg/m ²)	n	h1 (cm) Espesor de Mejoramiento	h1*n/2a	arc tan(h1*n/2a)	Eequiv	CBR (%)
15	120,48	601,63	1,90	40	2,54	1,20	377,53	4,45

Fuente: Estudio de suelo

Con base en lo anterior el CBR de diseño es de 4.45%

Con el fin de verificar el comportamiento o la sensibilidad del material de la subrasante a los cambios volumétricos, se ha revisado la metodología de clasificación propuesta por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS – teniendo en cuenta los resultados referentes a los parámetros y valores asociados al índice de plasticidad y límite líquido.

Tabla 14. Clasificación de Suelos Expansivos

**Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos**

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente. NSR-10, TITULO H, PAG-49H

El resumen del ensayo de clasificación de los suelos de Subrasante del tramo en estudio muestra los valores de límite líquido e índice de plasticidad.

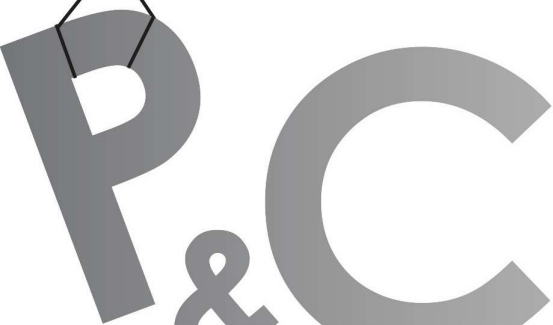
Tabla 15. Resumen de parámetros de clasificación.

APIQUE	PROFUNDIDAD		PROPIEDADES FÍSICAS									Potencial de Expansión
	Inicio	Final	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Humedad	Gravas	Arenas	Finos	Tipo de suelo		
	cm	cm	%	%	%	%	%	%	%	SUCS	AASHTO	
1	0	30	NL	NP	NP	11,16	50,80	41,20	8,00	GP GM	A-1-a	No Expansiva
	30	150	70,29	35,22	35,07	16,42	0,30	13,10	86,60	MH	A-7-5	Altamente Expansiva
2	0	40	NL	NP	NP	11,47	51,90	38,90	9,20	GP GM	A-1-a	No Expansiva
	40	150	70,47	35,40	35,07	16,70	0,10	13,60	86,30	MH	A-7-5	Altamente Expansiva
3	0	40	NL	NP	NP	11,56	51,70	36,40	11,90	GP GM	A-1-a	No Expansiva



	40	150	70,46	44,55	25,90	17,30	6,10	13,60	80,30	MH	A-7-5	Altamente Expansiva
4	5	50	21,23	18,13	3,10	8,27	21,70	53,90	24,40	SM	A-1-b	No Expansiva
	50	150	54,26	26,19	28,07	13,49	0,00	18,90	81,10	CH	A-7-6	Altamente Expansiva
5	5	40	41,54	26,27	15,27	16,35	24,80	44,00	31,20	SM	A-2-7	Moderada
	40	150	60,90	29,43	31,47	19,16	2,30	25,40	72,30	CH	A-7-5	Altamente Expansiva
6	10	50	NL	NP	NP	11,48	52,20	35,10	12,70	GM	A-1-a	No Expansiva
	50	150	35,87	23,93	11,94	15,25	0,00	12,00	88,00	CL	A-6	Moderada
7	5	30	NL	NP	NP	11,45	51,20	34,20	14,60	GM	A-1-a	No Expansiva
	30	150	45,00	27,45	17,56	14,12	0,00	7,70	92,30	ML	A-7-6	Moderada

Fuente: Estudio de suelos



CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM



11. SUBBASE GRANULAR

El material para sub-base se compondrá de fragmentos de roca, gravas, arenas y limos. En cada caso, sean suelos naturales o mezclados, debe obtenerse una capa uniforme, compacta, libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros, u otros elementos objetables a juicio del Interventor.

Límites de Consistencia. La fracción del material que pasa el tamiz No. 40 debe tener un índice de plasticidad menor de 6 y un límite líquido menor de 25.

Valor Relativo de Soporte, CBR. El CBR será mayor de 25% para una densidad seca mínima del 95% con relación a la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

En ningún caso se permitirá colocar la capa superior de sub-base sin que la capa inferior cumpla las condiciones de nivelación, espesor y densidad exigidas. Simultáneamente con estas operaciones, se procederá a conformar las bermas permanentes las cuales se compactarán en todo su ancho y en el espesor total de la capa para que sirva de contención lateral a la zona central.

Los agregados para la construcción de la sub-base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en el ARTICULO 320-13 de la normatividad INVIAS. Los cuales son los siguientes:

Tabla 16. Nivel de Transito TRAMO 1

Tabla 100 – 1. Niveles de Tránsito	
Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño (N_{80kN}) (millones)
NT1	$N_{80kN} \leq 0,5$
NT2	$0,5 < N_{80kN} \leq 5,0$
NT3	$N_{80kN} > 5,0$

Fuente: Artículo 100-22 Invias Tabla 100-1

Tabla 17. Nivel de Transito TRAMO 2-3-4

Tabla 100 – 1. Niveles de Tránsito

Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño (N_{80kN}) (millones)
NT1	$N_{80kN} \leq 0,5$
NT2	$0,5 < N_{80kN} \leq 5,0$
NT3	$N_{80kN} > 5,0$

Fuente: Artículo 100-22 Invias Tabla 100-1

Tabla 18. Nivel de Transito TRAMO 5-6

Tabla 100 – 1. Niveles de Tránsito

Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN en el carril de diseño (N_{80kN}) (millones)
NT1	$N_{80kN} \leq 0,5$
NT2	$0,5 < N_{80kN} \leq 5,0$
NT3	$N_{80kN} > 5,0$

Fuente: Artículo 100-22 Invias Tabla 100-1

Tabla 19. Requisitos de los agregados para sub-base granular TRAMO 1

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Fuente: Artículo 320-13 Invias Tabla 320-2

Tabla 20. Requisitos de los agregados para sub-base granular TRAMO 2-3-4

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Fuente: Artículo 320-13 Invias Tabla 320-2

Tabla 21. Requisitos de los agregados para sub-base granular TRAMO 5-6

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznable, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Fuente: Artículo 320-13 Invias Tabla 320-2

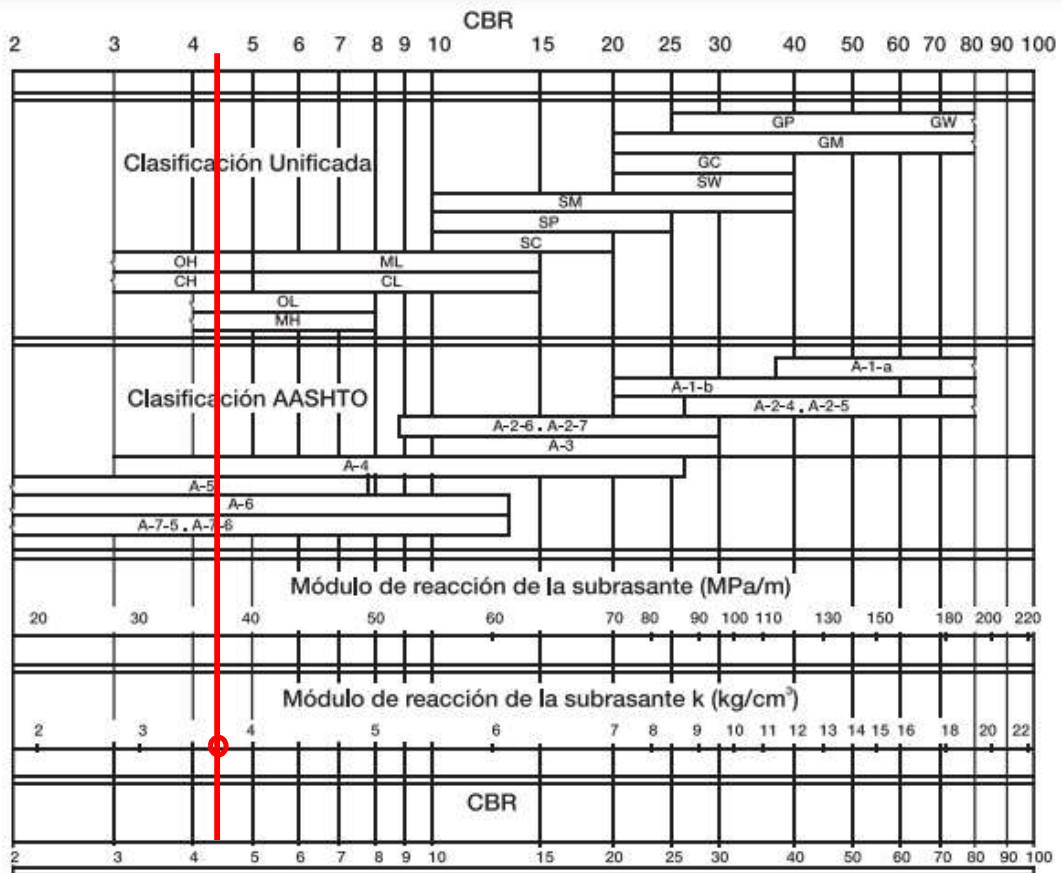
Tabla 22. Franjas granulométricas del material de sub-base granular

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0	37.5	25.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	2"	1 1/2"	1"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

Fuente: Artículo 320-13 Invias Tabla 320-3

Teniendo en cuenta el $CBR = 4,45$ y haciendo una correlación con la gráfica siguiente tenemos un k de 37 MPa/m :

Tabla 23. Relación entre la clasificación del suelo y los valores de CBR y K.



Fuente: Elaboración propia

12. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO.

Tabla 24. Software BS-PCAA TRAMO 1

Resistencia K de la Subrasante: 37 Mpa/m					
Espesor Subbase: 25 cm					
Tipo de Subbase: Granular					
K Combinado: 54.65 Mpa/m					
Aceptar K		Salir			

SUBBASE GRANULAR		H subbase (cm)			
		10	15	23	30
k Subrasante (Mpa/m)	20	23	26	32	38
	41	45	49	57	66
	61	64	66	76	90
	81	87	90	100	117

SUBBASE ESTABILIZADA CON CEMENTO		H subbase (cm)			
		10	15	23	30
k Subrasante (Mpa/m)	20	60	80	105	135
	41	100	129	184	229
	61	139	189	244	319

CBR	3	4	5	8	10	20
k (pci)	100	120	140	175	200	250
k (Mpa/m)	27	33	38	47	54	68
k (Tn/m3)	2,768	3,322	3,875	4,844	5,536	6,920

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al programa BS-PCAA con la presencia de una capa de sub-base (25 cm), se puede mejorar la capacidad de soporte de la subrasante. $K = 54.65 \text{ Mpa/m}$.

Tabla 25. Software BS-PCAA TRAMO 2-3-4

Resistencia K de la Subrasante: 37 Mpa/m					
Espesor Subbase: 25 cm					
Tipo de Subbase: Granular					
K Combinado: 54.65 Mpa/m					
Aceptar K		Salir			

SUBBASE GRANULAR		H subbase (cm)			
		10	15	23	30
k Subrasante (Mpa/m)	20	23	26	32	38
	41	45	49	57	66
	61	64	66	76	90
	81	87	90	100	117

SUBBASE ESTABILIZADA CON CEMENTO		H subbase (cm)			
		10	15	23	30
k Subrasante (Mpa/m)	20	60	80	105	135
	41	100	129	184	229
	61	139	189	244	319

CBR	3	4	5	8	10	20
k (pci)	100	120	140	175	200	250
k (Mpa/m)	27	33	38	47	54	68
k (Tn/m3)	2,768	3,322	3,875	4,844	5,536	6,920

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al programa BS-PCAA con la presencia de una capa de sub-base (25 cm), se puede mejorar la capacidad de soporte de la subrasante. $K = 54.65 \text{ Mpa/m}$.

12. TRAZADO Y ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS

A. OBJETO DEL ESTUDIO

Se realizó la verificación de las condiciones actuales de la geometría existente, proponiendo variaciones en alineamiento horizontal y vertical, bajo los criterios de comodidad y seguridad, teniendo en cuenta que no es posible hacer modificaciones en el trazado por las viviendas existentes.

B. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Con base en los resultados de los aforos de tránsito, la determinación del TPD, y la categorización propuesta por el INVIAS en los términos de referencia, se adoptó la Velocidad de Diseño y el ancho de la sección transversal típica, y por ende los parámetros geométricos complementarios.

C. LEVANTAMIENTOS DE CAMPO

Los levantamientos de campo se realizaron por localización directa, con estación digital y nivel de precisión, aplicando la siguiente cronología:

- Definición de los puntos de amarre de coordenadas del proyecto, a través de GPS.
- Localización del eje de las vías (alineamientos).
- Levantamiento de una poligonal base sobre el eje existente de la vía.
- Abscisado del eje.
- Nivelación de precisión del eje cada 10 metros en curva y cada 20 en tangente y de los vértices del eje y sitios de armada de la estación.
- Nivelación de precisión de las abscisas de entrada, salida e intermedias en las estructuras mayores.
- Levantamiento de secciones transversales cada 10 metros en curva y cada 20 metros en tangente, con un ancho igual al derecho de vía.

- La toma de secciones se realizó con estación, utilizando cota nivelada en el sitio de armada de la estación.
- Referenciación de los vértices de la poligonal base del levantamiento topográfico.
- Dibujo en Planta de los detalles topográficos identificados.
- Dibujo del perfil con base en la información de secciones transversales tomadas.
- Dibujo de las escoñas transversales del levantamiento topográfico.

D. DISEÑO EN PLANTA

Con base en la silueta tomada y el eje del poligonal base localizado en campo, se realizó el eje en planta, aprovechando al máximo la infraestructura vial existente, aplicando los criterios de comodidad y seguridad.

En los casos en que se requirió variación a la configuración actual de la vía, para dar solución a problemas de seguridad vial, inestabilidades, etc., se propuso variaciones al eje o a la rasante.

E. DISEÑO EN ALTIMETRÍA

Con base en las secciones transversales y de acuerdo con las recomendaciones de los especialistas Estructural e Hidráulico, se procedió a proponer la correspondiente rasante de diseño, teniendo en cuenta la localización de las estructuras existentes y el nivel actual del afirmado de cada una de las vías.

F. SECCIÓN TRANSVERSAL

Con base en la definición de los parámetros geométricos iniciales, la configuración existente de la vía, se cubió sección por sección y se generó la cartera de rasante, peralte y chaflanes.

G. PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Con base en los diseños de planta, perfil y secciones transversales, se presentaron planos Planta – Perfil a escala 1:250 1:100, horizontal, y 1:25 1:10, vertical y planos de secciones transversales a escala 1:100.

H. SEÑALIZACIÓN

En el levantamiento topográfico se realizó la localización de la señalización existente, que para las dos vías fue nula. Acorde con el diseño Geométrico se propuso la localización de nuevas señales verticales, de acuerdo con las disposiciones del Manual de Señalización y Dispositivos de Control para calle y Carreteras del Ministerio de Transporte del 2024.

I. PARÁMETROS DE DISEÑO

La selección de los parámetros de diseño geométrico de la vía, obedece a condiciones propias de la topografía, alineamiento horizontal, alineamiento vertical, configuración de la calzada, entre otras. A continuación, se describen y seleccionan los principales datos de entrada requeridos.

J. TIPO DE TERRENO:

Como se mencionó anteriormente, las condiciones topográficas para la zona del proyecto lo asocian a un tipo de terreno montañoso con pendientes longitudinales entre 6% y 8%, lo que incide a que el criterio que gobierna el diseño geométrico de la carretera será el drenaje superficial.

K. CLASIFICACIÓN Y TIPOLOGÍA VIAL:

Las vías asociadas a este estudio se tipifican como vía terciaria de 5,00 metros, 4,50 metros de ancho con dos carriles, uno por sentido.

L. VELOCIDAD DE DISEÑO:

El parámetro velocidad de diseño, se tomó con base en el análisis de los radios de curvatura de la vía, el tipo de terreno y la clasificación de las vías, adoptando para este proyecto una velocidad de Diseño de 40 km/h.

M. RADIO MÍNIMO DE CURVA HORIZONTAL:

Se adoptó un radio mínimo 21 m, y un peralte máximo del 6.0%, teniendo como velocidad de diseño 30 km/h.

N. PENDIENTES MÁXIMA Y MÍNIMA:

La pendiente máxima es de 12%, cuando se alcance la velocidad deseada y la pendiente mínima es de 0.3%, sin embargo, considerando que el terreno es plano con pendientes naturales longitudinales cercanas a 0%.

O. COORDENADAS PARA LOCALIZACIÓN

El procedimiento de localización y replanteo durante el proceso de construcción se define mediante coordenadas de las abscisas del eje de diseño, tanto para el Abscisado cada 10 metros como para los puntos principales de las curvas circulares. Estas coordenadas fueron obtenidas mediante el programa de diseño y son presentadas en las carteras.

La localización se complementa con la utilización de las coordenadas de las Referencias del Eje que permiten la materialización del proyecto mediante la radiación con Estación Total.

El sistema de coordenadas utilizado en la topografía suministrada para análisis por parte de esta consultoría, corresponde a coordenadas relativas que se asocian a puntos de referencia particulares de cada tramo.

P. CARTERA DE MOVIMIENTO DE TIERRA

De la misma manera que el cálculo de coordenadas, el cálculo de las áreas en corte y relleno y los volúmenes entre abscisas se obtienen directamente del programa de diseño, teniendo en cuenta el volumen de excavaciones se asocia a los cortes hasta el nivel de subrasante sin mejorar.

Los volúmenes generados por el software corresponden a los cortes y rellenos por ancho de calzada a nivel de estructura de pavimento, que incluye la placa de concreto hidráulico y la subbase granular.

Las carteras de localización, rasante y volumen de corte y relleno se muestran en anexas este informe.

13. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Los resultados de la exploración geotécnica, así como la asignación de Ejes Equivalentes de diseño, permiten hacer la evaluación de las siguientes alternativas para la construcción de pavimentos calle Urbanas del municipio de Palmitos en la TRAMO 1: CALLE 5 HACIA LA VIA DE PALMITO A VARSOVIA, TRAMO 2-3-4: CARRERA 4 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4, CALLE 4 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3 Y CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4, TRAMO 5-6: CARRERA 5 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 6 Y CARRERA 6 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 5, Departamento de Sucre.

A. CALCULO DE ESPESOR DEL PAVIMENTO – METODO PCA

El método de diseño de pavimentos rígidos de la PCA – 84 presenta condiciones y consideraciones generales, como siguen, que proporcionan criterios más amplios para la toma de decisiones respecto al diseño mismo, como son:

- Grado de transferencia de cargas proporcionado en las juntas transversales.
- El efecto de usar bermas de concreto, ligadas al pavimento, las cuales reducen los esfuerzos de flexión y las deflexiones producidas por las cargas de los vehículos.
- La posibilidad de usar una subbase granular, que reduce los esfuerzos y las deflexiones, proporciona un soporte considerable cuando los camiones pasan sobre las juntas, y además suministra resistencia a la erosión que se produce en la subbase a causa de las deflexiones repetidas del pavimento.
- Planteamiento del criterio de diseño por fatiga, para mantener los esfuerzos del pavimento por la acción repetida de las cargas, dentro de los límites de seguridad, y con ello prevenir el agrietamiento por fatiga.
- Incursión del criterio de diseño por erosión, para limitar los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas y esquinas y controlar así la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas. Este criterio de erosión es necesario, puesto que algunas formas de falla del pavimento, tales como bombeo, el desnivel entre las losas y el deterioro de las bermas, son independientes de la fatiga.

Siendo las anteriores, criterios generales de la metodología en este capítulo se particularizan las condiciones de cada segmento vial en estudio relacionando y adoptando los valores asociados a cada parámetro de diseño con el tramo particular.

B. TRANSFERENCIA DE CARGA, BERMAS Y CONFINAMIENTO LATERAL

Para efectos de diseño, esta consultoría adopta para el tramo en estudio la utilización de barras de transferencia de carga en las juntas transversales.

La sección transversales de los tramos en estudio consta de una calzada con dos carriles, uno por cada sentido, con anchos de 4,50 metros, 5,00 metros, 6,00 metros y 7,00 metros, los cuales son considerados como carriles medios y estrechos, para lo cual se realizan ponderaciones de esfuerzo en las zonas críticas plenamente identificadas, como lo es la carga en el borde de la losa o a una distancia menor al radio de rigidez de la misma, la sección transversal continua con la colocación de bordillos y/o cunetas laterales seguidas de andenes en concreto en ambos lados de la vía. Con las condiciones anteriormente anotadas se esperan situaciones de estacionamiento de los vehículos en el borde y la circulación de los mismos cercanos a este, por lo cual esta consultoría no adopta el efecto berma en los cálculos del espesor de la losa.

C. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PARA EL PAVIMENTO

El método PCA – 84, dentro del criterio de fatiga, considera el módulo de rotura del concreto (MR), debido a que la deformación que sufre el pavimento de concreto bajo las cargas produce esfuerzos a compresión y tensión.

Sin embargo, la relación entre los primeros y la resistencia a la tensión es muy baja para afectar el diseño del espesor de la losa, mientras que la relación entre los segundos y la resistencia a la flexión es mayor. Dando como resultado el valor del módulo de rotura del concreto como parámetro crítico a considerar en el diseño.

El módulo de rotura recomendado para el diseño del pavimento para todos los tramos del proyecto es de MR = 38 kg/cm² (3,8 Mpa), 40 kg/cm² (4,0 Mpa), 42 kg/cm² (4,2 Mpa) considerando que se tomarán las medidas de calidad necesarias en la producción del concreto para el pavimento.

La razón que justifica la utilización de concretos de tal resistencia se manifiesta en que se espera un diseño gobernado por el criterio de fatiga y no por el criterio de

erosión, a causa de la circulación de vehículos con cargados sobre ejes simples rueda doble en su gran mayoría, y pocos ejes tándem y trídem.

D. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

Table 27. Software BS-PCAA TRAMO 1

Resistencia K del Apoyo:	54.65	Mpa/m	K Combinado
Espesor Losa [h1]:	20	cm	Capas : Una Capa
Longitud Losa [L]:	2.5	m	
Ancho Losa [W]:	2.5	m	
Módulo de Elasticidad [E1]:	28000	Mpa	
Densidad [s1]:	2.4	Tn/m3	
Relación de Poisson [u1]:	0.15		
Módulo de Rótura [Sc]:	4.2	Mpa	
Coefficiente de Variación [CV] (%):	15		
Ancho de Berma [D0]:	0	m	
☒ Con Pasadores			
Factor de Trabazón de Agregados [AGG]:	0	Mpa	
% Camiones al Borde:	0		
Datos Ambientales Diferencial Temperaturas [dT]: 10 oF Coeficiente Térmico [alfa]: 5.500E-06 1/oF % Tránsito para Alabeo: 0			
Consumo Erosión (%):			4.2831
Consumo Esfuerzo (%):			51.9903

Fuente: Elaboración propia

Realizando el análisis por el método de la PCA se obtiene que para un concreto de MR de 4.2 MPA y con un espesor de 20 cm de concreto apoyada sobre 25 cm de subbase el consumo de esfuerzo a 20 años es del 51.9903% y el consumo por erosión a 20 años es de 4.2831%. (Se anexa hoja de cálculo del Programa)

Table 28. Software BS-PCAA TRAMO 2-3-4

Resistencia K del Apoyo :	54.65	Mpa/m	K Combinado
Espesor Losa [h1] :	20	cm	
Longitud Losa [L] :	2.5	m	
Ancho Losa [W] :	2.5	m	
Módulo de Elasticidad [E1] :	28000	Mpa	
Densidad [s1] :	2.4	Tn/m3	
Relación de Poisson [u1] :	0.15		
Módulo de Rotura [Sc] :	4	Mpa	
Coefficiente de Variación [CV] (%) :	15		
Ancho de Berma [D0] :	0	m	
☒ Con Pasadores			
Factor de Trabazón de Agregados [AGG] :	0	Mpa	
% Camiones al Borde :	0		
Datos Ambientales			
Diferencial Temperaturas [dT] :	10	oF	
Coefficiente Térmico [alfa] :	5.500E-06	1/oF	
% Tránsito para Alabeo :	0		
Consumo Erosión (%) :			2.8501
Consumo Esfuerzo (%) :			52.6506

Fuente: Elaboración propia

Realizando el análisis por el método de la PCA se obtiene que para un concreto de MR de 4.0 MPA y con un espesor de 20 cm de concreto apoyada sobre 25 cm de subbase el consumo de esfuerzo a 20 años es del 52.6506% y el consumo por erosión a 20 años es de 2.8501%. (Se anexa hoja de cálculo del Programa)

Table 29. Software BS-PCAA TRAMO 5-6

Resistencia K del Apoyo :	54.65	Mpa/m	K Combinado
Espesor Losa [h1] :	20	cm	Capas : Una Capa
Longitud Losa [L] :	2.5	m	
Ancho Losa [W] :	2.5	m	
Módulo de Elasticidad [E1] :	28000	Mpa	
Densidad [s1] :	2.4	Tn/m3	
Relación de Poisson [u1] :	0.15		
Módulo de Rotura [Sc] :	3.8	Mpa	
Coefficiente de Variación [CV] (%) :	15		
Ancho de Berma [D0] :	0	m	
☒ Con Pasadores			
Factor de Trabazón de Agregados [AGG] :	0	Mpa	
% Camiones al Borde :	0		
			Datos Ambientales
			Diferencial Temperaturas [dT] : 10 °F
			Coefficiente Térmico [alfa] : 5.500E-06 1/°F
			% Tránsito para Alabeo : 0
			Consumo Erosión (%) : 1.8047
			Consumo Esfuerzo (%) : 62.1966

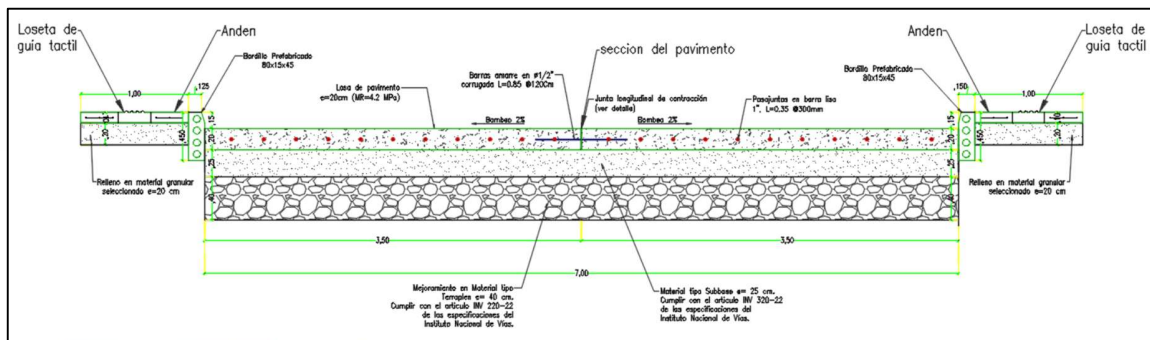
Fuente: Elaboración propia

Realizando el análisis por el método de la PCA se obtiene que para un concreto de MR de 3.8 MPA y con un espesor de 20 cm de concreto apoyada sobre 25 cm de subbase el consumo de esfuerzo a 20 años es del 62.1966% y el consumo por erosión a 20 años es de 1.8047%. (Se anexa hoja de cálculo del Programa)

E. RESUMEN DE SECCION TIPICA, ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

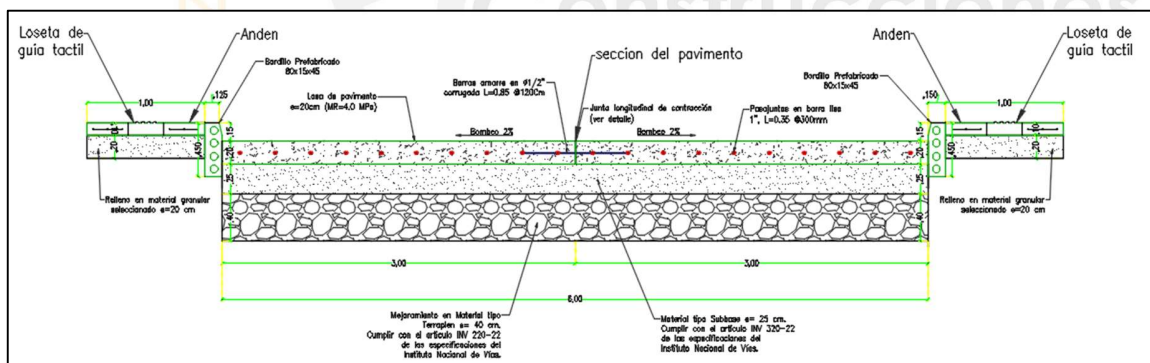
Las secciones transversales típica se compone de una calzada de 7.00 metros, 6,00 metros, 5,00 metros y 4,50 metros y dos carriles uno por cada sentido de circulación, con bordillos laterales en concreto para confinamiento.

Tabla 30. Sección transversal pavimento de 7,00 metros de ancho para TRAMO 1



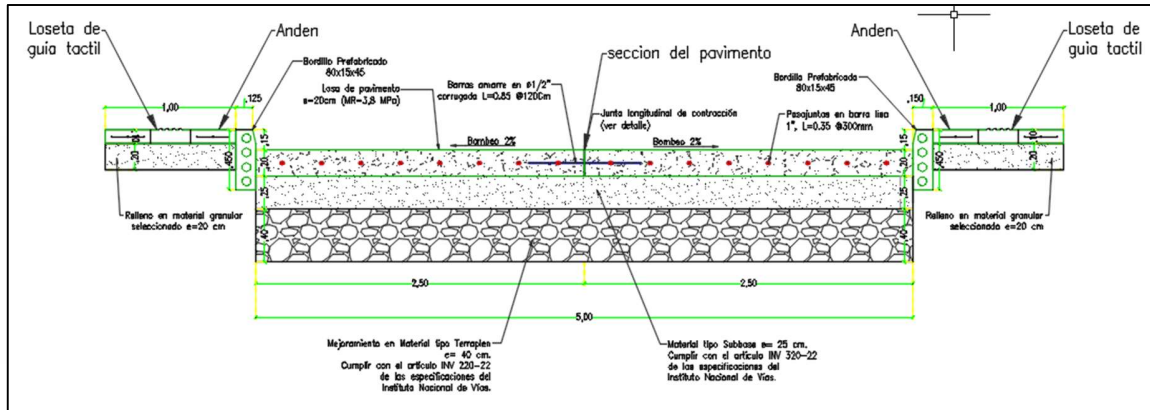
Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Sección transversal pavimento de 6,00 metros de ancho para TRAMO 2-3-4



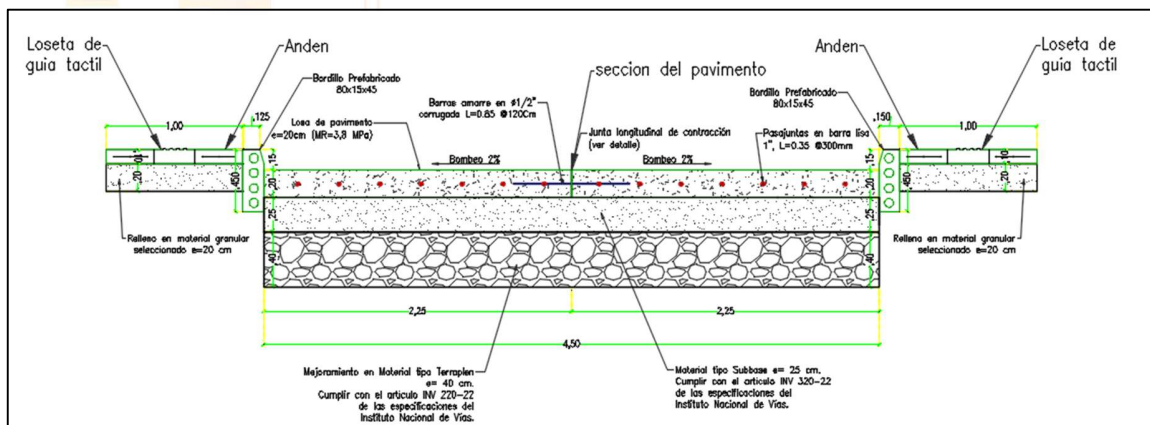
Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Sección transversal pavimento de 5,00 metros de ancho para TRAMO 5



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Sección transversal pavimento de 4,50 metros de ancho para TRAMO 6



Fuente: Elaboración propia

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO: La estructura del pavimento para la TRAMO 1: CALLE 5 HACIA LA VIA DE PALMITO A VARSOVIA, TRAMO 2-3-4: CARRERA 4 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4, CALLE 4 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3 Y CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4, TRAMO 5-6: CARRERA 5 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 6 Y CARRERA 6 ENTRE CALLE 1A Y CARRERA 5, en el municipio de Palmitos se compone de la siguiente manera

TRAMO 1:

- 20 CM LOSA DE PAVIMENTO MR 4,2 Mpa
- 25 CM SUBBASE CLASE B
- 40 CM MEJORAMIENTO CON MATERIAL DE TERRAPLEN

TRAMO 2-3-4

- 20 CM LOSA DE PAVIMENTO MR 4,0 Mpa
- 25 CM SUBBASE CLASE C
- 40 CM MEJORAMIENTO CON MATERIAL DE TERRAPLEN

TRAMO 5-6

- 20 CM LOSA DE PAVIMENTO MR 3,8 Mpa
- 25 CM SUBBASE CLASE C
- 40 CM MEJORAMIENTO CON MATERIAL DE TERRAPLEN

La subbase granular solicitada debe ser caracterizada de tal forma que cumpla con los requerimientos de resistencia y durabilidad que garanticen un apoyo uniforme a las placas de pavimento cumpliendo todas las especificaciones de invias.

Tabla 34. Sección transversal pavimento TRAMO 1

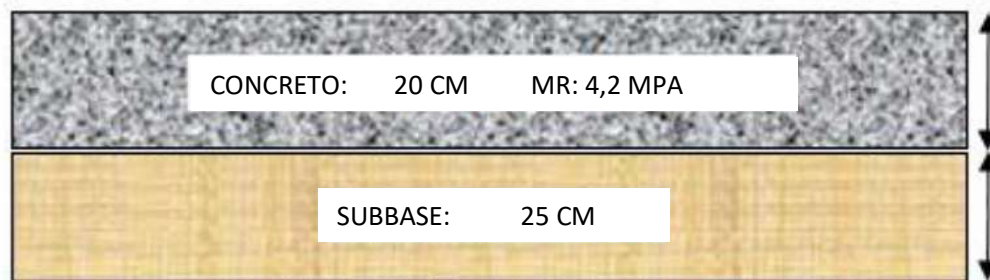


Tabla 35. Sección transversal pavimento TRAMO 2-3-4

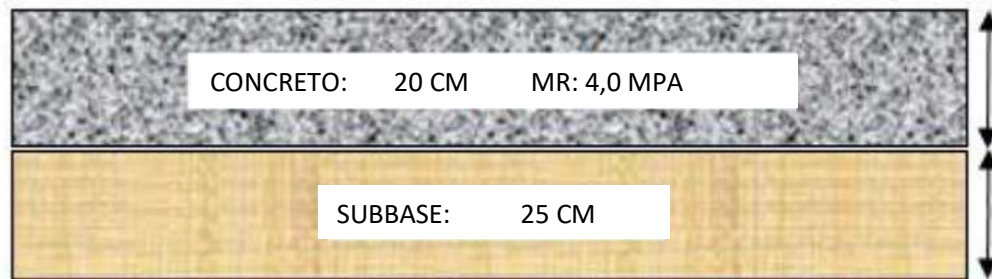
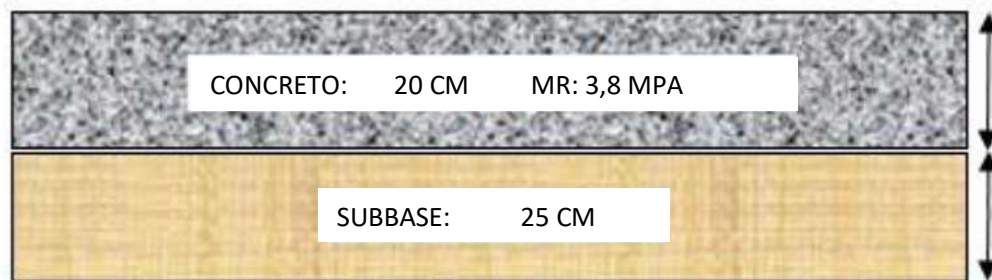


Tabla 36. Sección transversal pavimento TRAMO 5-6



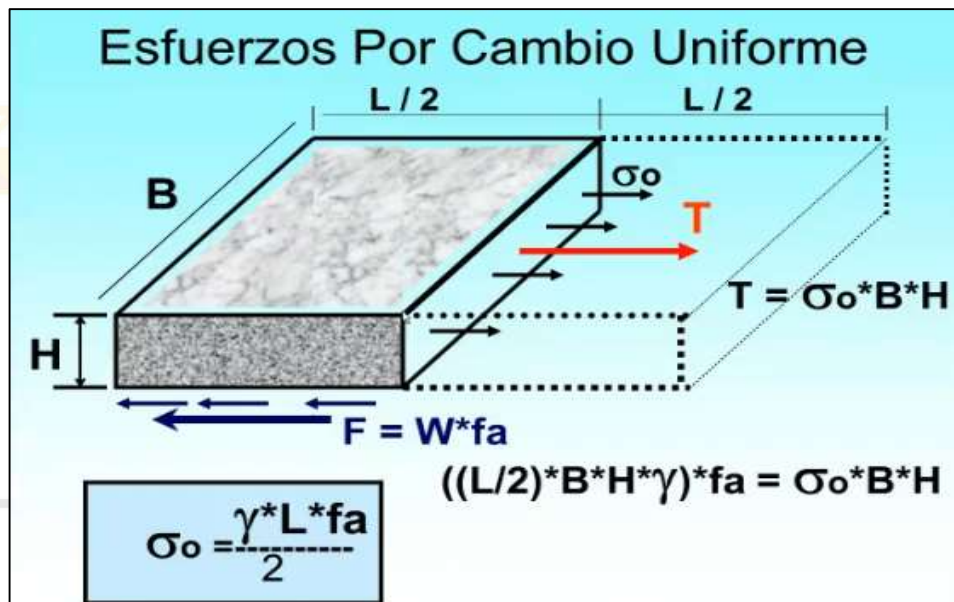
F. DIMENSIONAMIENTO DE LOSAS Y JUNTAS

Con el objeto planificar el agrietamiento controlado del concreto, mantener su capacidad estructural y calidad del pavimento se debe dividir el pavimento en losas, con base en los siguientes criterios:

VERIFICACION LONGITUD POR TEMPERATURA

1. POR CAMBIO UNIFORME DE TEMPERATURA

Tabla 37. Cálculo de esfuerzo por cambio uniforme



Fuente: Elaboración propia

Despejando el valor máximo la longitud tenemos:

Por cambio uniforme de temperatura		
σ_o	0.8	kg/cm ²
γ_c	2400	Kg/m ³
f_a	1.5	SUBBASE
L	444	cm

2. ESFUERZO DE PAVIMENTO RIGIDO POR FENOMENO ALABEO

Tabla 38. Cálculo de esfuerzo por cambio uniforme

Esfzoz En Pavimentos Rígidos por fenómeno de Alabeo

$$\sigma_{\text{Borde } x} = \left[\frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2} \right] C_x$$

$$\sigma_{\text{Interno } x} = \left[\frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2} \frac{C_x + \nu C_y}{(1 - \nu^2)} \right]$$

E= Módulo del concreto Δt = Diferencia de Temperatura,
 α = Coeficiente de dilatación térmica del concreto,
 C_x, C_y = Coeficientes de alabeo ν = Relación de Poisson

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- E= 280.000 kg/cm²
- α = 10.8e-06/°C
- Δt =

DIFERENCIA DE TEMPERATURA $\Delta T = \delta t \cdot H$	
GRADIENTE DE TEMPERATURA DURANTE EL DIA δt	2.5 A 3.5 °F/Pulg
	0.055 a 0.077 °C/mm
Gradiente De Temperatura Durante La Noche	La mitad de estos valores

δt = como la temperatura del municipio de Palmitos es más o menor los 32 °C se recomienda usar un Gradiente alto por lo que el gradiente que se utilizara es de **0.70 °C/cm**

H= 20 cm

- **$\Delta t = 14.0$**

Para el cálculo de **Cx** y **Cy** se calcula con relación al Radio de Rigidez Relativa

Tabla 39. Radio de rigidez relativa

$$\rho = \left[\frac{E * H^3}{12 (1 - \mu^2) K} \right]^{1/4}$$

ρ = Radio de Rigidez Relativa

E = Módulo de elasticidad del concreto

H = espesor de la losa de concreto

U = Relación de Poisson

K= Módulo de Reacción del apoyo de losa

Fuente: Elaboración propia

Donde **$\mu = 0.15$** y **$K = 4.356 \text{ kg/cm}^3$**

Entonces tenemos que el radio de rigidez es **$\rho = 81.37 \text{ cm}$**

Para el cálculo de **Cx** y **Cy** se divide la longitud y el ancho sobre el Radio de rigidez **ρ**

Longitud (**Lx**)=380 cm, Ancho (**Ly**)=350 cm

Longitud (**Lx**)=350 cm, Ancho (**Ly**)=300 cm

Longitud (**Lx**)=300 cm, Ancho (**Ly**)=250 cm

Longitud (**Lx**)=270 cm, Ancho (**Ly**)=225 cm

Entonces tenemos que **Lx/p**= 4,67 y **Ly/p**= 4,30

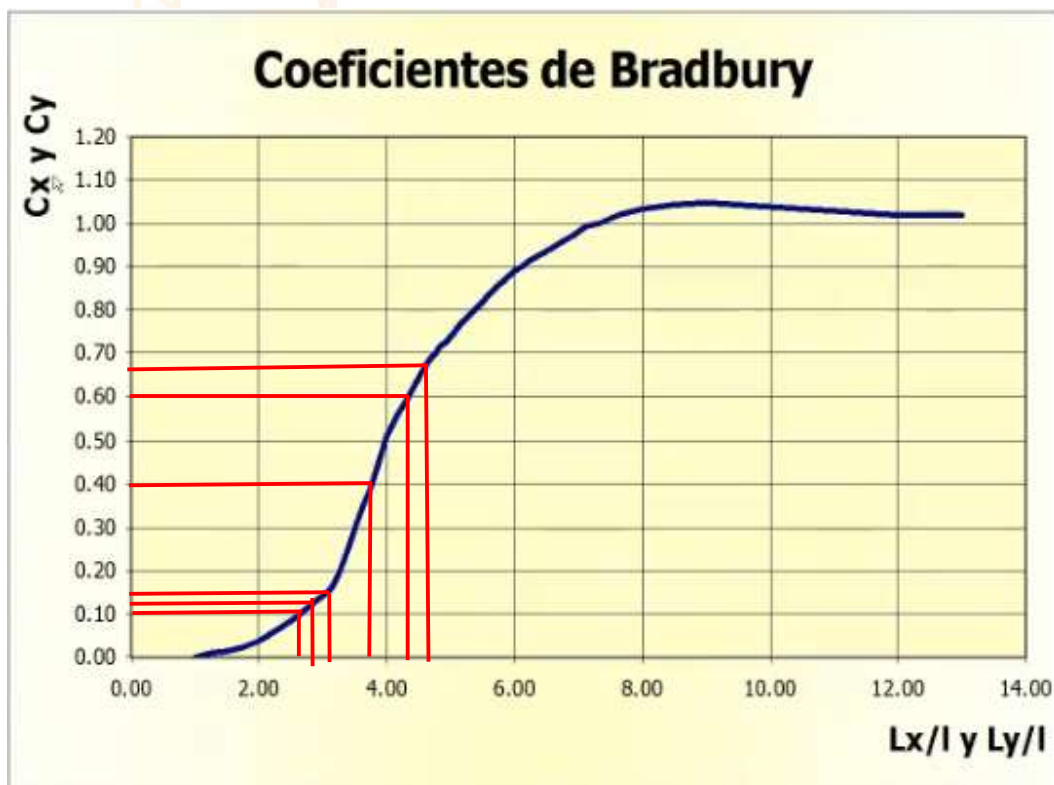
Entonces tenemos que **Lx/p**= 4,30 y **Ly/p**= 3,69

Entonces tenemos que **Lx/p**= 3,69 y **Ly/p**= 3,07

Entonces tenemos que **Lx/p**= 3,69 y **Ly/p**= 3,07

Entonces tenemos que **Lx/p**= 3,32 y **Ly/p**= 2.77

Tabla 40. Coeficientes de bradbury



Fuente: Elaboración propia

Entonces tenemos que **Cx = 0.68** y **Cy = 0.6**

Entonces tenemos que **Cx = 0.6** y **Cy = 0.4**

Entonces tenemos que **Cx = 0.4** y **Cy = 0.15**

Entonces tenemos que **Cx = 0.12** y **Cy = 0.10**

Se calcula el **σ borde x** y **σ interno x**

$$\sigma_{\text{Borde } x} = \left[\frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2} \right] C_x$$

$$\sigma_{\text{Interno } x} = \left[\frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta t}{2} \frac{C_x + \nu C_y}{(1 - \nu^2)} \right]$$

Entonces tenemos los siguientes resultados:

σ borde x	14.39
σ borde y	12.70
σ interno x	16.67

Se coge el mayor valor de los anteriores esfuerzos **σ interno x=16.67** y se divide por el módulo de rotura **42 kg/cm²**, para calcular el esfuerzo y obtenemos que el esfuerzo es **FRσ=0.39**, como es menor a **0.40** cumple las dimensiones por esfuerzo de alabeo.

σ borde x	12.70
σ borde y	8.47
σ interno x	14.29

Se coge el mayor valor de los anteriores esfuerzos σ interno $x=14.29$ y se divide por el módulo de rotura **40 kg/cm²**, para calcular el esfuerzo y obtenemos que el esfuerzo es **FR σ =0.36**, como es menor a **0.40** cumple las dimensiones por esfuerzo de alabeo.

σ borde x	8.47
σ borde y	3.18
σ interno x	9.15

Se coge el mayor valor de los anteriores esfuerzos σ interno $x=9.15$ y se divide por el módulo de rotura **38 kg/cm²**, para calcular el esfuerzo y obtenemos que el esfuerzo es **FR σ =0.24**, como es menor a **0.40** cumple las dimensiones por esfuerzo de alabeo.

σ borde x	2.54
σ borde y	2.12
σ interno x	2.92

Se coge el mayor valor de los anteriores esfuerzos σ interno $x=2.92$ y se divide por el módulo de rotura **38 kg/cm²**, para calcular el esfuerzo y obtenemos que el esfuerzo es **FR σ =0.08**, como es menor a **0.40** cumple las dimensiones por esfuerzo de alabeo.

3. MENOR A 5.5 VECES EL RADIO DE RIGIDEZ

Como el Radio de rigidez anteriormente calculado $\rho = 81.37 \text{ cm}$, entonces la longitud máxima por concepto de Radio de Rigidez es $5.5 \cdot \rho = 447.53 \text{ cm}$. entonces la losa debe ser menor de **4,40 metros**

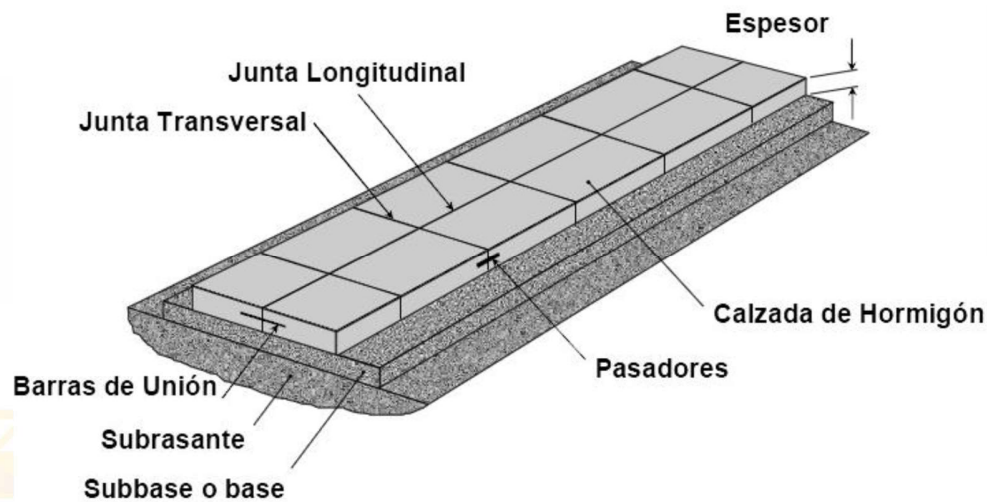
4. RELACION ESPESOR VS LONGITUD

Para el cálculo de la longitud máxima en función del espesor se utilizará que es 24 veces el espesor para suelos granulares, entonces tenemos que $H = 20 \text{ cm}$, por lo que su longitud máxima es $24 \cdot H = 480 \text{ cm}$. entonces la losa debe ser menor de **4,80 metros**

5. RELACION LONGITUD VS ANCHO

La relación de la longitud entre el ancho debe estar entre **1,0 y 1,25**. Por lo que para un ancho de **350 cm** y un largo de **380 cm** se cumple la relación LONGITUD VS ANCHO, para un ancho de **300 cm** y un largo de **350 cm** se cumple la relación LONGITUD VS ANCHO, para un ancho de **250 cm** y un largo de **300 cm** se cumple la relación LONGITUD VS ANCHO, para un ancho de **225 cm** y un largo de **270 cm** se cumple la relación LONGITUD VS ANCHO

Tabla 41. Componentes principales del sistema de pavimento rígido

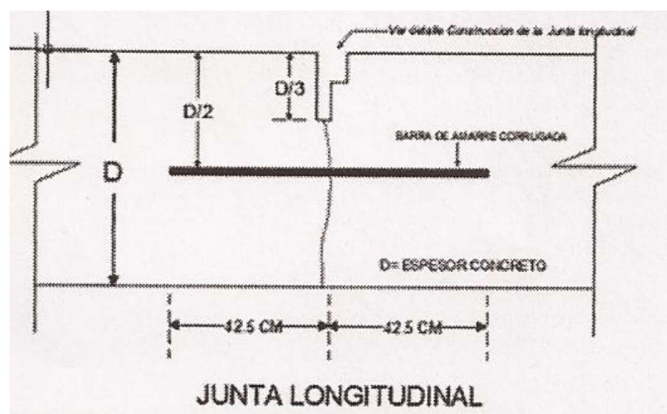


Fuente: INVIAS

G. JUNTAS LONGITUDINALES

La junta longitudinal controla el agrietamiento producido por alabeo. Al momento de la construcción la junta debe ser marcada separando las losas y proporcionando el alojamiento para el sellado, unida por una barra de anclaje $\varnothing = 1/2"$ de 0.85 m de longitud, cada 1.20 m. Las barras de anclaje se diseñaron para resistir la fuerza de tracción generada por la fricción generada entre la losa y el conjunto de subrasante más material granular.

Tabla 42. Sección típica de junta longitudinal



Fuente: INVIAS

Tabla 43. Recomendaciones para las barras de anclaje.

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de $f_y = 147,5$ MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de $f_y = 200$ MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Fuente: INVIAS

H. JUNTAS TRANSVERSALES

Son las juntas que permiten controlar las grietas causadas por el fenómeno de retracción de fraguado del hormigón y por las acciones climáticas: temperatura y humedad. La selección del espaciamiento, si bien es función de la experiencia, se consideran como factores importantes el tipo de agregado del hormigón, su composición mineralógica, y la uniformidad del clima y temperatura.

La AASHTO recomienda que el espaciamiento (en pies) entre juntas de contracción para pavimentos de hormigón, no supere 2 veces el espesor de la losa en pulgadas.

En las juntas transversales se incluye la colocación de barras de transferencia de carga o dovelas de $\varnothing=1"$ de 0.35 m de longitud espaciadas a cada 0.30 metros, que son barras de acero liso insertadas en las juntas de manera que aumenten mecánicamente la transferencia de carga sin restringir el movimiento horizontal.

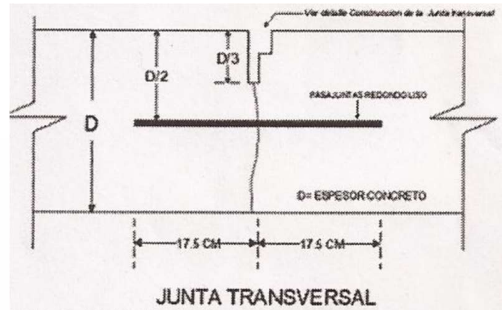
Entonces, de acuerdo a la Tabla 6.2 del manual de diseño de pavimentos de concreto se tiene que las dovelas o pasajuntas para un pavimento de 20 cm de espesor deben ser de diámetro 1" (25 mm), con una longitud de 350 mm y con separación entre centros de 300mm.

Tabla 44. Recomendaciones para la sección de los pasadores de carga

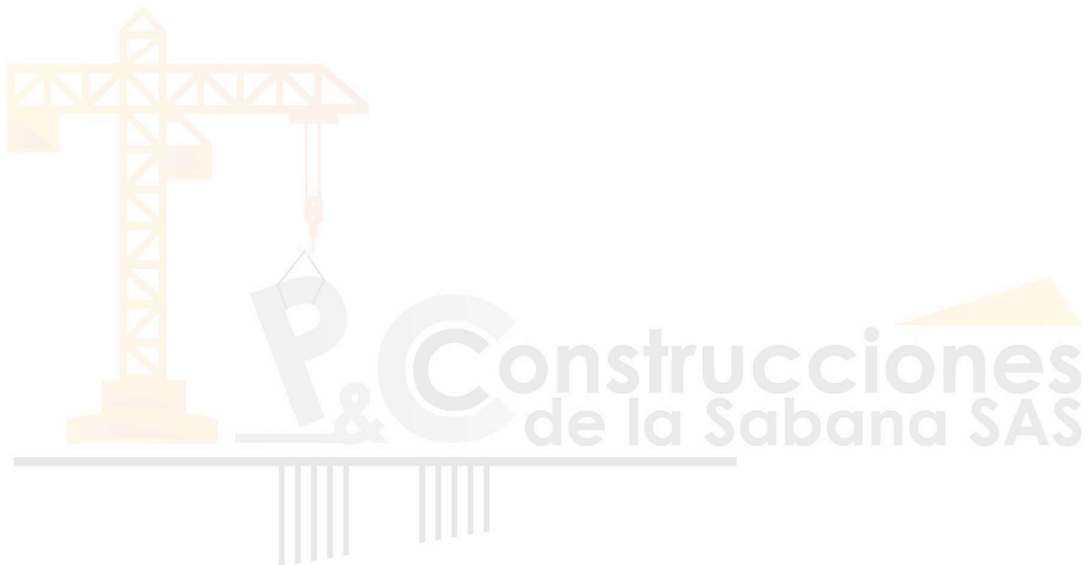
Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Fuente: INVIAS

Tabla 45. Sección típica de la junta transversal de contracción con dovelas



Fuente: INVIAS



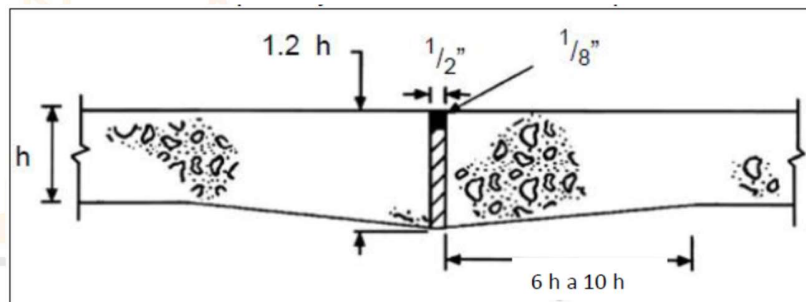
I. JUNTAS DE AISLAMIENTO

Las juntas de aislamiento permiten que se presente diferenciales anticipados de movimientos verticales y horizontales entre un pavimento y otra estructura sin dañar al pavimento o la estructura.

Su objetivo principal es aislar el pavimento de una estructura, otra área pavimentada o cualquier objeto inamovible, disminuyendo los esfuerzos a compresión que se presentan entre los mismos.

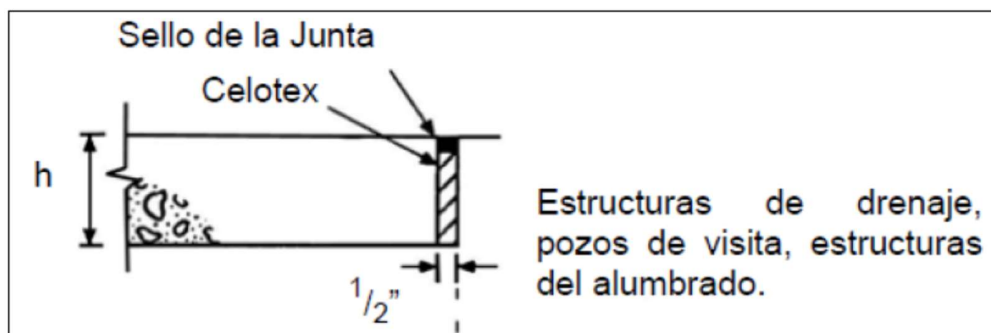
Las juntas de aislamiento incluyen las juntas a toda la profundidad y a todo lo ancho sobre los, intersecciones "T", rampas, entre pavimentos existentes y pavimentos nuevos, así como también para juntas alrededor de estructuras en el interior del pavimento como pozos de inspección, alcantarillas y estructuras del alumbrado público.

Tabla 46. Sección típica de junta de aislamiento entre pavimentos existentes



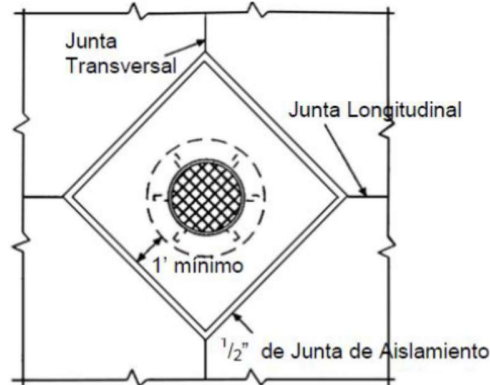
Fuente: INVIAS.

Tabla 47. Sección típica de junta de aislamiento entre otras estructuras fijas



Fuente: INVIAS

Tabla 48. Disposición de juntas sobre pozos de inspección



Fuente: INVIAS

Se resumen en la siguiente tabla la configuración de las losas de cada tramo en estudio de acuerdo a los parámetros mencionados a lo largo del capítulo. Las recomendaciones asociadas a los diámetros y separación de las barras de anclaje y dovelas obedecen al criterio del consultor, porque para vías de bajos volúmenes de tránsito el entramamiento entre agregado es adecuado.

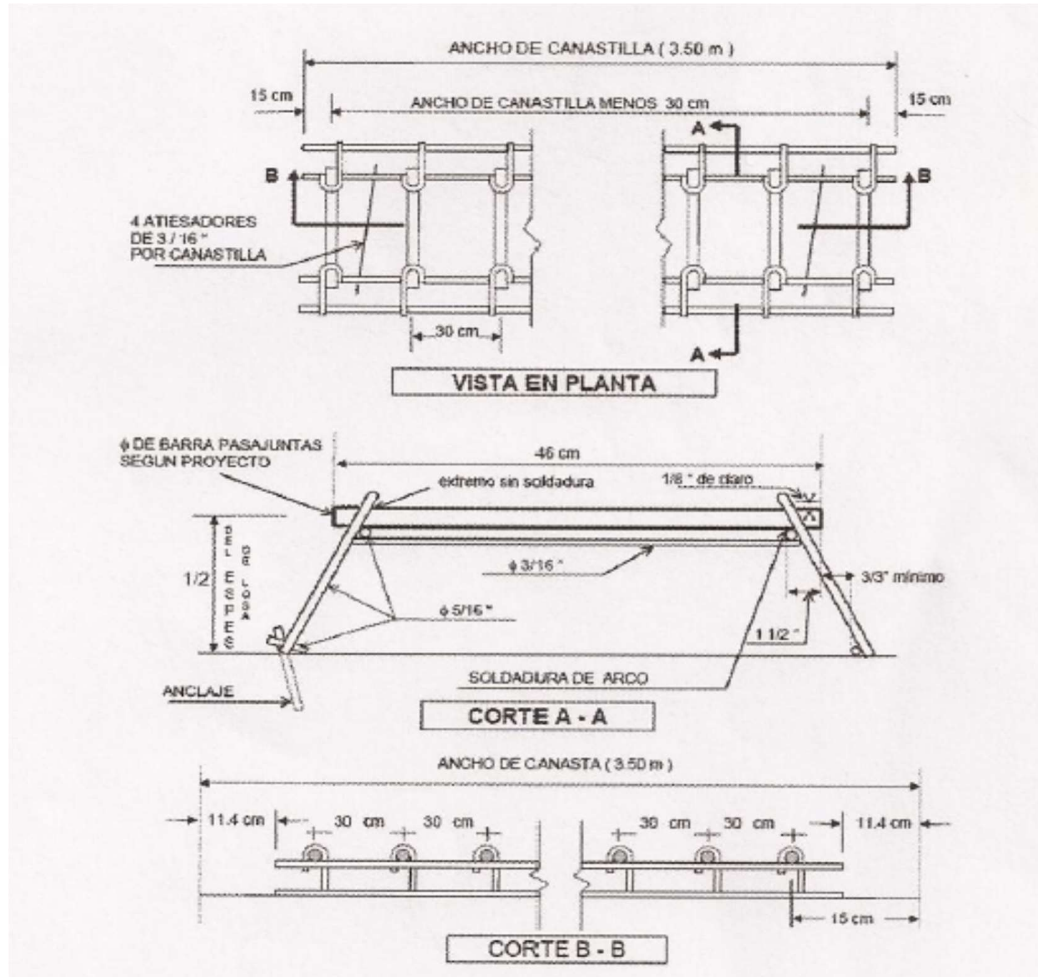
Recomendaciones constructivas: Para favorecer la calidad de la construcción de la obra se anotan estas recomendaciones. Tener cuidado en la fijación de los pasadores transversales de transferencia de carga, de tal manera que, se garantice la nivelación del mismo, utilizando las canastillas de colocación. Se precisa que este cuidado es de gran importancia, dado las repetidas fallas transversales encontradas en diversos pavimentos contruidos con pasadores torcidos.

J. ACERO DE REFUERZO PARA LOSAS IRREGULARES

Para las losas de concreto con geometría irregular, el acero de refuerzo se dispondrá utilizando barras de 1/2" de diámetro (barra No. 4) colocadas cada 20 cm en ambos sentidos, formando una malla de refuerzo isotrópica. Esta disposición garantiza un comportamiento estructural adecuado frente a cargas distribuidas, esfuerzos de tracción por flexión y fisuración debido a retracción y variaciones térmicas.

Dado que la losa no presenta una geometría ortogonal uniforme, el trazado del refuerzo debe ajustarse cuidadosamente a la forma final de la losa, asegurando que se mantengan los espaciamientos establecidos y que no existan zonas sin cobertura de acero. En esquinas, ángulos agudos, o transiciones de geometría, el refuerzo se adaptará de manera que mantenga la continuidad estructural, y se colocarán refuerzos adicionales si lo indica el diseño o el criterio técnico del ingeniero estructural.

Tabla 49. Disposición de fijación de pasadores



Fuente: INVIAS

El proceso constructivo de las juntas transversales se considera de enorme cuidado. En primera instancia debe realizarse un primer corte dentro del tiempo oportuno llamado "ventana de corte", de forma que ni se haga antes, que el concreto no soporte el peso del equipo y se deforme, ni después que genere fisuración por retracción del concreto. Esta "ventana de corte" está sujeta a las condiciones climáticas, velocidad del viento, temperatura del concreto, etc.

Adicionalmente, se debe tener cuidado con la limpieza de la junta, adecuación de la junta y tipo de sello a colocar, son importantes para garantizar la vida útil del sello.

El sello de juntas se hará con material asfáltico (Brea) sólido, el cual se derretirá con candela para volverlo líquido y colocarlo, teniendo mucho cuidado para que quede con la calidad necesaria para el recibo de la actividad.

Tabla 50. Recomendaciones para barras de anclaje y pasadores de carga

ANCHO DEL CALZADA (m)	ANCHO DE LA LOSA (m)	LARGO DE LA LOSA (m)	BARRA DE ANCLAJE			DOVELAS		
			DIAMETRO (")	LONGITUD (cm)	SEPARACION (cm)	DIAMETRO (")	LONGITUD (cm)	SEPARACIÓN (cm)
7.0	3.50	3.8	½	85	120	1	35	30
6.0	3.00	3.5	½	85	120	1	35	30
5.0	2.50	3.0	½	85	120	1	35	30
4.5	2.25	2.7	½	85	120	1	35	30

Fuente: Elaboración propia – 2026

14. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los análisis realizados en el estudio, los espesores de la estructura de pavimento se realizaron para un período de 20 años.
- En cuanto a la estructura de pavimento recomendada para el siguiente tramo de vía para el proyecto “PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE”, del municipio de Palmitos, del departamento de Sucre, corresponde de la siguiente manera:

TRAMO 1:

- 20 CM LOSA DE PAVIMENTO MR 4,2 Mpa
- 25 CM SUBBASE CLASE B
- 40 CM MEJORAMIENTO CON MATERIAL DE TERRAPLEN

TRAMO 2-3-4

- 20 CM LOSA DE PAVIMENTO MR 4,0 Mpa
- 25 CM SUBBASE CLASE C
- 40 CM MEJORAMIENTO CON MATERIAL DE TERRAPLEN

TRAMO 5-6

- 20 CM LOSA DE PAVIMENTO MR 3,8 Mpa
- 25 CM SUBBASE CLASE C
- 40 CM MEJORAMIENTO CON MATERIAL DE TERRAPLEN

- Con base a las recomendaciones del estudio de suelo realizado por la empresa GEOMATD INGENIERIA avalada por el ingeniero DANIEL J. ALMANZA MERCADO, Se procederá a colocar material de mejoramiento con un espesor mínimo de 40 cm con material que debe cumplir con las especificaciones Invias 2022 para terraplén (A220)
- El ancho de las secciones transversales está definido por el ancho de la calle basándonos en los paramentos existente y encontramos que tenemos que se presenta un ancho de 7,00 metros, 6,00 metros, 5,00 metros y 4,50 metros
- En cuanto a la utilización de materiales de las canteras presentadas, se deberá en obra verificar con ensayos de laboratorio, la competencia de los

materiales extraídos de los diferentes bancos y en caso de ser necesarios se deberán mejorar para su cumplimiento.

- La construcción de las losas se puede realizar por ancho carril o por ancho de calzada, solo depende del equipo de compactación y/o vibrado que se use, en todo caso las juntas serán acerradas a un ancho de 3 mm y una profundidad promedio de 1/3 del espesor de la losa con ampliación a 6 mm en una profundidad de 50 mm, el sello de las juntas se hará con tirilla o cordón de respaldo y con silicona para la parte superior, para todo este procedimiento constructivo, deben remitirse a la norma INV Art 500-22.
- Se sugiere que se mantengan los controles en los materiales tanto de subrasante como se capas granulares y para la fabricación de concretos, puesto que si existen cambios en las condiciones en las cuales hayan sido definidos los ajustes granulométricos y el diseño de mezclas se deben hacer los ajustes correspondientes.
- Para la construcción de losas en terrenos con pendiente longitudinal se recomienda la fabricación de concretos con un excelente control de asentamiento para evitar mezclas muy fluidas que se escurren y producen fisuras tempranas indeseables en el pavimento.



ESTEBAN PÉREZ BOTIA

Ingeniero civil

Esp. Gerencia de Proyecto de Obras Públicas

Esp. Vías y transporte

DOCUMENTOS PARA EL PROYECTO:
"PAVIMENTACION EN CONCRETO
RIGIDO DE VÍAS URBANAS DEL
MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE
PALMITO,
SUCRE,"
DEPARTAMENTO DE



15. BIBLIOGRAFÍA

- [Ref – 01]** Instituto Nacional de Vías, Manual de Diseño de Pavimentos asfálticos, Santa Fé de Bogotá, 1998.
- [Ref – 02]** American Association of state Highway and Transportation Officials, AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Washington, D.C., 1993.
- [Ref – 03]** Universidad del Cauca - Instituto Nacional de Vías, Manual de diseño para bajos volúmenes de Transito, Santa Fé de Bogotá, 1998.
- [Ref – 04]** Universidad Católica de Colombia – Ingeniería de Pavimentos, Alfonso Montejó Santa Fé de Bogotá, 2002.
- [Ref – 05]** Diseño Pavimento Rígidos – Metodo: PCA-84 software: BS_PCAA



CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM





DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO: PCA-84

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Software: BS-PCAA

Proyecto: "PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE" TRAMO 2-3-4

Datos:

Resistencia K del Apoyo: 54.65 Mpa/m

Espesor Losa: 20 cm

Longitud Losa: 3.5 m

Ancho Losa: 3.0 m

Módulo de Elasticidad: 28000 Mpa

Densidad: 2.4 Tn/m³

Relación de Poisson: 0.15

Módulo de Rotura: 3,8 Mpa

Coefficiente de Variación: 15%

Ancho de Berma: 0 m

Factor de Trabazón de Agregados: 0 Mpa

Camiones al Borde: 0%

Pasadores: SI

Diferencial de Temperaturas: 10 oF

Coefficiente Térmico: 5.50E-06 1/Of

Trafico para Alabeo: 0%

Factor de Seguridad Cargas: 1

Factor de Mayoración Repeticiones: 1

CALLE 31 # 29-15, BARRIO SAN JUAN
COROZAL, SUCRE, TEL: 3159262085
ESTEPEBO_14@HOTMAIL.COM

Resultados :

Carga	Carga	Repeticiones	Esfuerzo	Repeticiones	Consumo	Repeticiones	Consumo
Tn	FS	Esperadas	Equival.	Admisib_Fatiga	Fatiga	Admisi_Erosion	Erosión
	Tn		psi		%		%

EJES SIMPLES RUEDA SIMPLE

Esfuerzo Equivalente: 1.7 Factor Esfuerzo: 0.4262 Factor Erosión: 2.8227

2.50	2.50	65,017	81.4	Inf	0.00	Inf	0.00
6.00	6.00	65,017	185.3	Inf	0.00	Inf	0.00

EJES SIMPLES RUEDA DOBLE

Esfuerzo Equivalente: 1.7 Factor Esfuerzo: 0.4262 Factor Erosión: 2.8227

6.00	6.00	65,017	185.3	Inf	0.00	Inf	0.00
11.00	11.00	42,911	327.7	83,291	51.52	3,399,357	1.26

EJES TANDEM RUEDA DOBLE

Esfuerzo Equivalente: 1.5 Factor Esfuerzo: 0.3657 Factor Erosión: 2.9480

22.00	22.00	22,106	280.5	1,954,357	1.13	1,392,276	1.59
-------	-------	--------	-------	-----------	------	-----------	------

Total : 52.65

PCA-84: 2.85



San Antonio de Palmitos, enero de 2026

Señores

ALCALDIA DE SAN ANTONIO DE PALMITOS

Asunto: Certificación de Diseño.

Certifico que he realizado el Diseño de pavimento del proyecto *“PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE”*, a construirse en el municipio de Palmitos, departamento de Sucre, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, cuyos resultados se encuentran consignados tanto en el Informe como en los planos de Diseño de Pavimento, que anexo debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma.



ESTEBAN FÉREZ BOTIA

Ingeniero civil

Esp. Gerencia de Proyecto de Obras Públicas

Esp. Vías y transporte

DOCUMENTOS PARA EL PROYECTO:
“PAVIMENTACION EN CONCRETO
RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL
MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE
PALMITO,
SUCRE,”



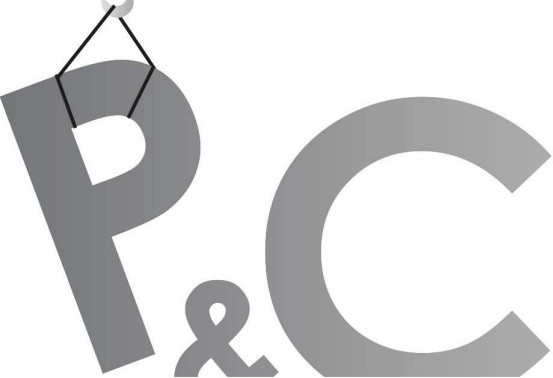
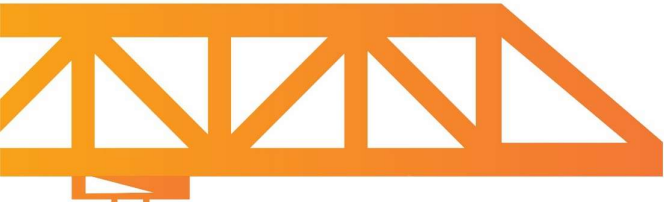


Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a sus titulares para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravío debe ser remitida a COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel: 636 5364 Bogotá D.C.
01 8000 116590

DOCUMENTOS PARA EL PROYECTO: "PAVIMENTACION EN
CONCRETO RIGIDO DE VIAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE
SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE."



P&C Construcciones
de la Sabana SAS

11741

REPÚBLICA DE COLOMBIA

 UNIVERSIDAD DEL SINU
Elias Bechara Zainúm

EL RECTOR Y EL CONSEJO SUPERIOR
POR EL TENOR DE LA PRESENTE, HACEMOS SABER QUE

Esteban Pérez Botia

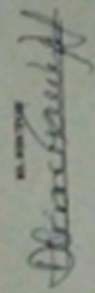
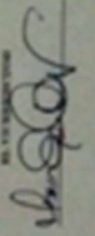
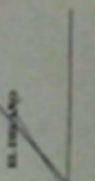
IDENTIFICADO CON LA CÉDULA DE CIUDADANÍA NO. [REDACTED] AL MENOR DE ESTA INSTITUCIÓN Y EN TAL VIRTUD FORMADA EN EL PENSAMIENTO DE NUESTRO FUNDADOR CON PROYECCIÓN UNIVERSAL, VALORES CULTURALES Y HUMANOS DEL HOMBRE COLOMBIANO CONFERIMOS, EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Y POR AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, EL CARÁCTER Y TÍTULO DE

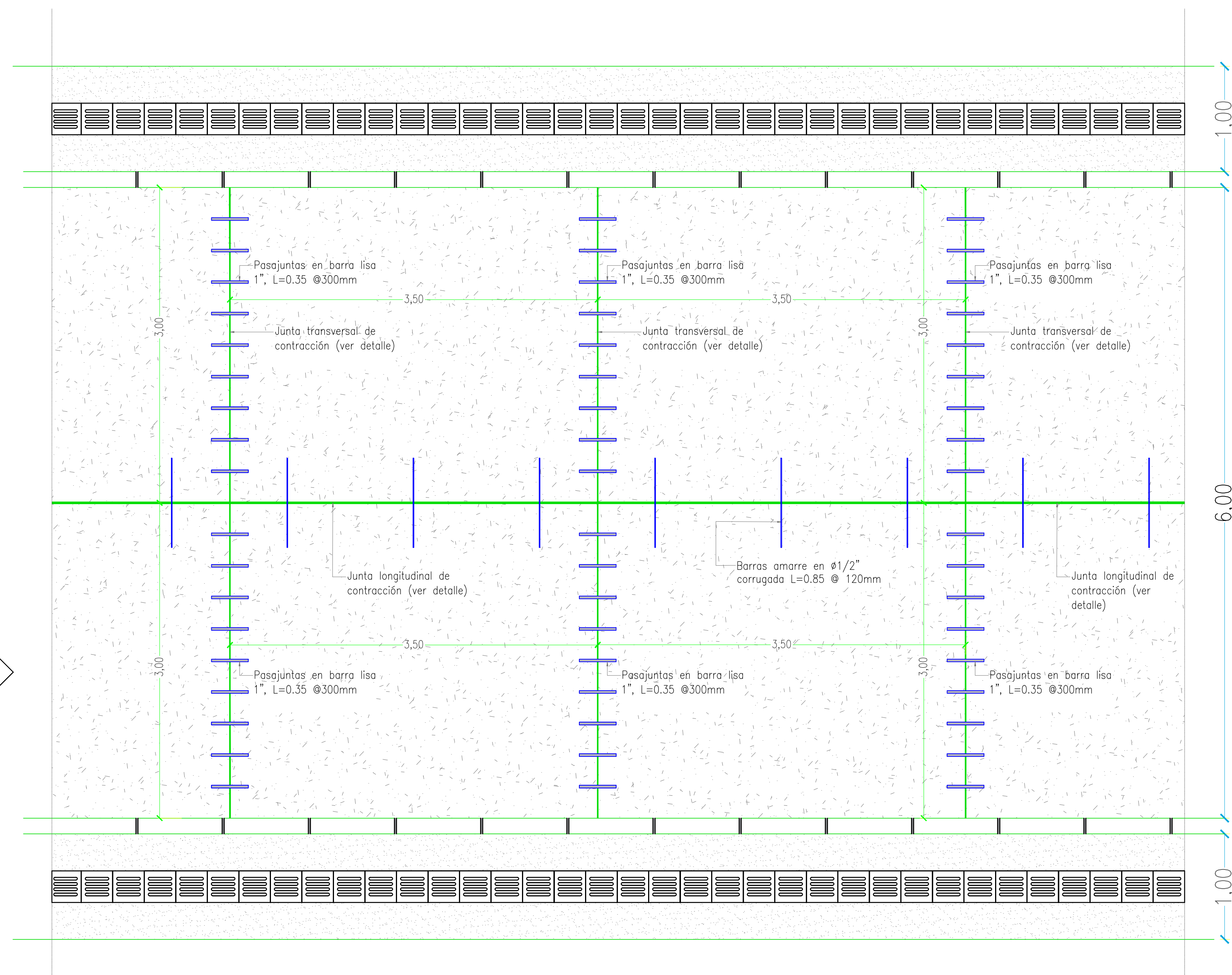
Especialista en Vías y Transportes

DOCUMENTOS PARA EL PROYECTO "PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RIGIDO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE" 2018

CON EL COMANDO EN JEFE DE LA FUERZA ARMADA NACIONAL, LA UNIVERSIDAD Y SU FAMILIA PARA GENERAR FUTURAS CONDICIONES DE VIDA PARA LOS CIUDADANOS A TRAVÉS DE LA EDUCACIÓN Y LA CULTURA EN LA LIBERTAD COMO DERECHO REGIONAL Y NACIONAL COMO UNO DE LOS VALORES QUE REPRESENTA EL TÍTULO DE RECTOR, NATURAL Y SIN FALTA DE CREDITO, SE ATRIBUYE LA CUALIDAD DE VICERECTOR, DECANO Y SECRETARIO GENERAL DEL MUNICIPIO DE PALMITO, DEPARTAMENTO DE SUCRE

A LOS 08 DÍAS DEL MES DE MAYO DE 2018

 EL RECTOR
 EL VICERECTOR
 EL DECANO
 EL SECRETARIO GENERAL



PLANTA ESTRUCTURAL
DETALLE DE JUNTAS




INGENIERO CIVIL
ESTEBAN PEREZ BOTIA
MP: 22202-287635 COR

- Módulo de Rotura: 4,0 MPA.
- Espesor de Pavimento: 20 cm
- Espesor subbase: 25 cm.
- Espesor de mejoramiento: 40 cm
- Bordillo Prefabricado: 80cmX15cmX45cm
- Andenes: 1 metro de ancho

- Manhol
- Poste Eléctrico
- Arbol
- Puntos GPS
- Pavimento Rígido

DISEÑO DE PAVIMENTO DE 6,00 METROS DE ANCHO
PARA LOS TRAMOS 2-3-4 DE CARRERA 4 ENTRE CALLE 5
Y CALLE 4, CALLE 4 ENTRE CARRERA 4 Y CARRERA 3 Y
CARRERA 3 ENTRE CALLE 5 Y CALLE 4, EN EL MUNICIPIO
DE SAN ANTONIO DE PALMITOS - SUCRE

1/1

1:250