REQUISITOS SECTORIALES

PROYECTOS EN FASE III

II. Proyectos de construcción, mantenimiento, adecuación, mejoramiento o rehabilitación de infraestructura vial

Además de los requisitos señalados en el numeral I del presente anexo, los siguientes, cuando aplique:

5. Diseño de estructura de pavimento

SEINCO SAS	**JHONNATHAN ALEXIS GARCÍA BELTRAN** **Ingeniero Civil – Esp. Vías y Transporte**	**Fecha:** Abril de 2025
	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	**Diseño Pavimento** **Página 1**

CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA



DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Elaborado por
JHONNATHAN ALEXIS GARCÍA BELTRAN
Ingeniero Civil – Especialista en Vías y Transporte

Localización:
SARAVENA – ARAUCA
Abril de 2025

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com **Cel. 3132635714**
Saravena-Arauca

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN **3**

1 PROYECTO **4**

1.1 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO 4
1.2 OBJETIVOS 4
1.2.1 Objetivo general *4*
1.2.2 Objetivos específicos *4*
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 4

2 PARÁMETROS DE DISEÑO **7**

2.1 FACTORES AMBIENTALES Y CLIMÁTICOS 7
2.2 TRANSITO DE DISEÑO 9
2.2.1 Periodo de análisis y periodo de diseño estructural *9*
2.2.2 Tasa de crecimiento *9*
2.2.3 Volúmenes transito *9*
2.2.4 Factor de daño (FD) *10*
2.2.5 Confiabilidad *11*
2.2.6 Proyección del tránsito y cálculo del número de ejes equivalentes *11*
2.3 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE 13
2.4 DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE MEJORAMIENTO 17

3 DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DEL PAVIMENTO **20**

3.1 MÉTODO INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS 20
3.2 MÉTODO AASHTO-93 22
3.3 ESTRUCTURA RECOMENDADA 24
3.4 MODULACIÓN DE LOSAS 26
3.4.1 Juntas longitudinales *26*
3.4.2 Juntas transversales *27*
3.4.3 Pasajuntas y barras de anclaje: *27*
3.4.4 Refuerzo para losas irregulares *29*

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **32**

4.1 CONCLUSIONES 32
4.2 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS 33

5 REFERENCIAS **37**

ANEXOS **38**

ANEXO A. CLASES DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO 39
ANEXO B. COLOCACIÓN DE LOS PASADORES DE CARGA 40
ANEXO C. DOCUMENTACIÓN DISEÑADOR 41

INTRODUCCIÓN

El presente informe hace parte fundamental del proyecto de "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA", el cual contiene el diseño estructural del pavimento.

La calle es ese espacio público urbano donde se desarrollan numerosas actividades de los ciudadanos. Es la vía que utilizamos en los desplazamientos al movernos dentro de la ciudad y tiene, además, una serie de funciones imprescindibles en nuestra vida cotidiana. Es lugar de relación ente personas, de reunión, de expresión de sentimientos comunes de distintos grupos de ciudadanos, cumpliendo una función social. También es el lugar donde están situados los comercios, bancos, empresas, etc., todos aquellos centros que tienen relación directa con nuestra actividad económica. Por último, la calle tiene un papel determinante en la estructura urbana y en algunos aspectos medioambientales (estética urbana, contaminación, ruidos, etc.) que afectan positiva o negativamente a los habitantes de la ciudad.

La infraestructura pública tiene el potencial de mejorar dramáticamente el estándar de vida de las personas en situación de pobreza. Las mejoras en infraestructura que permiten conectar estos hogares a redes de distribución de agua o alcantarillado tienen el potencial de reducir la transmisión de enfermedades como la diarrea, mientras que la pavimentación de calles y el acceso a la electricidad pueden mejorar el entorno económico en zonas desfavorecidas, permitiendo que los pequeños negocios se mantengan en operación durante más horas, ofrezcan más servicios, y puedan transportar sus bienes de manera más eficiente.

Se evaluarán los espesores de capa de las estructuras del pavimento con la metodología propuesta en el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del ICPC, el Instituto Nacional de Vías y el Ministerio de Transporte y por el método AASHTO-1993 para pavimentos en concreto rígido.

1 PROYECTO

1.1 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El presente informe se realiza con el fin de determinar la estructura del pavimento para el proyecto de "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

El estudio tiene como objetivo determinar los espesores de las capas que conformarán la estructura del pavimento de la calle 17 entre carreras 13 y 16a, calle 18 entre carreras 13 y 14, calle 19 entre carreras 13 y 14, Carrera 16 entre calles 20 y 17, Carrera 14 entre calles 20 y 17 y calle 24 entre carreras 17 y 18 del casco urbano del Municipio de Saravena.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Determinar la estructura del pavimento para el proyecto de "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los espesores y materiales más apropiados que conformaran la estructura del pavimento del intercambiador vial.
- Establecer la estructura de pavimento más óptima.
- Presentar recomendaciones constructivas.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el área urbana del Municipio de Saravena, en el Departamento de Arauca, en los barrios Cochise, Gaitán, Seis de Octubre y Galán, en el centro de la cabecera municipal.

Las calles objeto del estudio cuenta con alto grado de deterioro debido al incremento de las lluvias provenientes de la ola invernal que han aumentado su deterioro; esta zona recopila

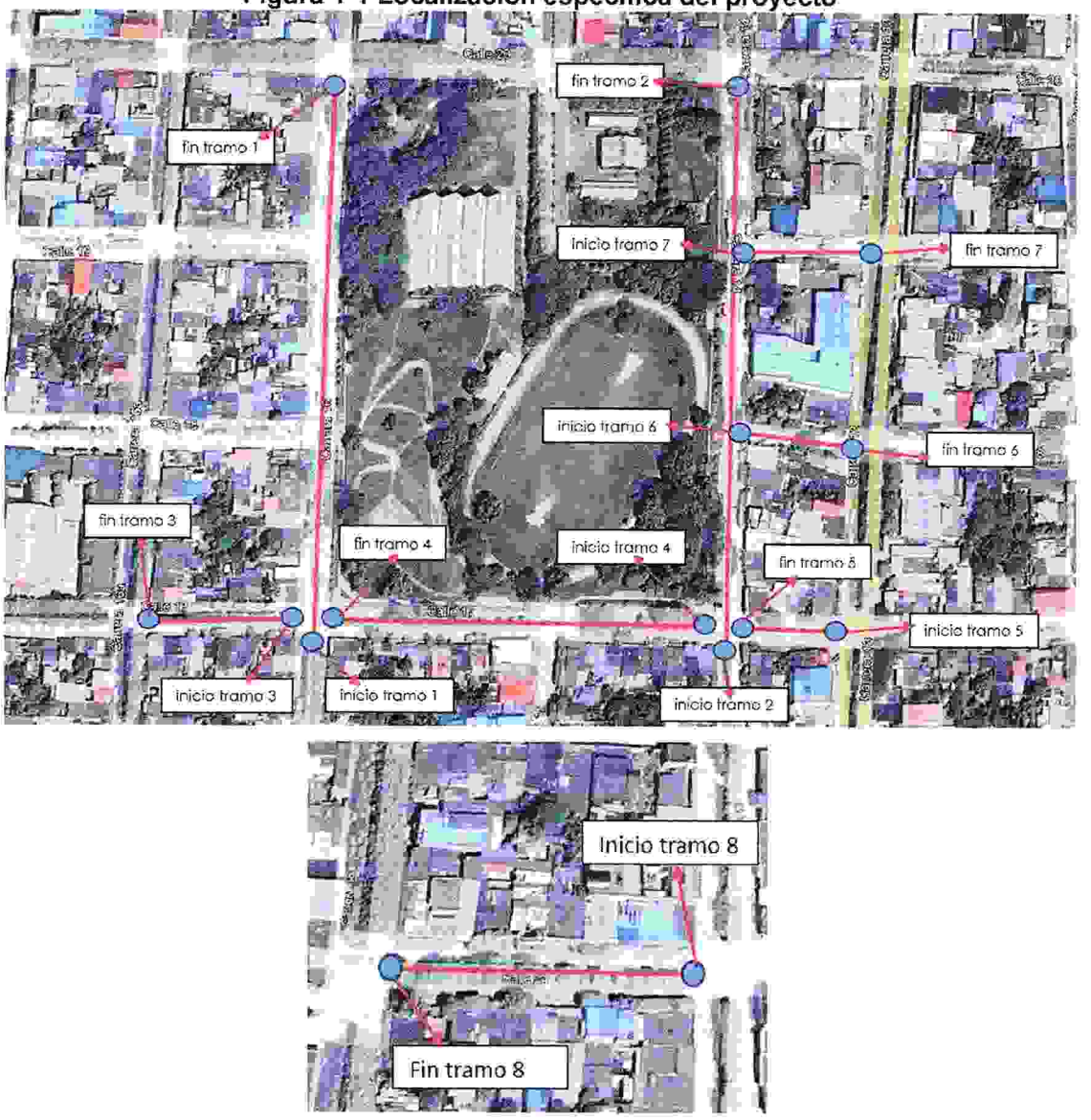
volúmenes considerables de aguas de escorrentía, que se depositan sobre la calle por la falta de la conformación de su calzada y de obras de drenaje que faciliten su evacuación.

Tabla 1 coordenadas de la vía intervenir

Tramo	Dirección	ID	Coordenadas geográficas		Longitud (m)
			Norte	Este	
Tramo 1 Doble calzada	Carrera 16 entre calles 17 y 20: B. Cochise.	Inicio	6°56'56.35"N	71°52'21.08"O	606.54
		Fin	6°57'4.62"N	71°52'26.20"O	
Tramo 2 Doble calzada	Carrera 14 entre calles 17 y 20: B. Cochise.	Inicio	6°57'0.16"N	71°52'14.90"O	609.10
		Fin	6°57'8.53"N	71°52'20.25"O	
Tramo 3 Doble Calzada	calle 17 entre carreras 16 y 16A: B. Seis de Octubre	Inicio	6°56'56.41"N	71°52'21.50"O	161.08
		Fin	6°56'54.97"N	71°52'23.63"O	
Tramo 4 Doble Calzada	calle 17 entre carreras 14 y 16: B. Cochise.	Inicio	6°57'0.33"N	71°52'15.31"O	417.78
		Fin	6°56'56.75"N	71°52'20.96"O	
Tramo 5 Doble Calzada	calle 17 entre carreras 13 y 14: B. Gaitán.	Inicio	6°57'1.46"N	71°52'13.43"O	105.96
		Fin	6°57'0.18"N	71°52'14.92"O	
Tramo 6 Doble Calzada	Calle 18 entre carreras 13 y 14: B. Cochise.	Inicio	6°57'3.41"N	71°52'16.78"O	119.92
		Fin	6°57'4.27"N	71°52'15.07"O	
Tramo 7 Doble Calzada	Calle 19 entre carreras 13 y 14: B. Cochise.	Inicio	6°57'6.12"N	71°52'18.49"O	128.70
		Fin	6°57'7.26"N	71°52'16.71"O	
Tramo 8 Doble Calzada	calle 24 entre carreras 17 y 18 barrio Galán	Inicio	6°57'9.41"N	71°52'38.85"O	164.30
		Fin	6°57'10.85"N	71°52'36.50"O	
				TOTAL	**2,313.38**

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-1 Localización específica del proyecto



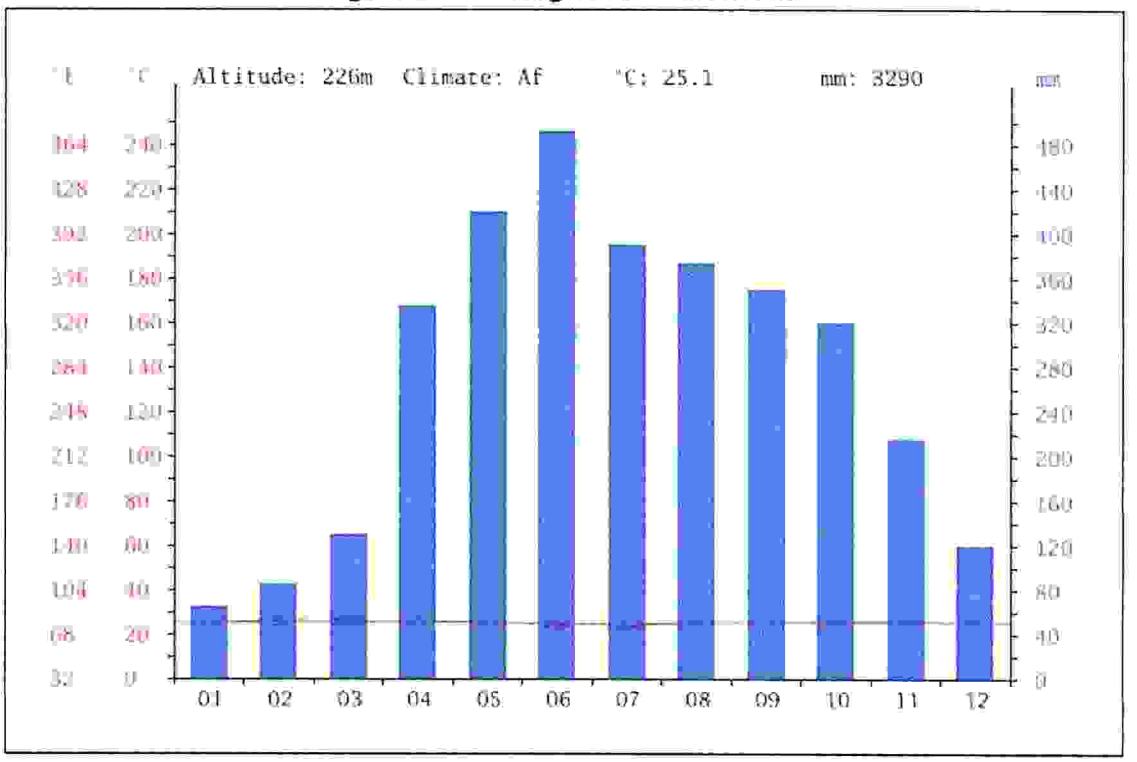
Fuente: Informe de localización del proyecto

PARÁMETROS DE DISEÑO

1.4 FACTORES AMBIENTALES Y CLIMÁTICOS

Saravena tiene un clima tropical. Saravena es una ciudad con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Af. La temperatura promedio en Saravena es 25.1 ° C. La precipitación promedio en Saravena es 3290 mm.

Figura 2-1. Climograma de Saravena



Fuente: https://es.climate-data.org/location/54213/

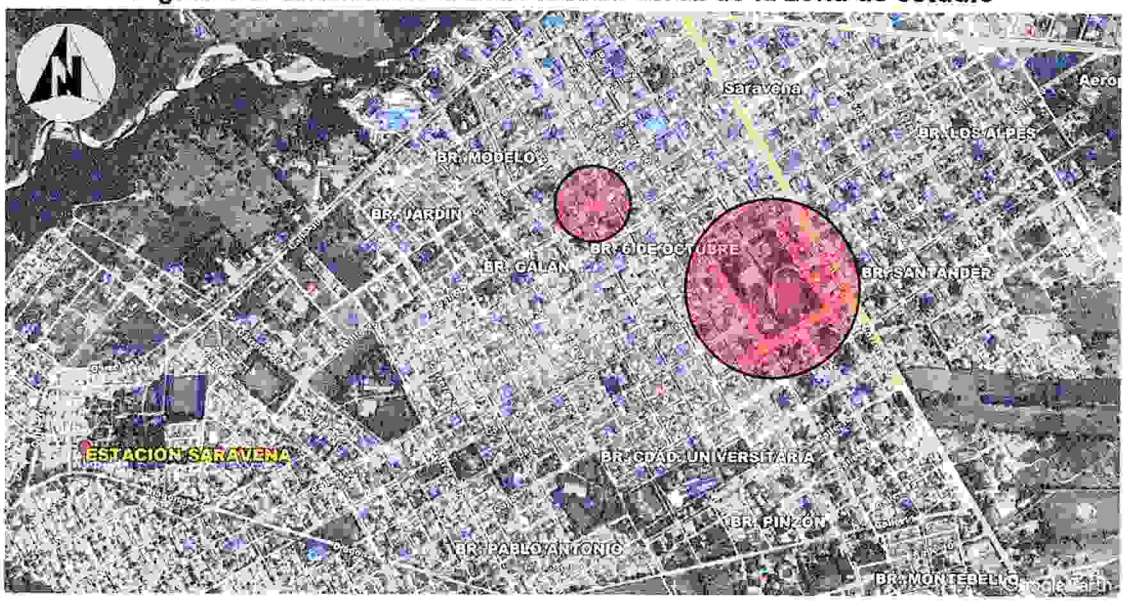
Con la ayuda de la aplicación CLIMA del programa PAV-NT123 de la Universidad del Cauca y avalados por el Instituto Nacional de Vías y el Ministerio de Transporte, apoyados en las siguientes estaciones del IDEAM, determinaremos la temperatura media y la zona climática del área de estudio.

Tabla 2-1. Estaciones activas IDEAM cerca de la zona de estudio

Código	Nombre	Clase	Categoría	Municipio	Ubicación
37045010	Saravena	Metereológica	Climatológica ordinaria	Saravena	6.4561944444°, -71.7450277778°

Fuente: Catalogo estaciones IDEAM

Figura 2-2. Estaciones activas IDEAM cerca de la zona de estudio



Fuente: Google Earth.

Del análisis de los datos de las estaciones climáticas del IDEAM cercanas a la zona de estudio la aplicación CLIMA se obtiene:

Categoría climática por humedad : A Excesivamente húmedo (lluvias con alta frecuencia)
Categoría climática por temperatura : Muy cálido 25.2°C

Tabla 2-2. Resultado clasificación climática zona de estudio

Latitud (g m s) 6,56,47

Precipitaciones y Temperaturas Medias Mensuales

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (oC)	Factor de ponderación Wi	Indice de Calor	Horas de Sol	Evt	Evt Corregida	Exceso	Deficit	Indice de Humedad	Indice de Aridez	Indice de Hormitivo
Enero	31.50	25.14	1.03	11.53	11.64	113.45	113.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Febrero	133.91	25.08	1.87	11.49	11.79	112.56	106.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo	110.03	25.33	2.08	12.01	11.95	124.10	127.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Abril	404.99	25.44	1.96	11.74	12.16	118.00	119.53	272.91	0.00	228.06	0.00	228.06
Mayo	504.55	25.43	1.95	11.73	12.32	117.85	126.04	378.51	0.00	303.50	0.00	303.50
Junio	426.09	25.02	1.85	11.45	12.40	111.97	116.40	310.68	0.00	259.22	0.00	259.22
Julio	409.08	24.97	1.77	11.21	12.37	106.57	113.48	292.60	0.00	257.83	0.00	257.83
Agosto	275.65	24.89	1.69	11.30	12.22	106.45	114.13	162.52	0.00	142.41	0.00	142.41
Septiembre	279.03	25.17	1.80	11.55	12.03	112.80	114.23	164.80	0.00	144.28	0.00	144.28
Octubre	359.72	25.56	1.99	11.83	11.84	119.86	122.21	238.51	0.00	195.16	0.00	195.16
Noviembre	255.10	26.46	1.95	11.75	11.68	118.31	115.11	139.99	0.00	121.61	0.00	121.61
Diciembre	117.49	25.25	1.51	11.52	11.60	113.26	115.11	2.23	0.00	1.95	0.00	1.39

Calcular Aceptar

Indice de Thornhwaite :
138.7
A.Excesivamente Humedo

Temperatura Media Mensual :
25.2°C
Muy Calido

Fuente: Aplicación CLIMA del programa PAV-NT123

1.5 TRANSITO DE DISEÑO

1.5.1 Periodo de análisis y período de diseño estructural

El período de análisis (PA) es un período convenientemente planeado durante el cual es indeseable una reconstrucción de la vía. El período de diseño estructural (PDE) está definido como el período durante el cual está previsto que no se requerirá ningún mantenimiento estructural.

Tabla 2-1 Guía para la selección del periodo de análisis

Condiciones de la carretera	Periodos de análisis (años)
Altos volúmenes. Urbano	30 – 50
Altos volúmenes. Rural.	20 – 50
Bajos volúmenes. Pavimentado.	15 – 25
Bajos volúmenes. Afirmado.	10 – 20

Fuente: AASHTO Guide for the Desing of Pavement Structures (1993)

Se optó por tomar un periodo de diseño de 20 años, considerando las limitaciones de las políticas de mantenimiento rutinario de las calles del Municipio y considerando que son calles urbanas de bajo volumen vehicular para las cuales los períodos de diseño estructural pueden variar entre 15 y 25 años.

1.5.2 Tasa de crecimiento

Al no disponer de una serie histórica para realizar el pronóstico del tránsito futuro en el sector del proyecto, y teniendo en cuenta los parámetros de desarrollo de la región afectada por la vía, se considera prudente utilizar las tasas promedio de crecimiento del INVIAS para carreteras con bajos volúmenes de tránsito, (2.0 a 3.0%).

Tasa de crecimiento vehicular asumida, r = 3.0% anual

1.5.3 Volúmenes transito

Del informe de estudio de tránsito del proyecto tenemos:

Tabla 2-2. Composición porcentual del transito

	A 1	B 2	C 3	 4	 5	 6	 7	
	Automovil-Taxi Campero-Pick-Up Microbus	Buseta Bus	Camion 2 Ejes Pequeño	Camion 2 Ejes Grande	Camion 3 y 4 ejes	Camion 5 ejes	Camion 6 ejes	# Vehiculos Dia
Lunes	153	0	18	6	4	0	0	181
Martes	146	0	19	10	5	0	0	180
Miércoles	132	0	14	7	6	0	0	159
Jueves	138	0	13	8	4	0	0	163
Viernes	129	0	12	7	4	0	0	152
Sábado	97	0	11	7	3	0	0	118
Domingo	104	0	9	7	1	0	0	121
Totales	899	0	96	52	27	0	0	1074
Total diario	128	0	14	7	4	0	0	153
	128	0			25			**TPDS**
	83.7%	**0.0%**			**16.3%**			**153**

Fuente: Estudio de tránsito

Tabla 2-3 Composición de los vehículos comerciales

	B	Buseta	C	C-2P	C-2G	C-3 y C4	C-5	>C-5
	0	0	175	96	52	27	0	0
Totales	175							
%	0.0%	0.0%	100.0%	54.9%	29.7%	15.4%	0.0%	0.0%

25	9828
Vehículos Comerciales/día	$N_{80\ año\ base}$
16.3%	

Fuente: Estudio de tránsito

1.5.4 Factor de daño (FD)

Tabla 2-4 Factor daño por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO		FACTOR DE EQUIVALENCIA
BUSES	Buseta	0.24
	Bus	0.78
C2P	C2P	0.31
C2G	C2G	3.92
C3	C3	5.31
C4	C4	6.06
C5	C3S2	8.36
>C5	C3S3	6.50

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito, INVIAS

1.5.5 Confiabilidad

La confiabilidad de un proceso de diseño-comportamiento de un pavimento es la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comporte satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño[1].

Tabla 2-5 Niveles de confiablidad sugeridos para diferentes carreteras

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado (R)					
	Urbano			Rural		
Autopista y carreteras interestatales, y otras vías	85	-	99.9	80	-	99.9
Arterias principales	80	-	99	75	-	95
Colectoras	80	-	95	75	-	95
Locales	50	-	80	50	-	80

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Al escoger un nivel de confiablidad más elevado se minimiza el riesgo de no cumplir con las expectativas del diseño. Los niveles más elevados corresponden a las vías que reciben más uso, mientras que los niveles más bajos a las carreteras locales.

En atención a que las calles están ubicadas en el casco urbano con niveles de tránsitos bajos, consideramos adoptar un nivel de confiablidad de 80%.

1.5.6 Proyección del tránsito y cálculo del número de ejes equivalentes

Número de ejes equivalente en el carril de diseño en el año base:

$$N_{80\ kN\ carril\ de\ diseño(normal),año\ base} = 365_{días/año} \times \left[\sum_{i=1}^{k} \left(Vehículos\ Comerciales_{\ día\ ambas\ direcciones} \times \%V_k \times FD_k \right) \right] \times Fd$$

$N_{\ 80\ kN\ carril\ de\ diseño\ (normal)\ año\ base}$ = 365 x [25x54.9%x0.31 + 25x29.7%x3.92 + 25x15.4%x5.31] x 0.50

$N_{\ 80\ kN\ carril\ de\ diseño\ (normal)\ año\ base}$ = 9828

Número acumulado de ejes equivalente en el carril de diseño para el periodo de diseño (n):

[1] Alfonso Montejo Fonseca. Ingeniería de Pavimentos 3ra. Edición, pág. 342.

$$N_{\text{80 kN carril de diseño (normal) acumulado}} = N_{\text{80 kN carril de diseño (normal) año base}} \; x \; \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Con r = 3% y n = 20 años, se tiene:

$$N_{\text{80 kN carril de diseño (normal) acumulado}} \; 9828 \; x \; \frac{(1+3\%)^{20} - 1}{3\%} = 264082$$

Número de ejes equivalentes en el carril de diseño durante el período de diseño (tránsito normal) con el nivel de confianza dado.

Confiabilidad = 80% Zr = 0.841

$$N_{\text{80 kN carril de diseño (normal) acumulado}} = 264082 \; x \; (10^{\,0.05 \; x 0.841}) = 290930$$

Relación entre el tránsito calculado para pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.

Existe una correlación aproximada entre los ESE calculados empleando los factores de equivalencia para pavimentos flexibles y aquellos obtenidos con los factores para pavimentos rígidos. La conversión de los ESE para pavimento rígido en ESE para pavimento flexible requiere multiplicar el primer valor por 0.67. Por ejemplo, 15 millones de ESE para pavimento rígido equivalen a 10 millones de ESE para pavimento flexible[2].

N 80 kN para pavimento rígido = 290930 / 0.67 = 434224

En atención a que las calles objetos de proyecto conecta dos calles de alto flujo vehicular (vías de acceso al municipio por la Carrera 13 y la calle 20), se estimaron en 25% y 10% los porcentajes de tránsito atraído y generado para determinar el número de ejes equivalentes en el periodo de diseño.

N atraído = 108556 N generado = 43422

Número de ejes equivalentes de 80 kN en el periodo de diseño = 586203

NUMERO DE EJES EQUIVALENTES N	5.86 E +05

[2] AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (1993). Luis Ricardo Vásquez Varela, M.Sc.. 2017. Pág. 35.

1.6 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

Teniendo en cuenta el diseño geométrico en planta y perfil, las características climáticas, el tránsito de diseño y los resultados de la investigación geotécnica preliminar, se establecieron las siguientes unidades definitivas de diseño:

- Un único sector ya que las calles en su totalidad presentan homogeneidad en cuanto a tránsito de diseño y clima.
- Un único tramo ya que el proyecto geométrico está montado sobre el trazado actual de las calles y/o su proyección de acuerdo al diseño urbanístico del casco urbano del Municipio.
- Tres segmentos homogéneos.

Los suelos de subrasante de la zona están compuestos por arenas limosas de granulometría fina (SM/A-4) con porcentaje de finos entre 35.5% y 39.0% con índice de plasticidad, Ip=0, y gravas limosas (GM/A-1-a, A-1-b), con cantos rodados de hasta 6 pulgadas con porcentajes de grava entre 68.3% y 52.9%, arena entre 19.1% y 29.5%, porcentaje de finos (limos) entre 12.7% y 23.4%, con índice de plasticidad, Ip=0.

Para determinar las características de expansión de los suelos encontrados, se utilizaron las propiedades índices de estos.

Tabla 2-6 Clasificación potencial de expansión para la subrasante

Parámetros	Valor máximo obtenido	Valores referencia	Potencial de expansión
LL %	-	< 50	Bajo
IP %	-	< 25	

Fuente: Estudio geotécnico del proyecto

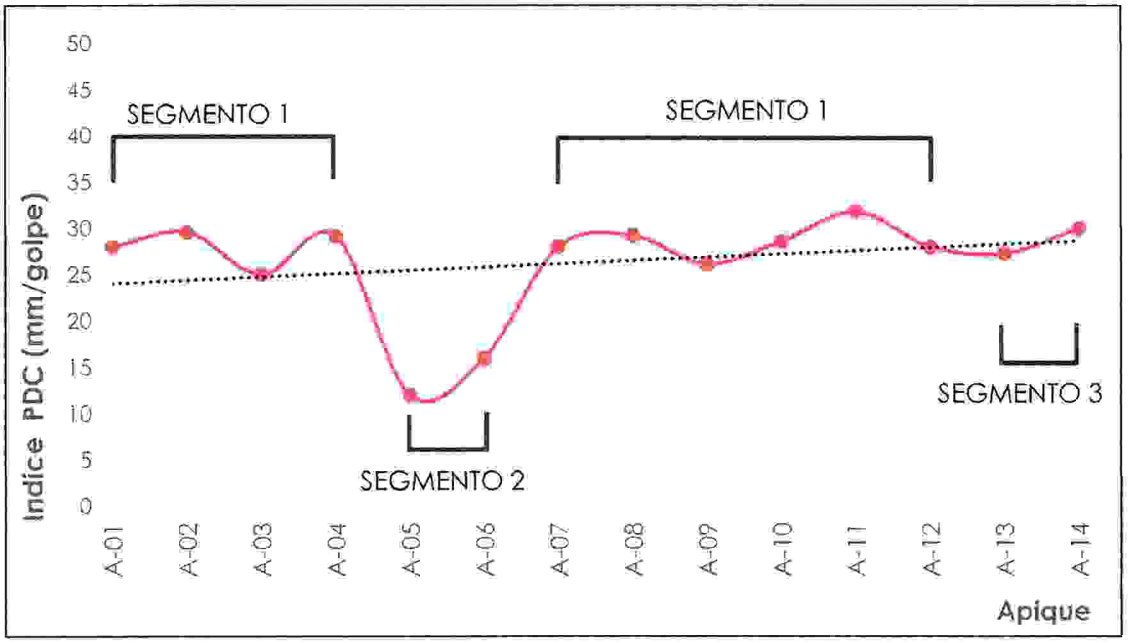
Los suelos encontrados en los apiques exploratorios corresponden a arenas limosas de granulometría fina y gravas limosas con arena y sobre tamaños hasta de 4 pulgadas, luego de realizado los ensayos de límites a la porción fina se determinó que no poseían características plásticas y por ende corresponden a suelos no expansivos.

Hasta la profundidad explorada no se evidenció la presencia del nivel freático, sin embargo, en estudios realizados por este laboratorio en el casco urbano, el nivel freático se ha presentado por debajo de los 12.00 metros de profundidad.

Los resultados de los ensayos de penetración dinámica de cono efectuados a profundidades entre 0.20 m y 1.00 m arrojaron valores del índice PDC entre 15.90 y 33.00 mm/golpe, presentando rechazo entre 0.32 y 1.00 m de profundidad. Dichos ensayos nos

permiten determinar dos segmentos homogéneos tipo A en la que la rasante del proyecto es sensiblemente paralela al afirmado existente, diferenciados por el rango de su resistencia a la penetración con un índice de penetración promedio de 26.34 mm/golpe y 14.00 mm/golpe y un tercer segmento por su equidistancia con un índice de penetración promedio de 28.65 mm/golpe.

Figura 2-3 Índice PDC suelos de subrasante



Fuente: Estudio geotécnico del proyecto

Teniendo en cuenta los resultados de ensayos de laboratorio, se realizó la caracterización de los materiales existentes a lo largo del perfil de suelo de las calles y con base en los ensayos de penetración CBR sobre muestras inalteradas y sumergidas, se determinaron los valores de la capacidad de soporte de la subrasante, según norma INV. E-148.

Los valores de CBR obtenidos son los siguientes:

Tabla 2-7. Valores de CBR de la subrasante

Apique	Clasificación del suelo		CBR (%)				Expansión
	USC	AASHTO	Natural	Sumergido	CBR	Promedio	(%)
A-01	SM	A-4	4.56	2.94	2.94	3.01	0.09
A-02	SM	A-4	4.70	3.09	3.09		0.08
A-03	SM	A-4	5.29	3.16	3.16		0.09
A-04	SM	A-4	3.82	2.50	2.50		0.10
A-07	SM	A-4	4.78	2.87	2.87		0.10

Apique	Clasificación del suelo		CBR (%)				Expansión (%)
	USC	AASHTO	Natural	Sumergido	CBR	Promedio	
A-08	SM	A-4	5.95	3.38	3.38		0.07
A-09	SM	A-4	5.68	3.18	3.18		0.09
A-10	SM	A-4	3.97	2.79	2.79		0.11
A-11	SM	A-4	4.85	2.99	2.99		0.10
A-12	SM	A-4	4.85	3.23	3.23		0.09
A-05	GM	A-1-a	10.29	8.23	8.23	7.69	0.03
A-06	GM	A-1-a	9.70	7.15	7.15		0.04
A-13	SM	A-4	4.51	3.04	3.04	2.85	0.08
A-14	SM	A-4	4.48	2.65	2.65		0.11

Fuente: Estudio **geotécnico** del proyecto

Definidos los valores de CBR, determinados mediante penetración CBR de laboratorio en muestras inalteradas, se organizan los valores de menor a mayor por y analizarlos en conjunto para elegir un valor representativo de la capacidad de soporte de las unidades definitivas de diseño.

Tabla 2-8. Valores de CBR ordenados

CBR (%)	Frecuencia	Número de valores mayores o iguales	% de valores iguales o mayores
2.50	1	10	100.0
2.79	1	9	90.0
2.87	1	8	80.0
2.94	1	7	70.0
2.99	1	6	60.0
3.09	1	5	50.0
3.16	1	4	40.0
3.18	1	3	30.0
3.23	1	2	20.0
3.38	1	1	10.0

Fuente: Estudio geotécnico del proyecto

El procedimiento anterior se aplica para el Segmento 1, en donde tenemos más de dos valores de CBR.

Para los Segmentos 2 y 3, el CBR representativo de diseño será el promedio de los dos valores de CBR disponibles en cada uno de los segmentos.

El criterio más difundido para la determinación de valores de la resistencia de diseño es el propuesto por el Instituto del Asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, que el 60, el

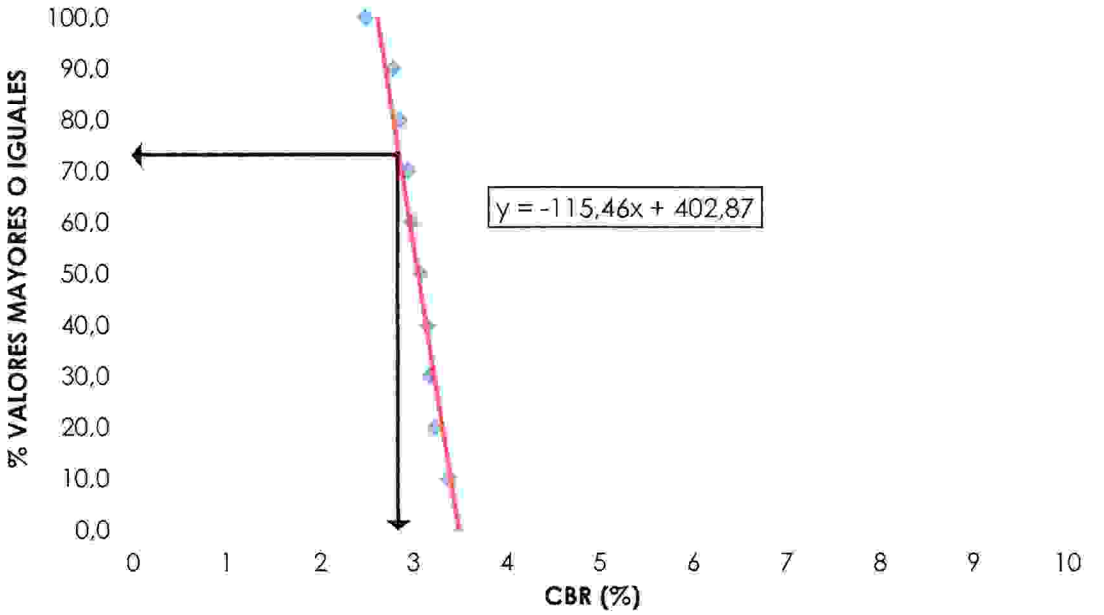
75 o el 87.2% de los valores individuales sea igual o mayor que él, de acuerdo con el tránsito que se espera circule sobre el pavimento, como se muestra en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9. Límites para selección de resistencia

Numero de ejes de 8.2 Toneladas en el carril de diseño (N)	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia
$<10^{\wedge}4$	60
$10^{\wedge}4 - 10^{\wedge}6$	75
$>10^{\wedge}6$	87.5

(**Fuente**: MS-1 Asphalt Institute, Thickness Dessing, 1981).

Figura 2-4 CBR representativo de la subrasante



Percentil : 75
CBR seleccionado : 2.84 %
Mr ($2555 \times CBR^{0.64}$) : 4983 psi

Tabla 2-10. Categorías de subrasante

Categoría	CBR (%)	COMPORTAMIENTO COMO SUBRASANTE
S1	CBR ≤ 3	Malo
S2	3 < CBR ≤ 5	Regular
S3	5 < CBR ≤ 10	Bueno
S4	CBR > 10	Muy Bueno

Fuente: INVIAS

Tabla 2-11. Resumen CBR representativo de la subrasante

Sector	CBR (%)	MR (PSI)	Categoría
Segmento 1: Carrera 14 entre calles 17 y 20, Carrera 16 entre calles 17 y 20, Calle17 entre carreras 13 y 14, Calle 17 entre carreras 16 y 16A, Calle 18 entre carreras 13 y 14, Calle 19 entre carreras 13 y 14	2.84	4983	S1
Segmento 2: Calle 17 entre carreras 14 y 16	7.69	9427	S3
Segmento 3: Calle 24 entre carreras 17 y 18	2.85	4989	S1

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la Tabla 2-11, las calles de los sectores con subrasante categoría S1 (CBR < 3%) requieren de una capa de mejoramiento con adición de material granular (Segmentos 1 y 3), mientras que en el sector con suelos de subrasante categoría S3 (Segmento 2 con CBR = 7.69%), las calles no requieren de mejoramiento, pudiendo instalar la capa de soporte del pavimento (base granular) directamente sobre los suelos de subrasante.

1.7 DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE MEJORAMIENTO

En atención a que la subrasante posee una baja capacidad portante, con valores de CBR inferiores al 3%, se recomienda realizar un mejoramiento de la subrasante con adición de material granular TM 4", en un espesor tal que el CBR residual resulte en 7.00% o más y se mejoren las condiciones de soporte de las calles a pavimentar con respecto al CBR de diseño (2.78%).

Para la determinación de la altura de mejoramiento, utilizaremos la metodología AASHTO para pavimentos flexibles igualando los números estructurales requeridos para las condiciones de tránsito de diseño.

$$D_4 = \frac{SN_r - SN_0}{a_4 \times m_4}$$

Siendo:

D_4 = Espesor efectivo de la subrasante mejorada en plg.
SN_r = Número Estructural requerido del pavimento con subrasante muy pobre a pobre.
SN_0 = Número Estructural requerido del pavimento con subrasante regular, buena o muy buena.
a_4 = Coeficiente estructural de capa de la subrasante mejorada, se recomiendan los siguientes valores:

a_4 = 0.061/plg para reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante regular con CBR de 6 % – 10 %.
a_4 = 0.076/plg para reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena con CBR de 11 %– 19 %.
a_4 = 0.094/plg para reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante muy buena con CBR > 20 %.
a_4 =0.089/plg para reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante regular, con la adición mínima de 3 % de cal en peso de los suelos.

m_4 = Coeficiente de drenaje de la capa 4.

Tomando como valor crítico de CBR = 2.84%, y el tránsito de diseño de 5.65 E+05 ejes equivalentes de 8.2 ton, con la ayuda del nomograma AASHTO 93 calculamos el número estructural requerido de una estructura total de pavimento para que soporte la carga generada por el tránsito de diseño. De la misma manera se calcula el número estructural requerido con el CBR residual (7.00%). Finalmente, con la diferencia de los dos números estructurales y con los coeficientes de capa y de drenaje de una subrasante mejorada con un CBR entre el 6% - 10% determinamos el espesor requerido de dicho mejoramiento sobre el suelo blando para asegurar un CBR mayor o igual al CBR de diseño.

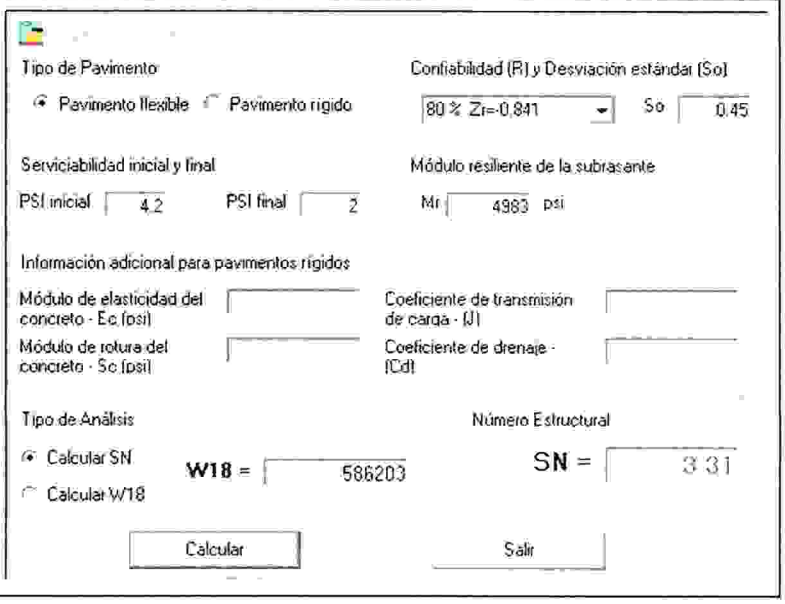
Tabla 2-12 - Espesor requerido de mejoramiento

Modulo resiliente subrasante:

$E = 2555\ CBR^{0.64}$ (AASHTO 2002)

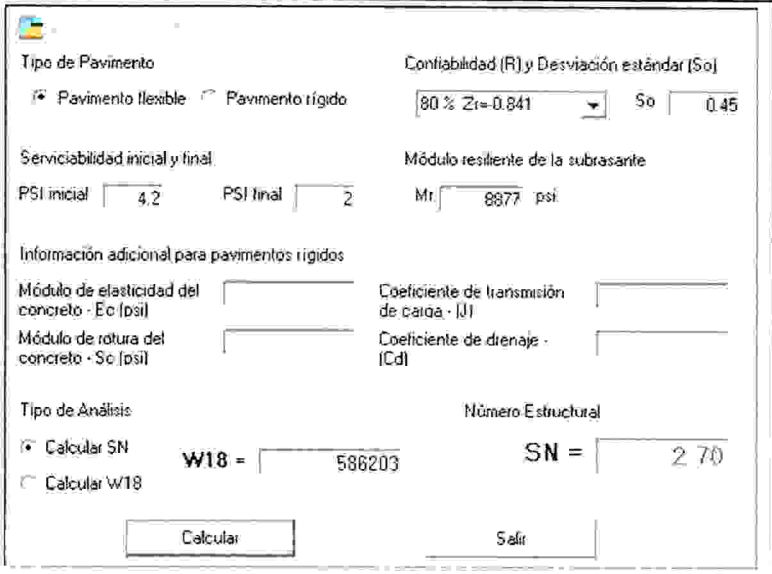
Cálculo del Número Estructural requerido del pavimento con subrasante muy pobre

Parámetros	
Zr=	0.841
So=	0.45
Pi=	4.20
Pf=	2.00
EAL=	5.86.E+05
CBR=	2.84 %
Mr=	4983 psi
SN_0=	3.31



Cálculo del Número Estructural requerido del pavimento con subrasante buena

Parámetros	
Zr=	0.841
So=	0.45
Pi=	4.20
Pf=	2.00
EAL=	5.86.E+05
CBR=	7.00 %
Mr=	8877 psi
SN_r=	2.70



Calculo del espesor mínimo de subrasante mejorada

$$D_4 = \frac{SN_r - SN_0}{a_4 \times m_4}$$

a4=	0.076	
m4=	0.95	
SN_0=	3.31	
SN_r=	2.7	
D4=	8.45 pulg	
	21.5 cm	
D4=	**25.0 cm**	**Espesor adoptado**

Fuente: Elaboración propia

Los materiales de adición deberán presentar una calidad tal que la capa de subrasante mejorada cumpla los requisitos exigidos para los suelos seleccionados, en el numeral 220.2 del Artículo 220, "Terraplenes", de las Normas INVIAS.

Se recomienda entonces, un mejoramiento en un espesor mínimo 25 cm con material granular TM 4" y compactarlo debidamente con equipo vibratorio (rodillo).

Si el fondo de la excavación no se encuentra saturado y se observa estabilidad, se compactará e instalará directamente sobre el material blando el refuerzo con geosintético (geotextil tejido). Seguidamente se aplicará el material granular TM 4" en un espesor mínimo de 25 cm debidamente compactado.

2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Para determinar el espesor de las capas que conformaran la estructura de un pavimento existes métodos empíricos que emplean factores de seguridad muy altos, obteniendo espesores excesivos, como el del Indicie de Grupo; métodos semiempíricos, basados en ensayos arbitrarios de laboratorio correlacionados con teorías más o menos razonables, basados en el ensayo CBR; y métodos racionales, basados en consideraciones teóricas sobre distribución de esfuerzos y deformaciones, como el Shell e Instituto del Asfalto -1981.

Se evaluarán los espesores de capa de las estructuras del pavimento con la metodología propuesta en el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del ICPC, el Instituto Nacional de Vías y el Ministerio de Transporte y por el método AASHTO-1993 para pavimentos en concreto rígido.

Finalmente se evaluarán las alternativas arrojadas por los diferentes métodos y se escogerá aquella que se considere la más adecuada teniendo en cuenta criterios de durabilidad, económicos y de disponibilidad de materiales y equipos presentes en la zona de estudio.

2.1 MÉTODO INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS

Según el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto, para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del Instituto Nacional de vías.

Tabla 3-1. Categorías de tránsito para la selección de espesores

Categoría	TPDs			Ejes acumulados de 8.2 t		
T0	0	a	200	< 1'000.000		
T1	201	a	500	1'000.000	a	1'500.000
T2	501	a	500	1'500.000	a	5'000.000
T3	1001	a	2500	5'000.000	a	9'000.000
T4	2501	a	5000	9'000.000	a	17'000.000
T5	5011	a	10000	17'000.000	a	25'000.000
T6	Mas	de	10001	25'000.000	a	100'000.000

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito – ICPC, INVIAS, Ministerio de Transporte

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

Categoría	CBR (%)	Modulo Resiliente (Kg/cm²)
S1	< 2	< 200
S2	2 – 5	200 – 500
S3	5 – 10	500 – 1000
S4	10 – 20	1000 – 2000
S5	> 20	> 2000

Tabla 3-3. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto

Denominación	Módulo Resiliente (Kg/cm²)
SN	Subrasante natural
BG	Base granular
BE	Base estabilizada con cemento

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito – ICPC, INVIAS, Ministerio de Transporte

Tabla 3-4. Valores de la resistencia a la flexotracción del concreto (Modulo de rotura)

Denominación	Resistencia a la flexión (Kg/cm²)
MR1	38
MR2	**40**
MR3	42
MR4	45

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito – ICPC, INVIAS, Ministerio de Transporte

Tabla 3-5. Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito – ICPC, INVIAS, Ministerio de Transporte

D: Pasadores de carga en las juntas transversales (dovelas)
B: Confinamiento lateral (bermas, bordillos, andenes)

Datos del diseño:

Suelo mejorado	:	S3 (CBR 7% Mr = 8877 psi)
Transito	:	5.65 E+05 T0
Transferencia y confinamiento	:	D y B
Soporte	:	BG
Concreto	:	MR2 = 40 Kg/cm²

1572

Tabla 3-6. Espesores de losa de concreto (cm)

Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables																				
Tránsito TO																				
		S1				S2				S3				S4				S5			
SN	MR1	24	28	23	27	23	27	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2	23	27	22	26	22	26	20	24	20	24	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3	23	26	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4	21	24	20	24	20	24	19	22	19	22	18	21	18	21	18	21	18	21
BG	MR1	23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR2	22	25	21	25	21	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR3	21	24	20	24	20	24	19	22	19	22	19	22	19	22	18	21	18	21
	MR4	20	23	19	23	19	23	18	21	18	21	18	21	18	21	17	20	18	20
BEC	MR1	20	23	19	22	19	22	18	21	18	21	18	20	18	20	17	20	17	20
	MR2	19	22	19	21	19	21	17	20	17	20	17	20	17	20	17	19	17	19
	MR3	18	21	18	21	18	21	17	19	17	19	16	19	17	19	16	19	17	19
	MR4	18	20	17	20	18	20	16	19	17	19	16	18	17	18	15	18	17	18

Estructura:

20 cm de Concreto Hidráulico de Módulo de rotura 40 Kgcm^2 (4.0 MPa)

15 cm de Base granular tipo BG-1

2.2 MÉTODO AASHTO-93

Algoritmo de diseño del Método AASHTO-93

La ecuación básica de diseño empleado para el dimensionamiento de las estructuras, propuesta por la AASHTO, tiene en cuenta condiciones de tránsito, confiabilidad, serviciabilidad y resistencia de la subrasante.

El método AASHTO-93 emplea la siguiente ecuación, para calcular el espesor de la losa:

$$Log_{10}N_{18} = Z_r * S_0 + 7.35 * Log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{Log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right]}{1+\frac{1.624*10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * P_t)$$

$$* Log_{10}\frac{S'_c * C_d * [D^{0.75} - 1.132]}{215.63 * J * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k_d)^{0.25}}\right]}$$

Donde:

N18 : Número de ejes equivalentes
Zr : Coeficiente de la confiabilidad que se requiere en el diseño.
So : Desviación Standard combinada del método y de las variables.
D : Espesor de la losa en pulgadas
PSI : Nivel de servicio (Po y Pt)
Cd : Coeficiente de drenaje
S'c : Módulo de rotura del concreto en lb/pulg2
Ec : Módulo de elasticidad del concreto en lb/pulg2
Kd : Módulo de reacción del soporte de la losa en lb/pulg2/pulgada.
J : Coeficiente de junta

Confiabilidad

La confiabilidad de un proceso de diseño-comportamiento de un pavimento es la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comporte satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño[3].

Tabla 3-7 Niveles de confiablidad sugeridos para diferentes carreteras

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado (R)					
	Urbano			Rural		
Autopista y carreteras interestatales, y otras vías	85	-	99.9	80	-	99.9
Arterias principales	80	-	99	75	-	95
Colectoras	80	-	95	75	-	95
Locales	50	-	80	50	-	80

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

Tabla 3-8. Resistencia que debe alcanzar el concreto

Calidad del concreto	Número de camiones por día			
	> 300	150 - 300	25 -150	< 25
A flexión (MPa)	4.5	4.2	4.0	3.8

[3] Alfonso Montejo Fonseca. Ingeniería de Pavimentos 3ra. Edición, pág. 342.

Tabla 3-9. Método AASHTO 1993

Método AASHTO de 1993 para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico.

1. Confiabilidad

Nivel de confianza (%)	80%
Zr	-0.842
Desviación estándar total, So	
SN	0.45
Sw (del estudio de tránsito)	0.20
So	0.49
Zr x So	-0.41

Clasificación funcional	Confiabilidad recomendada (R: Reliability)	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Tipo de pavimento	Rango para la desviación estándar total, So	So considerando la varianza del tránsito	So SIN considerar la varianza del tránsito
Flexible	0.40 – 0.50	0.49	0.44
Rígido	0.30 – 0.40	0.39	0.34

2. Niveles de servicio

PSI inicial	4.20
PSI final	2.00
Delta de PSI	2.20
Función Gt	-0.089

Tipo de vía	Índice de serviciabilidad del pavimento (PSI)			
	Pavimento flexible		Pavimento rígido	
	PSI inicial	PSI final	PSI inicial	PSI final
Vías principales		2.5		2.5
Vías secundarias	4.2	2.0	4.5	2.0
Condición de falla		1.5		1.5

3. Tránsito

Número de repeticiones de ejes del estándar AASHTO de 18 kips para pavimento rígido.

W_{18}	586,203
$log\ (W_{18})$	5.768

4. Efecto del agua en el pavimento

Calidad del drenaje	Aceptable
Porcentaje del tiempo de exposición a humedades cercanas a la saturación	30.0%
Coeficiente de drenaje	0.90

Calidad del drenaje	% del tiempo en que la estructura del pavimento rígido está expuesta a humedades cercanas a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Aceptable	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Malo	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy malo	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

5. Efecto del tipo de berma y la existencia de dispositivos de transmisión de carga en las juntas transversales (J)

Tipo de berma	Anclada y de concreto de cemento Pórtland
Tipo de pavimento rígido	Concreto simple o reforzado y con juntas
¿Tiene dispositivos de transmisión de carga en las juntas transversales (dovelas)?	SÍ
Coeficiente de transmisión de carga sugerido (J)	2.80

Tipo de Berma	Concreto asfáltico		Anclada y de concreto de cemento Pórtland	
Dispositivos de transmisión de carga	Si	No	Si	No
Pavimento con juntas, Concreto simple o reforzado, calificado	2.7	3.2 – 3.8	2.5 – 2.1	3.0 – 3.2
Pavimento de concreto continuamente reforzado	2.9 – 3.2	NA	2.3 – 2.9	NA

6. Módulo efectivo de reacción de la subrasante por presencia de una subbase y un estrato rígido cercano al nivel de fundación

Módulo resiliente de la subrasante, Mr (psi)	8,877
Módulo elástico de la base, E_B (psi) [Para base granular E_{BG} / Mr ≤ 4.0]	20,000
Espesor de la base, D_{SB} (plg.) [D_{SB} = 0 plg cuando no se construye una subbase]	5.91
Módulo compuesto de reacción de la subrasante, k_∞ (psi/plg.)	431
Profundidad de la capa rígida subyacente a la subrasante, D_{SC} (plg.) [D_{SB} > 120 plg cuando no existe capa rígida]	121.0
Módulo compuesto de reacción de la subrasante ajustado por la capa rígida subyacente, k_{∞} (psi/plg.)	431
Corrección por pérdida potencial de soporte por erosión o asentamiento, LS ()	3
Módulo de reacción de la subrasante para diseño (psi/plg.)	17

Tipo de material	Rango de E (ksi)	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento	1,000 a 2,000	0.0 a 1.0
Mezcla de grava cemento	500 a 1,000	0.0 a 1.0
Base tratada con asfalto	350 a 1,000	0.0 a 1.0
Mezclas estabilizadas con asfalto	40 a 300	0.0 a 1.0
Estabilización general	20 a 70	1.0 a 3.0
Materiales granulares no tratados	15 a 45	1.0 a 3.0
Materiales de suelo fino o subrasante natural	3 a 40	2.0 a 3.0

7. Cálculo del espesor de losa necesario

Propiedades del concreto de cemento Pórtland	
Módulo elástico, Ec (psi)	3,552,866
Módulo de rotura, S'c (psi)	574

	Calculado	*Redondeado*
Espesor de losa (pulgadas)	7.10	7.10

Capa	Pulgadas	Centímetros
Concreto 4.0 Mpa (574 psi) Ec = 3.55E+06 psi	7.10	18.03 ≅ 18
Base granular E_{SB} = 20000 psi	5.91	15.01 ≅ 15

2.3 ESTRUCTURA RECOMENDADA

A continuación, resumimos las alternativas arrojadas por los diferentes métodos de diseño de pavimentos rígidos empleados:

Tabla 3-10. Espesores en centímetros alternativas pavimento rígido

Capa	INVIAS	AASHTO 1993
Concreto MR = 4.0 Mpa	20	18
Base granular BG	15	15
Subrasante mejorada MR	8877	8877

Fuente: Elaboración propia

Estructura recomendada:

Las tablas de diseño del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto del INVIAS, establecen los espesores de la losa de concreto respecto a un rango de resistencia de la subrasante, en nuestro caso para un CBR entre 5% y 10% (Tipo S3) y un rango de tránsito menor a 1.0 E+06 EALS; empleando el método AASHTO-93 directamente con la fórmula, se establece el espesor de la losa de concreto para un CBR puntual, (CBR residual de diseño=7.0%) y para un tránsito especifico de 5.65 E+05 EALS. Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y considerando las variables técnicas y económicas se determinó por establecer el espesor arrojado por la metodología AASHTO-93.

Concreto MR = 4.0 Mpa : 18 cm
Base granular BG38 : 15 cm
Material granular TM 4" : 25 cm
Geotextil : -

Sector	Mejoramiento Granular TM 4"	Base granular BG38	Concreto MR=4.0 MPa
Segmento 1: Carrera 14 entre calles 17 y 20, Carrera 16 entre calles 17 y 20, Calle17 entre carreras 13 y 14, Calle 17 entre carreras 16 y 16A, Calle 18 entre carreras 13 y 14, Calle 19 entre carreras 13 y 14	25 cm	15 cm	18 cm
Segmento 2: Calle 17 entre carreras 14 y 16	-	15 cm	18 cm
Segmento 3: Calle 24 entre carreras 17 y 18	25 cm	15 cm	18 cm

Fuente: Elaboración propia

2.4 MODULACIÓN DE LOSAS

Los objetivos para el diseño y la modulación de las juntas en los pavimentos de concreto, son:

1. Controlar la fisuración del concreto.
2. Mantener la capacidad estructural y la calidad del pavimento.
3. Permitir los movimientos de la losa y de otras estructuras de manera independiente (pozos de inspección, sumideros, etc. con la losa).
4. Dividir el pavimento en tramos adecuados que faciliten su construcción (juntas de construcción).

El diseño de las juntas está fundamentado en los estudios teóricos sobre el comportamiento de las losas, la observación del funcionamiento de pavimentos en servicio (pistas de ensayo), investigaciones de laboratorio y en la valuación del comportamiento de juntas experimentales.

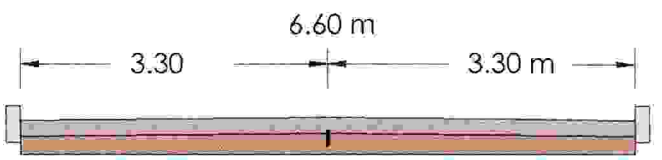
2.4.1 Juntas longitudinales.

Cuando se trata de vías transitadas en ambas direcciones y el ancho del pavimento es menor que 7,60 m, se debe construir una junta longitudinal para dividir el pavimento en dos franjas o carriles de igual ancho.

Para vías con un ancho entre 7.60 y 10.65 m se recomienda construir una junta longitudinal por el centro, y a cada lado de esta, otra que esté separada entre 1.80 y 3.05 m de la central.

Para vías con un ancho entre 10,65 y 14,65 m se realiza una junta longitudinal por el centro y a cada lado de esta, otra separada entre 3,05 y 3,65 m de la central.

Figura 3-1. Vista transversal sección típica calzada



Ancho de calzada	: 6.60 m
Junta longitudinal central	: 3.30 m

2.4.2 Juntas transversales.

El espaciamiento entre las juntas transversales debe estar comprendido entre 3,60 y 5,0 m y la relación entre el largo y ancho de las losas debe oscilar entre 1 y 1,3. Como recomendación general, las losas que sean lo más cuadradas posible, tendrán un mejor comportamiento estructural.

Ancho de calzada : 6.60 m

Separación de juntas transversales : 3.60 a 4.30 m

2.4.3 Pasajuntas y barras de anclaje:

Pasajuntas
Diámetro : 7/8 pulg (acero liso)
Longitud : 35 cm
Separación : 30 cm

Tabla 3-11. Recomendaciones para la selección de pasadores de carga

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada	mm	mm
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: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito – ICPC, INVIAS, Ministerio de Transporte

Para impedir el desplazamiento de las losas de un carril con respecto a las del otro, se recomienda dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje. Los aceros deben cumplir con el Artículo INV 500-13 y lo que sea aplicable del Artículo 640-13, se admiten aceros con resistencia de 187,5 MPa (40000 psi) y 280 MPa (60000 psi). La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje, se realizó hacer según los criterios indicados en la Tabla 3-12.

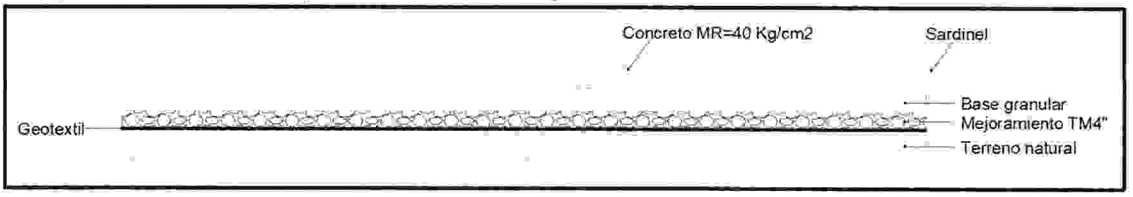
Tabla 3-12. Recomendación para las barras de anclaje

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ12,7 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 fy= 187,5 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 fy= 280 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: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito – ICPC, INVIAS, Ministerio de Transporte

Barras de anclaje
Diámetro : 1/2 pulg (acero corrugado) fy 60000 psi
Longitud : 85 cm
Separación : 120 cm

Figura 3-2. Sección típica estructura de pavimento en losa de concreto hidráulico



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-3. Estructura de pavimento en losa de concreto hidráulico

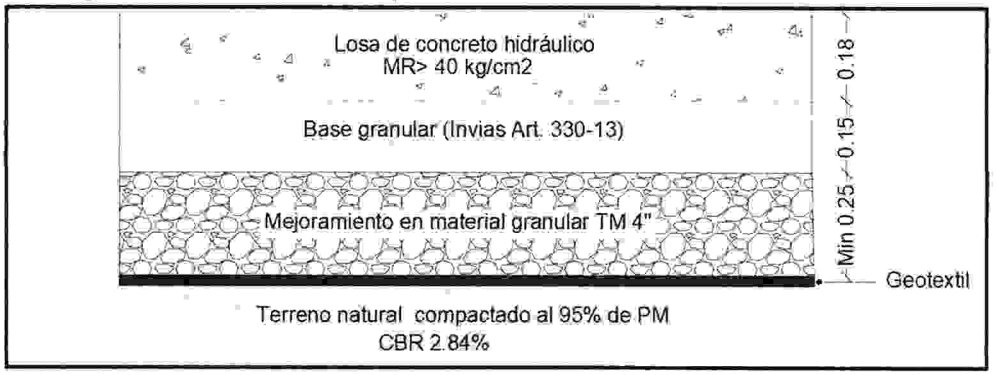


Figura 3-4. Detalle de pasadores de carga

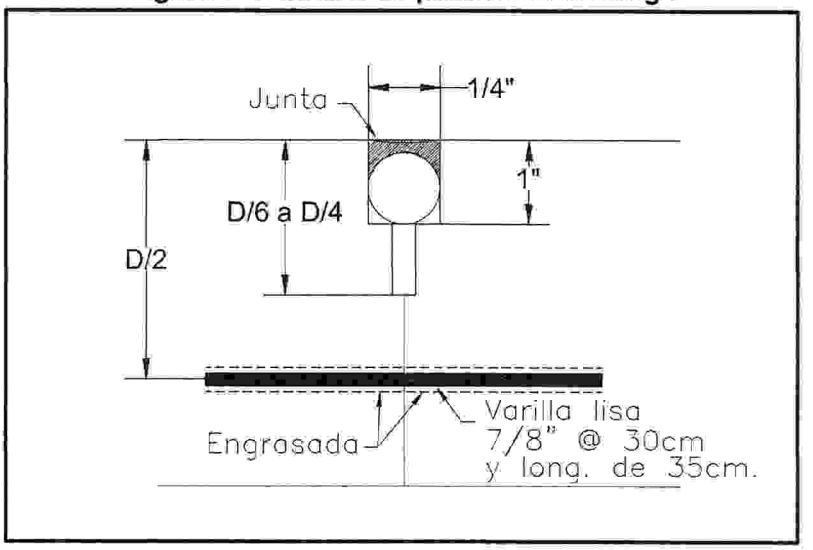
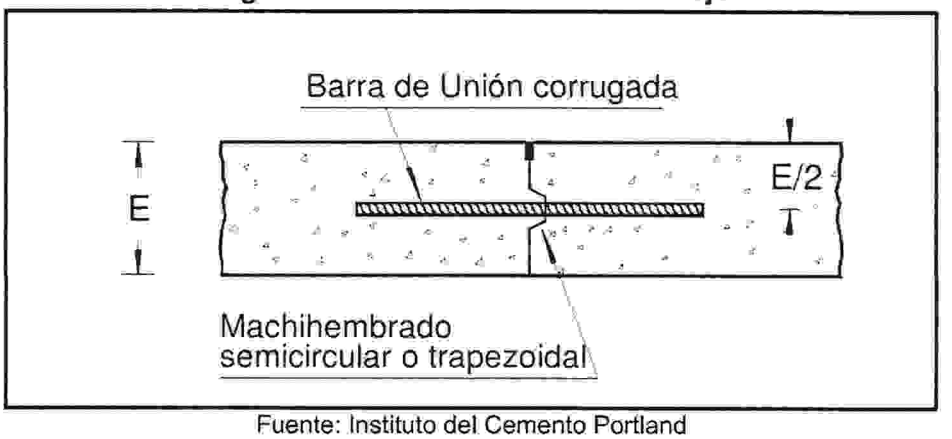


Figura 3-5. Detalle de barras de anclaje

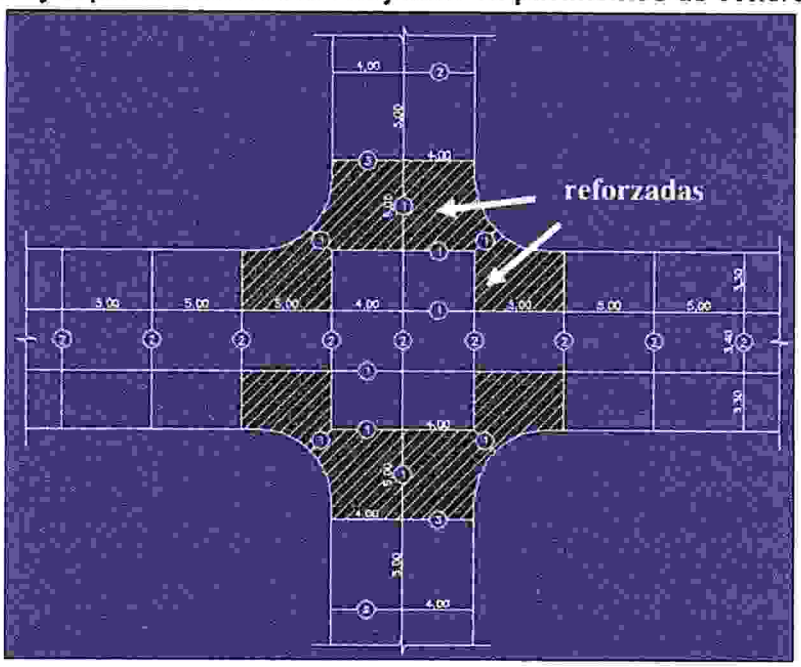


Fuente: Instituto del Cemento Portland

2.4.4 Refuerzo para losas irregulares

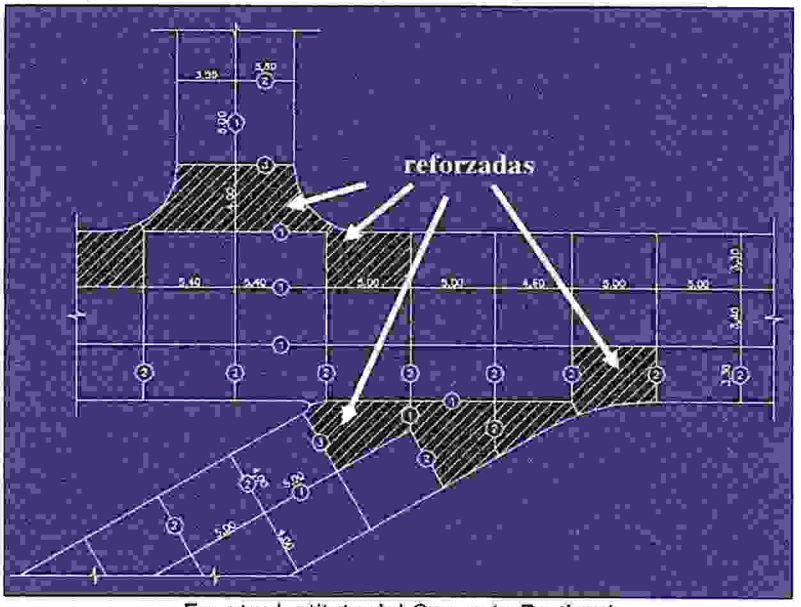
Para controlar la aparición de grietas en losas irregulares que no mantengan la relación largo/ancho entre 1.0 y 1.3, y/o cuando las estructuras como pozos de inspección y sumideros quedan en el interior de una losa, se recomienda la colocación de refuerzo en la parte superior.

Figura 3-6. Ejemplo de distribución de juntas en pavimentos de concreto simple



Fuente: Instituto del Cemento Portland

Figura 3-7. Ejemplo de distribución de juntas en pavimentos de concreto simple

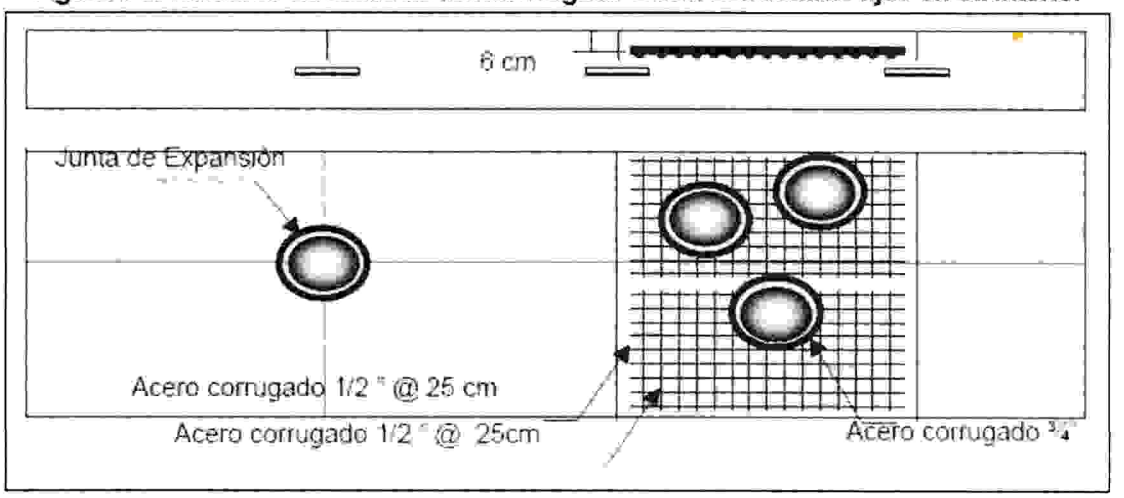


Fuente: Instituto del Cemento Portland

Como guía general, se requerirá la colocación de una parrilla de refuerzo con acero corrugado de diámetro ½" fy = 4200 kg/cm^2 cada 25 cm en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma.
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.3.
- Losas de forma irregular (no rectángular).
- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos como pozos de alcantarillado o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las losas adyacentes.

Figura 3-8. Refuerzo de losas de forma irregular o con estructuras fijas en su interior



Fuente: Diseño Pavimentos Rígidos Calles y Carreteras - Fernando Sánchez Sabogal.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

El tránsito de diseño determinado mediante conteos vehiculares en una estación de aforo sobre la calle 19 entre carrera 13 y 14 y para un periodo de 20 años corresponde a N_{dis}= $5.86x10^5$ ejes equivalentes de 8.2 ton.

Los suelos de subrasante de la zona están compuestos por arenas limosas de granulometría fina (SM/A-4) con porcentaje de finos entre 35.5% y 39.0% con índice de plasticidad, Ip=0, y gravas limosas (GM/A-1-a, A-1-b), con cantos rodados de hasta 6 pulgadas con porcentajes de grava entre 68.3% y 52.9%, arena entre 19.1% y 29.5%, porcentaje de finos (limos) entre 12.7% y 23.4%, con índice de plasticidad, Ip=0

La exploración geotécnica determinó de manera general que la mayoría de los suelos de subrasante presentan una baja capacidad de soporte con un CBR entre 2.84 y 2.85%, con un módulo elástico Mr de 4983 y 4989 psi, subrasante tipo S1, por lo que se recomienda realizar un mejoramiento con adición de material granular TM4".

En atención a que la subrasante posee en varios sectores una baja capacidad portante, con valores de CBR inferiores al 3%, se recomienda realizar un mejoramiento de la subrasante con adición de material granular TM 4", en un espesor mínimo de 25 cm con la finalidad de obtener un CBR residual de 7.0% o más y se mejoren las condiciones de soporte de las calles a pavimentar con respecto al CBR de la subrasante. Los materiales de adición deberán presentar una calidad tal que la capa de subrasante mejorada cumpla los requisitos exigidos para los suelos seleccionados, en el numeral 220.2 del Artículo 220, "Terraplenes", de las Normas INVIAS.

Se evaluaron los espesores de capa de las estructuras del pavimento con la metodología propuesta en el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del ICPC, el Instituto Nacional de Vías y el Ministerio de Transporte y por el método AASHTO-1993 para pavimentos en concreto rígido.

Capa	INVIAS	AASHTO 1993
Concreto MR = 4.0 Mpa (40 Kg/cm^2)	20	18
Base granular BG	15	15
Subrasante mejorada MR	8877	8877

Luego de revisadas las alternativas de diseño de espesores de capas determinadas por las diferentes metodologías, teniendo en cuenta las variables técnicas y económicas, y el

tránsito se espere circule en el periodo de diseño, se recomienda la siguiente estructura de pavimento rígido:

Luego de revisadas las alternativas de diseño de espesores de capas determinadas por las diferentes metodologías, teniendo en cuenta las variables técnicas y económicas, y el tránsito se espere circule en el periodo de diseño, se recomienda la siguiente estructura de pavimento rígido:

Sector	Mejoramiento Granular TM 4"	Base granular BG38	Concreto MR=4.0 MPa
Segmento 1: Carrera 14 entre calles 17 y 20, Carrera 16 entre calles 17 y 20, Calle17 entre carreras 13 y 14, Calle 17 entre carreras 16 y 16A, Calle 18 entre carreras 13 y 14, Calle 19 entre carreras 13 y 14	25 cm	15 cm	18 cm
Segmento 2: Calle 17 entre carreras 14 y 16	-	15 cm	18 cm
Segmento 3: Calle 24 entre carreras 17 y 18	25 cm	15 cm	18 cm

Para controlar la aparición de grietas, se requerirá la colocación de una parrilla de refuerzo con acero corrugado de diámetro ½" fy = 4200 kg/cm2 cada 25 cm en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma.
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.3.
- Losas de forma irregular (no rectángular).
- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos como pozos de alcantarillado o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las losas adyacentes.

3.2 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Luego de los trabajos previos de excavación, necesarios para llegar a los niveles especificados para la colocación y conformación de la base granular, debe realizarse la compactación del fondo de la excavación con estrictos controles de calidad a objeto de evitar asentamientos diferenciales que pueden afectar al pavimento. De la misma manera deberá realizarse la compactación de la capa de base granular siguiendo las recomendaciones dadas en las especificaciones INVIAS (Art. 330 – 22).

Se recomienda la instalación de geotextiles para prevenir la mezcla entre los suelos de subrasante y los materiales que conforman las capas granulares del pavimento. Para que

la función de separación por parte del geotextil sea efectiva, el suelo de subrasante deberá presentar un valor de CBR mayor o igual a tres por ciento (CBR ≥ 3 %). Se podrán emplear geotextiles tejidos o no tejidos, elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95 % en masa de poliolefinas o poliéster. El geotextil deberá permitir en todo momento el libre paso del agua.

Para pavimentos urbanos por la presencia de bordillos, aceras, jardineras, etc., la alternativa de construcción del pavimento con moldes fijos es la más adecuada. Lo recomendable es utilizar moldes metálicos, los de madera tienen un uso limitado y luego deben descartarse por las deformaciones que presentan.

Para la fabricación de los moldes metálicos se debe considerar una base de soporte del molde de dimensiones similares al alto, de esta manera se logra tener un molde estable ante el efecto de vuelco y empuje del hormigón fresco. Adicionalmente se recomienda fijar el molde con estacas metálicas clavadas a la base. El molde debe tener suficiente resistencia para que por el efecto de vibración y deslizamiento de la regla no sufra alteraciones en su geometría (desalineamiento de sus bordes o torceduras).

La consistencia del concreto para moldes fijos debe estar entre 5 +- 1 cm, lo cual permite un movimiento suave de la regla metálica y facilita el alisado y terminado. Debe evitarse el uso intensivo de frotadores metálicos manuales luego que ha pasado la regla vibratoria.

Se recomienda verificar antes del vaciado el espesor de la losa por medio del arrastre de un perfil metálico a lo largo del sector preparado. Con este trabajo se verifica el excedente de base que podría hacer que el espesor sea menos y al mismo tiempo se comprueban los sectores donde falta material de base.

Es importante proporcionar el concreto en una magnitud tal que a la regla no se le dificulte el movimiento hacia adelante y ésta pueda vibrar y alisar el concreto. Las reglas no deben ser rígidas sino más bien flexibles para que el efecto del eje excéntrico permita transmitir vibración sobre la superficie de la losa. Por medio del uso de palas se va sacando el hormigón en exceso o en caso contrario proporcionando el material necesario de tal modo que no se forme vacíos.

Para facilitar el proceso de terminado con regla vibratoria se recomienda compactar el hormigón con mínimo dos vibradores externos.

El texturizado de la superficie de la losa se realiza con fines de proporcionar seguridad de conducción a la superficie de rodadura del pavimento. Luego de colocado, consolidado y texturizado el hormigón la losa queda expuesta a los efectos medioambientales. La losa al tener una superficie plana de grandes dimensiones debe ser protegida mediante un curado adecuado. Se recomienda colocar una membrana de curado para evitar la evaporación del

agua necesaria para la ganancia de resistencia y para que el gel de cemento reaccione con ésta.

El texturizado se debe aplicar en el momento en el que el agua superficial ha desaparecido (brillo de la superficie de la losa). Si se aplica antes las hendiduras pueden llegar a ser más profundas de lo permitido. Las hendiduras deben estar en 0.5 y 1 mm, no más. El proceso de texturizado debe ser continuo y de manera tal que no se formen "rebarbas" superficiales. El cepillo debe limpiarse de restos de hormigón luego de cada pasada. Inmediatamente después se aplica la membrana de curado cubriendo toda la superficie de la losa incluido los bordes laterales.

A continuación del texturizado se aplica la membrana de curado, puede utilizarse un aditivo que evita la pérdida prematura de humedad. Luego de esto pueden cubrirse las losas de concreto con carpas plásticas durante las primeras seis horas para evitar la incidencia directa de los rayos del sol. Se debe cuidar de no dañar la textura ni afectar la membrana de curado.

Si se hace curado solo con manta humedecida y plástico, la manta deberá permanecer sobre la superficie de la losa mínimo tres días para garantizar la adecuada ganancia de resistencia del concreto.

Para llegar a la resistencia a flexión especificada de 4.0 MPa (equivalente a por lo menos 28 MPa a compresión) se busca tener la menor relación agua/cemento posible, aspecto que influye en la trabajabilidad. Se recomienda entonces la utilización de un plastificante reductor de agua que tiene la principal virtud de lograr una buena manejabilidad con relación agua/cemento baja, al mismo tiempo se logran altas resistencias en el concreto tanto a flexión como a compresión.

Debido al ancho de calzada (6.60 m) se recomienda la construcción del pavimento rígido en dos carriles, generándose juntas longitudinales. Las juntas transversales son necesarias para minimizar el efecto de la dilatación térmica de las losas de concreto y permitir el movimiento longitudinal de estas.

Las barras Pasajuntas pueden ser colocadas en la junta transversal por medio de canastillos. El canastillo sirve para sostener las barras durante el transporte, la manipulación y principalmente durante el colocado del hormigón. Las barras deben ser pintadas con anticorrosivo epóxico. Debe aplicarse un antiadherente, el cual puede ser aceite o una película fina de grasa.

El tiempo para el cortado de juntas desde el momento de colocado el hormigón varía entre 4 a 7 horas, esto depende del tipo de cemento, la temperatura ambiente y la propia

humedad del lugar de construcción. En climas calurosos donde el calor acelera el fraguado del hormigón y por lo tanto el cortado se debe realizar más rápido.

Colocación de la tira de respaldo (baker rod) en junta longitudinal: La profundidad de ubicación de la tira de respaldo debe estar de acuerdo al tipo de sellante: Mayores profundidades para sellos de asfalto y menores para silicona o poliuretano. Las deficiencias en las paredes de las juntas deben ser reparadas. Para un buen sellado es necesario que las paredes de la junta estén al mismo nivel y se conserve un mismo ancho a lo largo de ésta.
En el colocado del sellante se recomienda colocar arena a los lados de la junta para que el asfalto sobrante no manche a la superficie de la losa. Es preferible usar sellos con materiales especialmente formulados para este fin, como por ejemplo asfaltos con polímeros.

Sellado de junta transversal con el uso de sellante de poliuretano por medio de aplicador: Se coloca cinta masking para que el material sobrante no manche la superficie de la losa. Puede usarse sellante autonivelante debido a que existen pendientes inferiores al 5% y tomando en cuenta los efectos de la temperatura y humedad locales.

CONTROL DE CALIDAD – CILINDROS Y VIGAS

Obtención de muestras para ensayos a la compresión (cilindros) y tracción por flexión (vigas): Cada 40 o 50 m3 vaciados se instruye obtener cuatro cilindros y cuatro vigas. Se recomienda ensayar por parejas a los 7 y 28 días. Para un adecuado control de calidad de las muestras obtenidas se debe etiquetar cada uno de los elementos con los datos de, fecha y numeración. Las muestras deben ser curadas en obra durante el primer o segundo día, luego transportadas a laboratorio para continuar el curado.

Las especificaciones de construcción corresponden a las consignadas en el documento: "Especificaciones Generales de Construcción" del Instituto Nacional de Vías versión 2013.

Ing. JHONNATHAN ALEXIS GARCÍA BELTRAN
Ingeniero Civil – Esp. En Vías y Transporte
CC. 1.098.716.716 de Bucaramanga - MP. 54202-403896 NTS

4 REFERENCIAS

ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS. Instituto Nacional de Vías, INVIAS.

HIGUERA SANDOVAL, CARLOS HERNANDO. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras – Volumen 2. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de ingeniería. Escuela de transporte y vías. 2015.

MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO. Instituto Colombiano de Productores de Cemento, ICPC, Instituto Nacional de Vías, Ministerio de Transporte. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

MINISTERIO DE TRANSPORTE – ICPC. Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Bogotá D.C., 2008. p. 95

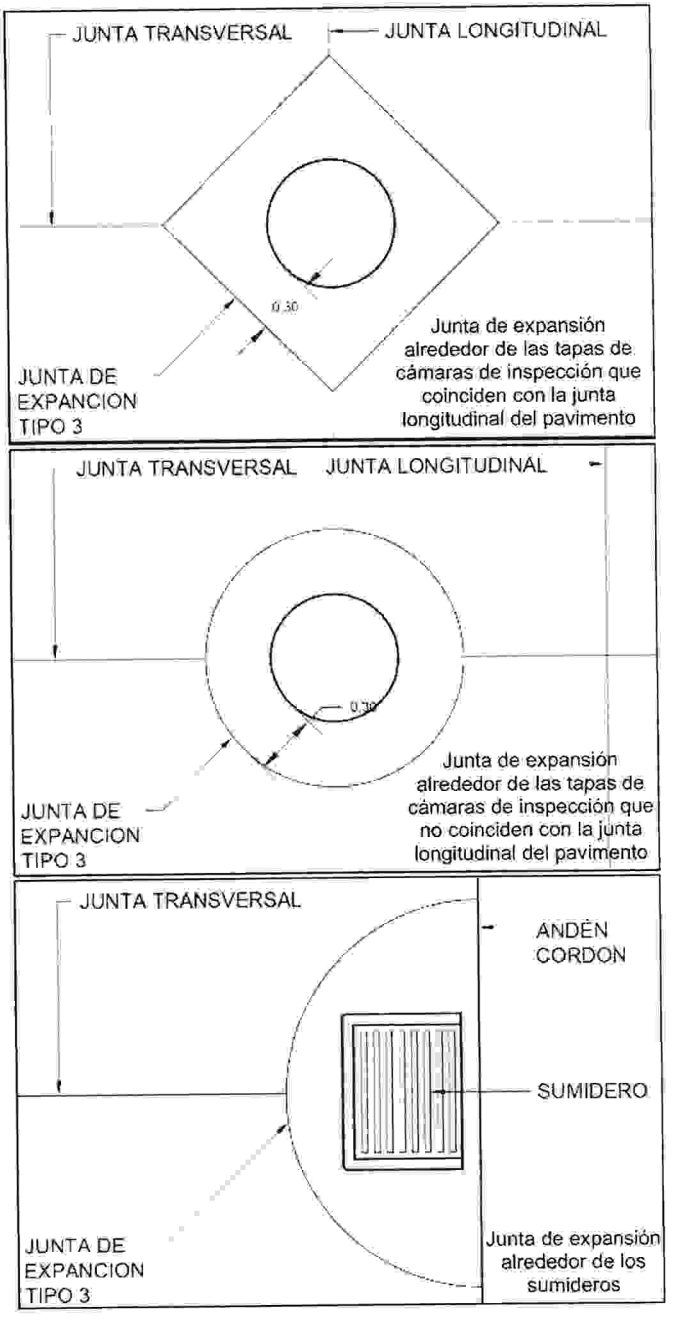
MONTEJO FONSECA, ALFONSO. Ingeniería de pavimentos. Universidad Católica de Colombia. 2010

PROYECTO TIPO "CONSTRUCCIÓN DE VÍAS URBANAS DE BAJO TRANSITO CON PAVIMENTO RÍGIDO". Federación Colombiana de Municipios. Banca de Inteligencia de Inversión Municipal – BIM, 2016.

RONDÓN QUINTANA Hugo Alexander, REYES LIZCANO Fredy Alberto. Pavimentos. Materiales, construcción y diseño; 1ª. Ed. Bogotá, 2015.

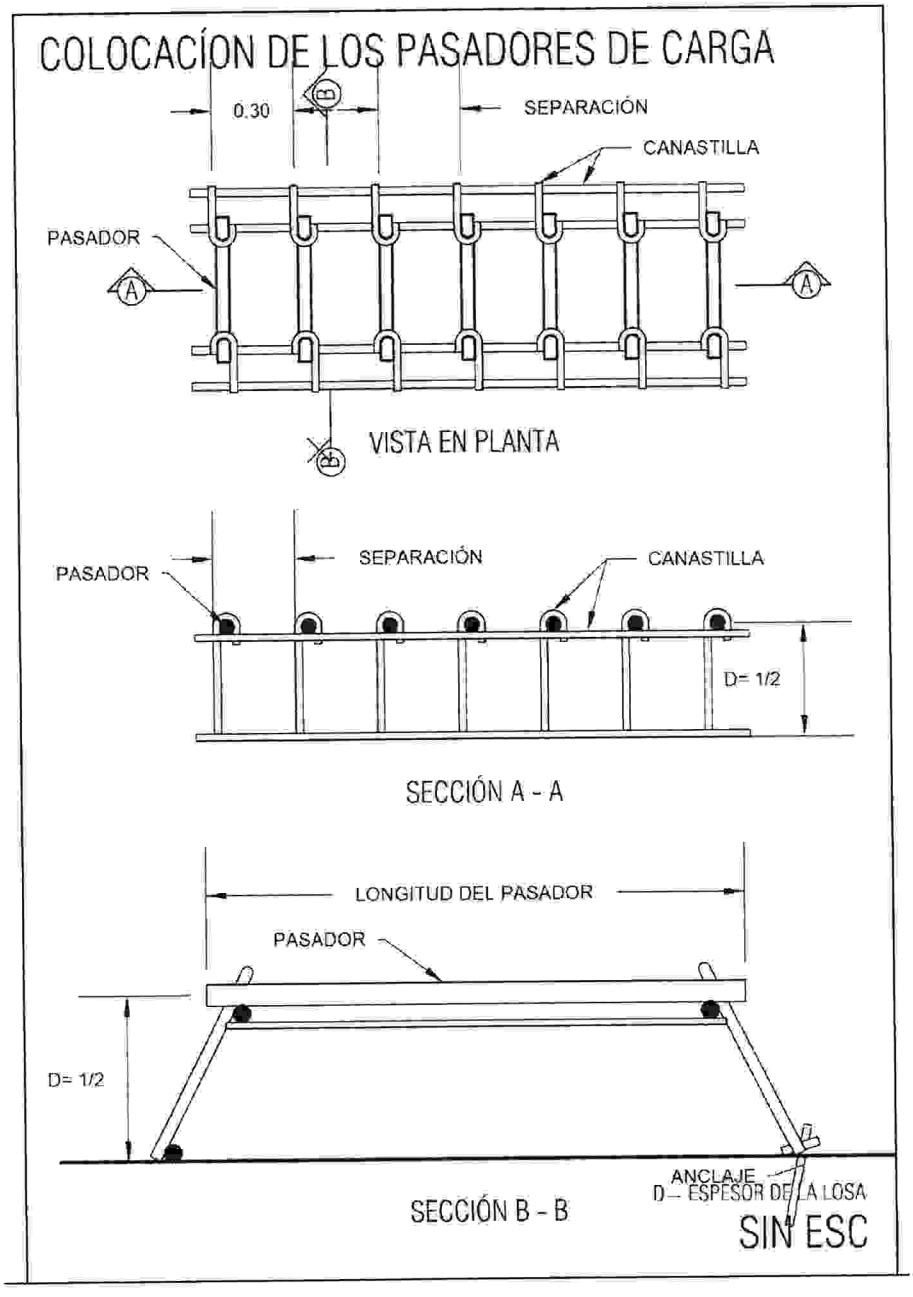
ANEXOS

ANEXO A. CLASES DE JUNTAS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO



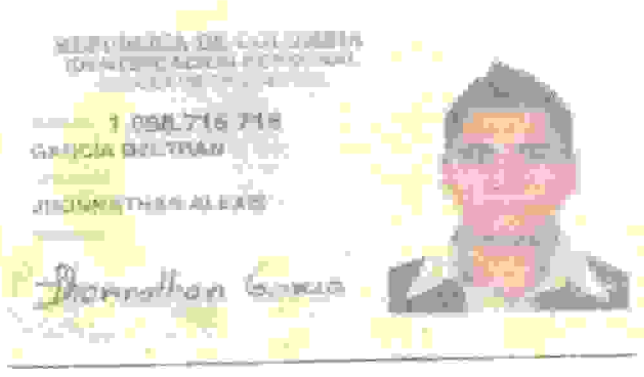
Fuente: CARLOS HERNANDO HIGUERA SANDOVAL. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras – Volumen 2. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de ingeniería. Escuela de transporte y vías. 2015.

ANEXO B. COLOCACIÓN DE LOS PASADORES DE CARGA



Fuente: CARLOS HERNANDO HIGUERA SANDOVAL. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras – Volumen 2. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de ingeniería. Escuela de transporte y vías. 2015.

ANEXO C. DOCUMENTACIÓN DISEÑADOR


1 098 716 716
GARCIA BELTRAN
JHONNATHAN ALEXIS


23-ENE-1992
FORTUL
ARAUCA
1.74
A+
M


COPNIA
Matrícula Profesional No.
54202-403896 NTS
Fecha de Expedición 19/10/2018
JHONATHAN ALEXIS
GARCIA BELTRAN
C.C. 1098716716
INGENIERO CIVIL
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Secretaría General

Acta de Grado N° 609

En la ciudad de Pamplona, Departamento de Norte de Santander, Republica de Colombia, a los 21 días del mes de Septiembre de 2018 se llevó a cabo la Ceremonia de Graduación en la cual la Universidad de Pamplona aprobada por el Decreto N° 1550 del 13 de agosto de 1971, emanado de la Presidencia de la República, otorgo el grado de INGENIERO CIVIL

a JHONNATHAN ALEXIS GARCIA BELTRAN

identificado(a) con C.C N° 1.098.716.716 de BUCARAMANGA

quien aprobó todas las asignaturas que conforman el Plan de Estudio y dio cumplimiento a los demás requisitos de grado exigidos por la Universidad. Presidió el Acto de Graduación el señor Rector de la Universidad Doctor(a) Ivaldo Torres Chavez

Quien después de tomar el juramento de rigor procedio a entregar al graduando el diploma correspondiente, marcado en su orden con el Numero 86136 y registrado con el Numero 81010 Folio 258 Libro 11 de Diplomas.

Para constancia se extiende y firma la presente Acta.

El Rector (fdo) Doctor(a) Ivaldo Torres Chavez

El Decano (fdo) Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Jorge Luis Diaz Rodriguez

El Secretario(a) General (fdo) Doctor(a) Nelson Adolfo Mariño Landazabal

Es fiel copia tomada en su original, en Pamplona a los 21 días del mes de Septiembre de 2018

NELSON ADOLFO MARIÑO LANDAZABAL

Secretario(a) General



La República de Colombia

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL
Y EN SU NOMBRE

LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

CONFIERE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

A

JHONNATHAN ALEXIS GARCIA BELTRAN

CC. 1.098 716 738 Expedida en BUCARAMANGA

Quien cumplió satisfactoriamente los requisitos académicos exigidos. En testimonio de ello otorga el presente

DIPLOMA

En la ciudad de Pamplona, 21 de septiembre de 2018

Isaías Torres Chávez Ph. D.
Rector

Nelson Adolfo Martín Landazábal Ph. D
Secretario General

Registro 8[010 Folio 258 Libro 11

República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Jhonnathan Alexis Garcia Beltran

C.C. 1.098.716.716 de Bucaramanga

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

Especialista en Vías y Transporte

En la ciudad de Manizales, a los 25 días del mes de octubre de 2021

Decanatura de Facultad | Rectoría | Secretaría General

Registro No. 25 12, Folio 69 del Libro de Diplomas n. 1
de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Sede Manizales

COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-4064447

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JHONNATHAN ALEXIS GARCIA BELTRAN, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1098716716, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-403896 desde el 19 de Octubre de 2018, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1496.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los diecinueve (19) días del mes de Noviembre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

1597

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo **JHONNATHAN ALEXIS GARCÍA BELTRAN**, identificado con cédula de ciudadanía No. 1.098.716.716 expedida en la Bucaramanga - Santander, en mi condición de INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA EN VÍAS Y TRANSPORTE portador de Matrícula Profesional No. 54202-403896 NTS, declaro que realicé el informe **DISEÑO DE PAVIMENTO** para el proyecto cuyo objeto es ***"CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"***, así mismo declaro que asumo la responsabilidad del perjuicio que por causa de él pueda deducirse.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad referente al **DISEÑO DE PAVIMENTO**, y exonero al Municipio de Saravena, de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente diseño.

Declaro así mismo, que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ellos pueda deducirse, exonerando al Municipio de Saravena de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por el Municipio no constituye una aprobación al estudio y/o diseño, sino una verificación del cumplimiento de las normas aplicables.

Se expide a los veintiocho (28) días del mes de abril de 2025.

Atentamente,

Nombre:	JHONNATHAN ALEXIS GARCÍA BELTRAN	Firma:	
Profesión:	INGENIERO CIVIL	Nº C.C.:	1.098.716.716
Título de post-grado:	ESP. EN VÍAS Y TRANSPORTE	Matrícula Profesional No	54202-403896 NTS

1598

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo **JHONNATHAN ALEXIS GARCÍA BELTRAN**, identificado con cédula de ciudadanía No. 1.098.716.716 expedida en la Bucaramanga - Santander, en mi condición de INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA EN VÍAS Y TRANSPORTE portador de Matrícula Profesional No. 54202-403896 NTS, certifico que realicé el informe **DISEÑO DE PAVIMENTO** para el proyecto cuyo objeto es ***"CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN ÁREAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"***.

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al Municipio de Sravena.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo:

- Copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional
- Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios (profesionales)
- Copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide a los veintiocho (28) días del mes de abril de 2025.

Atentamente,

Nombre:	JHONNATHAN ALEXIS GARCÍA BELTRAN	Firma:	
Profesión:	INGENIERO CIVIL	Nº C.C.:	1.098.716.716
Título de post-grado:	ESP. EN VÍAS Y TRANSPORTE	Matrícula Profesional No	54202-403896 NTS