PROYECTO: INFORME DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO DE TRES CALLES UBICADAS EN: CARRERA 41 ENTRE CALLES 23 Y 16, BARRIO SANTA FÉ. CALLE 43 ENTRE CARRERA 33 Y EL CONJUNTO VENECIA, BARRIO EL LÍBANO. CARRERA 43 ENTRE CALLES 11 Y 16, BARRIO EL PANTANO. CARRERA 5 INICIO EN CALLE 39 HASTA LA CALLE 47 EN EL BARRIO SAN PABLO-PASTRANA, EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARTA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA.

"PROYECTO: INFORME DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO CARRERA 41 ENTRE CALLES 23 Y 16, BARRIO SANTA FÉ. CALLE 43 ENTRE CARRERA 33 Y EL CONJUNTO VENECIA, BARRIO EL LÍBANO. CARRERA 43 ENTRE CALLES 11 Y 16, BARRIO EL PANTANO. CARRERA 5 INICIO EN CALLE 39 HASTA LA CALLE 47 EN EL BARRIO SAN PABLO-PASTRANA, EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARTA EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA. "

REVISION 1

VOLUMEN 1 DE 1

NOVIEMBRE DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4

2. GENERALIDADES 6

2.1. Descripción General del Proyecto 6
2.2. Localización del Proyecto 6
2.3. Objetivos y Alcances del Diseño del Pavimento Rígido 7

3. METODOLOGIA DE DISEÑO RACIONAL 8

3.1. Generalidades 8
3.2. Transito 13
3.3. Parámetros de la Base de Cálculo 13
3.4. Metodología para el Diseño 18

4. PARAMETROS DE RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE 20

5. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE CALLES SELECCIONADAS EN EL MUNICIPIO DE SANTA MARTA – DEPERTAMENTO DEL MAGDALENA POR EL MÉTODO RACIONAL 23

5.1. Diseño de Pavimento Rígido por el Método Racional. 24

6. REFERENCIAS 30

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Deformación Admisible en Función del Tránsito. 14
Tabla 3.2 Valores del Módulo de Young de Capas de Gravas No Tratadas Para el dimensionamiento. 17
Tabla 4.1 Parámetros de resistencia de diseño 22
Tabla 5.1 Clasificación de Transito a partir de los ejes equivalentes 23
Tabla 5.2 Parámetros de fatiga de la Losa de Concreto 25
Tabla 5.3 Espesores y Solicitaciones Resultantes 27
Tabla 5.4 Pavimento Rígido Considerado. 29

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Localización del Proyecto en la Ciudad de Santa Marta – Magdalena 6
Figura 3.1 Esquema configuración de pasadores 9
Figura 3.2 Esquema Tipo Juntas de Contracción 10
Figura 3.3 Esquema Tipo Juntas de Construcción 11
Figura 3.4 Esquema Tipo Juntas de Expansión 12
Figura 5.1 Resultados Programa DEPAV – Zona 1 28
Figura 5.2 Resultados Programa DEPAV – Zona 2 28

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS ENSAYOS GEOTECNICOS.

ANEXO B. REGISTRO FOTOGRAFICO.

1. INTRODUCCIÓN

Los servicios del Ingeniero Magister y Candidato a Ph. D. en Ingeniería Civil, Oscar Hernando Moreno Torres, fue contratado por el Señor Eduardo Padilla para llevar a cabo el Diseño de la Estructura de Pavimento Rígido en las Calles Carrera 41 Entre Calles 23 Y 16, Barrio Santa Fé. Calle 43 Entre Carrera 33 Y El Conjunto Venecia, Barrio El Líbano. Carrera 43 Entre Calles 11 Y 16, Barrio El Pantano. Carrera 5 Inicio En Calle 39 Hasta La Calle 47 En El Barrio San Pablo-Pastrana, En El Municipio De Santa Marta En El Departamento Del Magdalena.

En este documento se presentan los resultados de proceso de dimensionamiento de los espesores de las capas constituyentes del pavimento rígido, a partir de los resultados presentados en el Informe Geotécnico.

El informe de diseño de pavimentos está compuesto por los siguientes capítulos:

Capítulo 2. Generalidades, donde se mencionan las características generales del proyecto tales como la ubicación, los objetivos y los alcances del presente estudio de geotécnico.

Capítulo 3. Presentación de la base teórica del diseño de pavimentos utilizando la metodología racional y los parámetros tenidos en cuenta en la proposición del pavimento considerado en el presente informe.

Capítulo 4. Caracterización geotécnica de los suelos encontrados en el sitio de estudio a partir del proceso de interpretación de los resultados de campo obtenidos en el Estudio Geotécnico Respectivo.

Capítulo 5. Diseño y dimensionamiento del pavimento requerido se realizará utilizando principalmente la metodología racional de pavimentos, además, se dan las recomendaciones necesarias.

2. GENERALIDADES

2.1. Descripción General del Proyecto

El proyecto consiste en el Diseño de la Estructura de Pavimento Rígido en en las Calles: Carrera 41 Entre Calles 23 Y 16, Barrio Santa Fé. Calle 43 Entre Carrera 33 Y El Conjunto Venecia, Barrio El Líbano. Carrera 43 Entre Calles 11 Y 16, Barrio El Pantano. Carrera 5 Inicio En Calle 39 Hasta La Calle 47 En El Barrio San Pablo-Pastrana, En El Municipio De Santa Marta En El Departamento Del Magdalena. El dimensionamiento de la obra está determinado por la composición del subsuelo encontrado durante la ejecución del estudio realizado.

2.2. Localización del Proyecto

El proyecto se localiza en la Ciudad de Santa Marta – Magdalena. En la foto satelital (Figura 2.1) se observa la ubicación de la zona en estudio, donde se encuentran el área del futuro proyecto.

Figura 2.1 Localización del Proyecto en la Ciudad de Santa Marta – Magdalena



2.3. Objetivos y Alcances del Diseño del Pavimento Rígido

El objetivo principal del diseño es obtener los espesores de las capas constituyentes del Pavimento Rígido, a partir de las condiciones de resistencia más probable de los suelos encontrados en el sitio del proyecto para que esta estructura cumpla con el periodo de vida útil optimo y prestación de servicio adecuado. El alcance se limita al diseño de los espesores de las capas del pavimento rígido y emitir las recomendaciones a que haya lugar.

3. METODOLOGIA DE DISEÑO RACIONAL

3.1. Generalidades

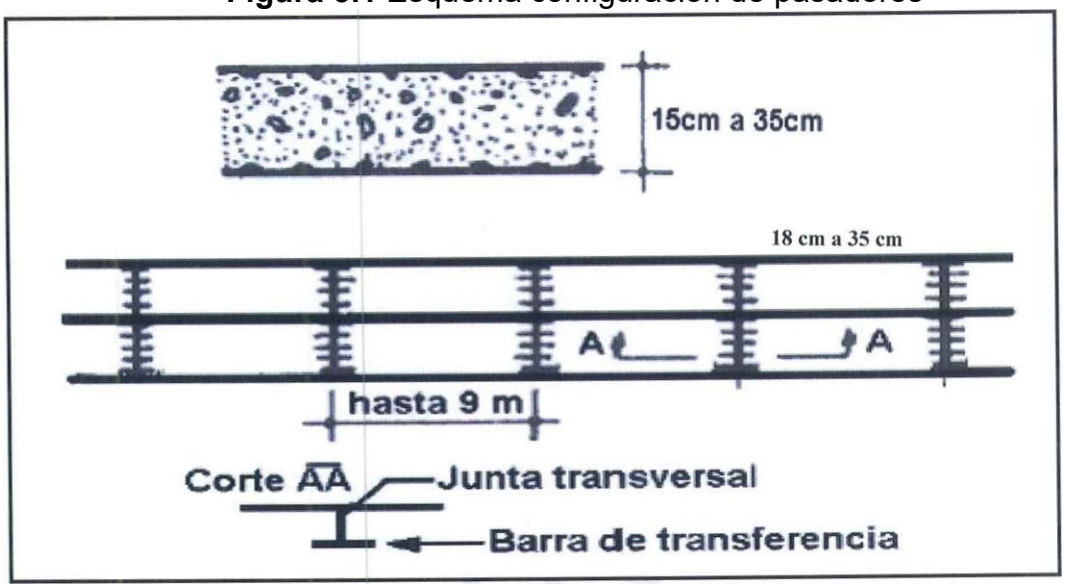
Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Los elementos que conforman un pavimento rígido son la subrasante, subbase y la losa de concreto. Las losas de concreto generalmente deben ser unidas con pasadores para generar la transmisión de cargas monolíticamente a las capas inferiores.

Pasadores

Los pasadores (dowels) son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los dislocamientos verticales diferenciales, en este caso recomienda pasadores varilla 3/4 lisas con separaciones cada 30 cm (Escalonamientos).

Figura 3.1 Esquema configuración de pasadores



Juntas

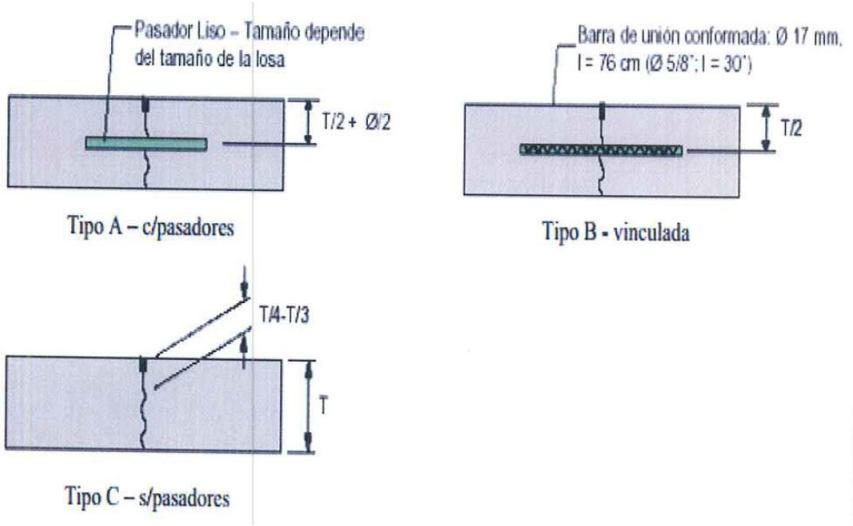
La función de las juntas consiste en mantener las tensiones de la losa provocadas por la contracción y expansión del pavimento dentro de los valores admisibles del concreto; o disipar tensiones debidas a agrietamientos inducidos debajo de las mismas losas.

De acuerdo con su ubicación respecto de la dirección principal o eje del pavimento, se denominan como longitudinales y transversales. Según la función que cumplen se les denomina de contracción, articulación, construcción expansión y aislamiento. Según la forma, se les denomina, rectas, machimbradas y acanaladas.

- Juntas de contracción

Su objetivo es inducir en forma ordenada la ubicación del agrietamiento del pavimento causada por la contracción (retracción) por secado y/o por temperatura del concreto. Se emplea para reducir la tensión causada por la curvatura y el alabeo de losas. Los pasadores se pueden usar en las juntas de contracción para la transferencia de cargas, bajo ciertas condiciones. Sin embargo, se espera que la transferencia de cargas se logre mediante la trabazón entre los agregados.

Figura 3.2 Esquema Tipo Juntas de Contracción

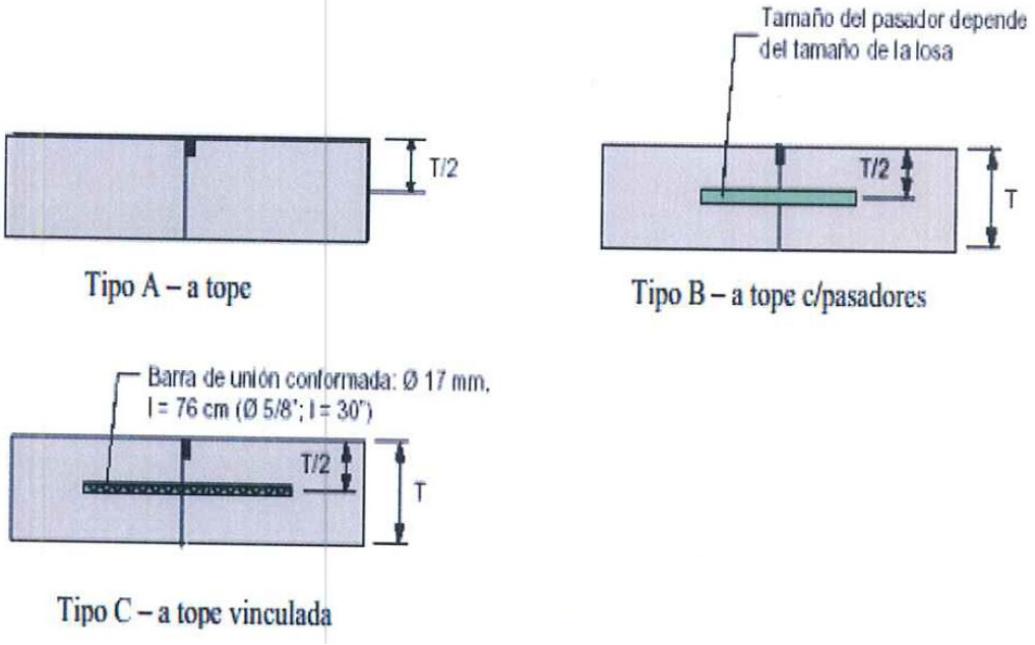


- Juntas de construcción

Las juntas de construcción separan construcciones contiguas colocadas en diferentes momentos, tales como la colocación al final del día o entre fajas de

pavimentación. La transferencia de cargas se logra mediante el empleo de pasadores. Pueden ser transversales o longitudinales.

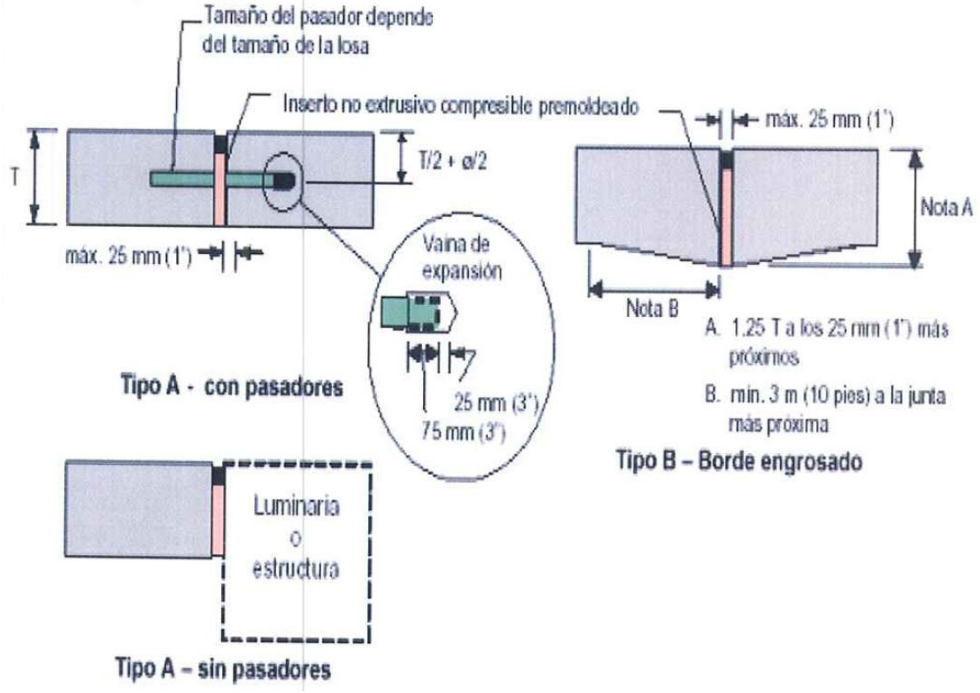
Figura 3.3 Esquema Tipo Juntas de Construcción



- Juntas de expansión

Se usan para aislar pavimentos que se interceptan con la finalidad de disminuir los esfuerzos de compresión en éstos, cuando se expanden por el aumento de temperatura. También se utilizan para aislar estructuras existentes.

Figura 3.4 Esquema Tipo Juntas de Expansión



La metodología racional basada en el cálculo de esfuerzos y deformaciones en las interfaces de las capas del pavimento, permiten el diseño óptimo y durable de pavimentos ya que se puede verificar su vida útil con respecto a las admisibilidades propias de cada capa del pavimento. El método hace uso de la teoría de la elasticidad y aplicación de las leyes de fatiga de las capas, integrando modelos matemáticos de Burmister y las rutinas de cálculo Alize III. A nivel experimental se integra con la medición de Módulos Elásticos Dinámicos y Leyes de Fatiga para las capas asfálticas, granulares, y subrasantes por medio de equipos Triaxiales, y prensas Dinámicas de tipo MTS.

3.2. Transito

El resultado del número de vehículos para el diseño del pavimento rígido se toma de la metodología usada en el "ESTUDIO DE TRANSITO" realizado por la firma laboratorio de Ingeniería – S.A.P.

3.3. Parámetros de la Base de Cálculo

En todo dimensionamiento de una estructura de calzada se debe tener en cuenta los términos probabilísticos en una primera etapa del cálculo, se debe tomar un valor de probabilidad de ruptura de la calzada en los N años de diseño; si se tiene en cuenta los conteos del tránsito esta duración inicial variará según el riesgo de los daños que se tomen, un menor daño equivale a incrementos económicos en la construcción de esta vía.

Los datos climáticos y del ambiente

En las condiciones climáticas se debe tener en cuenta la abundancia de las precipitaciones y los drenajes dispuestos para la vía, los ciclos estacionarios y los valores extremos de la temperatura, particularmente en las calzadas tratadas con ligantes hidráulicos en donde la durabilidad y la deformabilidad dependen de la temperatura, de la resistencia del suelo soporte y del estado hídrico de la subrasante.

Los parámetros descriptivos de la plataforma de soporte

a) Suelo Soporte

Para los cálculos de las solicitaciones en el cuerpo de la calzada bajo el eje de referencia, el suelo soporte es generalmente asimilado a un medio elástico definido por el módulo de Young y el coeficiente de Poisson, estos parámetros mecánicos definen el comportamiento a largo tiempo para la parte superior de la subrasante. Para el coeficiente de Poisson se tomará un valor medio de 0.40 sabiendo que este parámetro varía con la naturaleza de los suelos, y teniendo en cuenta que los suelos encontrados en la zona de estudio corresponden a arcillas no saturadas para considerar un coeficiente de Poisson superior a este valor, además de su estado hídrico y las solicitaciones aplicadas. Se recomienda tomar el módulo como **$17{,}5\ CBR^{0.64}$ (MPa)**.

Para las estructuras de calzadas rígidas el criterio de la resistencia se determina por las leyes de fatiga de las capas. La deformación admisible de la subrasante, ε_z se puede tomar como el indicado en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1 Deformación Admisible en Función del Tránsito.

PAVIMENTO CON TRÁNSITO MEDIO A ALTO (T_3 a T_5)	$\varepsilon_z := 0.012(N)^{-0.222}$
PAVIMENTO CON TRÁNSITO BAJO (T_1 Y T_2)	$\varepsilon_z := 0.016(N)^{-0.222}$

Capa de base

En lo que concierne a la selección de la capa de base y en la verificación del dimensionamiento del cuerpo de la calzada, dos aproximaciones son empleadas en la práctica, la primera es la más tradicional y consiste en el seleccionamiento del espesor de la capa de subbase en función de la importancia del suelo soporte, en donde se asimila para los cálculos de la verificación de los espesores de suelo soporte más capa de subbase un proceso de tener un masivo homogéneo que es descrito por el módulo de Young y el coeficiente de Poisson, se verifica el criterio sobre la deformación vertical que satisfaga los valores admisibles de la subrasante.

En el segundo método la capa de subbase se individualiza como una capa de calzada más en el cálculo de la estructura, esta aproximación es válida en el caso donde se busca optimizar los espesores del conjunto de calzada y de la capa de sub-base en función de las características mecánicas que pueden ser obtenidas en obra con los materiales de subbase. En este segundo caso las características mecánicas de estos materiales deben ser determinadas estrictamente en laboratorio. Cuando se utilizan capas de subbase en materiales no tratados se debe verificar que los valores de la deformación vertical en la parte superior de la capa de la subbase y del suelo soporte son admisibles y cuando se utilizan materiales tratados se debe verificar las leyes de fatiga adoptando los modelos propios para el caso del material que se esté utilizando.

Materiales elaborados de la capa de calzada

a) Gravas no Tratadas

El método de cálculo que se requiere para representar el comportamiento reversible bajo una carga está dado en función del módulo de Young y del coeficiente de Poisson para una grava no tratada.

A falta de ensayos o valores particulares para cada tipo de estos materiales el coeficiente de Poisson tendrá un valor 0.35.

b) Pavimentos Concreto.

Para los concretos con fraguados normal los datos retenidos para el cálculo de verificación son determinados a 28 días, para los concretos cuyo ligante o cementante tienen fraguado lento se debe tomar a 56 días.

El método necesita para representar el comportamiento reversible una bajo carga la obtención del módulo de Young y el coeficiente de Poisson, el cual en términos promedio se toma igual a 0.25, con un Módulo de Rotura de 2.4 MPa que corresponde a una resistencia a la compresión simple de aproximadamente 3500 psi (24 MPa).

Para representar los daños por fatiga los parámetros de σ_6 y b se incluyen bajo la siguiente expresión:

$$\frac{\sigma}{\sigma_6} = \left(\frac{N}{10^6}\right)^b \qquad \text{(Ecuación 3.4)}$$

Tabla 3.2 Valores del Módulo de Young de Capas de Gravas No Tratadas Para el dimensionamiento.

PAVIMENTO DE BAJO TRÁNSITO T_1 A T_3				
CAPA DE BASE	CATEGORIA 1* E_{GNT} = 600 MPa CATEGORIA 2* E_{GNT} = 400 MPa CATEGORIA 3* E_{GNT} = 200 MPa			
CAPA DE SUBBASE (GNT subdividida en subcapas de 0.25 m de espesor)	E_{GNT} [1] = k*E plataforma de soporte E_{GNT} [subcapas i] = k*E_{GNT} [subcapa(1-i)] k depende de la categoría de la E_{GNT}			
	CATEGORÍA	1	2	3
	K	3	2.5	2
	E_{GNT} LIMITADA POR EL VALOR INDICADO EN LA CAPA DE LA BASE			
PAVIMENTO TRÁNSITO T_4 Y T_5				
CAPA DE SUB-BASE (GNT subdividida en sub-capas de 0.25 m de espesor)	E_{GNT} [1] = 3 E plataforma de soporte E_{GNT} [subcapa i] = 3*E_{GNT} [subcapa (i-1)] E_{GNT} limitada por 360 MPa			
ESTRUCTURA INVERSA	E_{GNT} = 480 MPa			
Los diferentes valores del módulo según el tipo de estructura tienen en cuenta el carácter no lineal de las GNT (Modulo más elevado en capa de base que en la sub-base)				

Los valores del módulo de Young no dependen del tráfico dependen del material en sí mismo esto quiere decir de la ley de fatiga (Comportamiento mecánico del suelo) que fueron deducidos de los ensayos de laboratorio tipo parta el material presentado en la Tabla 3.2.

3.4. Metodología para el Diseño

Comprende las siguientes etapas:

- Etapa 1 - Predimensionamiento

Una vez reunidos los datos para el cálculo se procede a una primera selección de la capa de rodadura y a un predimensionamiento de la estructura por referencia con otras vías comparables.

- Etapa 2 - Cálculo de la Estructura

Se calculan los esfuerzos y las deformaciones por el modelo matemático de la estructura de calzada predimensionada en la etapa uno**, teniendo en cuenta que el eje de referencia es de 130 kN para la metodología racional de pavimento ya que fue concebida de esta forma,** cada semieje está compuesto por un eje de ruedas gemelas representado por dos cargas que ejercen una presión uniformemente repartida de 0.662 MPa sobre dos discos de 0.125 m de radio y con una separación entre ejes de 0.375 m.

- Etapa 3 - Verificación en Fatiga de la estructura de las deformaciones del soporte

La verificación es hecha comparando los esfuerzos y las deformaciones calculadas en la etapa 2 con los valores admisibles. Estos valores límites son determinados en función:

a.) Del tránsito acumulado sobre el período de cálculo considerado.
b.) Del riesgo de ruina admitido para este período.
c.) De las características de resistencia por fatiga de los materiales.
d.) De los efectos térmicos.
e.) De los datos de observación del comportamiento de calzadas del mismo tipo.

Este último punto se traduce en la introducción de un coeficiente que se llama ajuste que permite tener en cuenta globalmente todos los efectos que el modelo matemático no puede representar debido a las simplificaciones hechas y de otra parte a la representatividad de los ensayos de laboratorio que describen las propiedades de los materiales. **Se aclara que la metodología racional solo verifica fatiga.**

- Etapa 4 - Ajuste de los espesores calculados

Los espesores de capa determinados siguiendo la etapa tres deben ser ajustados para:

a.) Tener en cuenta las facilidades tecnológicas de hacer espesores mínimos y máximos que dependen de los equipos que se utilicen.
b.) Reducir los riesgos de defectos de la liga entre las interfaces y limitar el número de capas - Asegurar una protección suficiente de las capas tratadas para tener en cuenta fenómenos como el de las fisuras particulares que no pueden ser determinadas en base al modelo matemático.

4. PARAMETROS DE RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE

Todos los parámetros de resistencia serán obtenidos de acuerdo con las técnicas aceptadas por la comunidad científica para estos casos. Para la definición de los parámetros de resistencia se tuvieron en cuenta los resultados de los apiques realizados en el sitio, donde se llevaron a cabo seis (6) apiques que sirven como sustento del presente diseño realizado.

Módulo de Resiliencia (M_R)

La forma de onda de carga utilizada en la prueba para la determinación del módulo de resiliencia debe simular las cargas reales en los pavimentos durante las condiciones de servicio. Cuando un vehículo se aproxima a cierto punto en el pavimento, la cantidad de carga se incrementa de cero a un valor máximo. El nivel máximo de carga se alcanzará cuando el borde del neumático pasa justo por encima del punto de referencia de acuerdo con simulaciones pseudo - energéticas (Sousa et al., 1994; Monismith et al., 2000). Así, el pulso de carga haversina se propone para realizar la prueba, ya que esta simula mejor el estado de esfuerzos bajo la carga de la rueda.

La respuesta de resiliencia real de un material bajo carga repetida puede determinarse después de un cierto número de aplicaciones de carga, ya que sería considerable la deformación permanente dentro de las primeras etapas del ensayo. Como el número de aplicaciones de carga aumenta, la deformación plástica debida a la repetición de la carga disminuye (Huang, 1993). Por lo tanto, el módulo de resiliencia para una determinada secuencia se determina utilizando las últimas 5 mediciones de 100 realizadas consecutivamente. El módulo de resiliencia se define

como la relación del esfuerzo desviador aplicado con respecto a deformación elástica vertical.

Para la estimación de este parámetro a lo largo del tramo en estudio inicialmente se realizó una correlación del ensayo CBR con respecto al Módulo de Resiliencia utilizando la expresión presentada en el numeral 3.3 donde se utiliza el valor del ensayo CBR para una deformación de 0.02".

Parámetros de diseño obtenidos para los Apiques 3 a 10

El Tabla 4.1 se resume el cálculo de los parámetros de resistencia obtenidos para los suelos explorados (Anexo A).

Tabla 4.1 Parámetros de resistencia de diseño

Apique	Profundidad (m)	γ_t (kN/m^3)	CBR (%)	M_R (MPa)	E_S (MPa)	Ubicación
A3	1.5	19.4	5.0	79	60	Pantano
A4	1.5	19.4	4.0	89	70	Pantano
A5	1.5	19.4	6.0	79	60	Santa Fé
A6	1.5	19.4	4.0	59	40	Santa Fé
A9	1.5	19.4	5.0	59	40	Libano
A10	1.5	19.4	4.0	59	40	Libano

5. DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO DE CALLES SELECCIONADAS EN EL EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA – DEPERTAMENTO DEL MAGDALENA POR EL MÉTODO RACIONAL

En primer lugar, las vías a diseñar tienen una calzada de ancho promedio a 5.0 metros con andenes en dos sentidos de acuerdo con el dimensionamiento del estudio de tráfico realizado por la firma **LABORATORIO DE INGENIERIA S.A.P.** De acuerdo con el enfoque del siguiente trabajo se utilizará la metodología racional para el diseño de pavimento rígido y un período de diseño de 20 años.

Para el diseño mediante la metodología racional, se tiene en cuenta las condiciones establecidas por los resultados de la capacidad de soporte del suelo presentado en el Capítulo 4 del presente Informe**. La estimación del tránsito realizado para la vía en el periodo de 20 años fue calculada en el estudio de tránsito realizado. arrojo el siguiente resultado: $N_{8.2Ton}$ = 0.294 x 10^6 ejes equivalentes de 8.2 Ton. que se clasifica como tráfico tipo T1 según Tabla 5.1**.

Tabla 5.1 Clasificación de Transito a partir de los ejes equivalentes

Ejes equivalentes de 13 ton	Ejes equivalentes de 8,2 ton
$T_1 < 500.000$	$T_1 < 3.000.000$
$500.000 < T_2 < 1.500.000$	$3.000.000 < T_2 < 10.000.000$
$1.500.000 < T_3 < 4.000.000$	$10.000.000 < T_3 < 25.000.000$
$4.000.000 < T_4 < 10.000.000$	$25.000.000 < T_4 < 60.000.000$
$10.000.000 < T_5 < 20.000.000$	$60.000.000 < T_5 < 100.000.000$

5.1. Diseño de Pavimento Rígido por el Método Racional

Para diseño según la metodología racional de pavimentos como se presentó en el numeral 3.2 se toman ejes equivalentes de 13 Ton. Para lo cual se realiza la conversión de ejes equivalente de 8.2 Ton a 13 Ton de la siguiente manera para este caso considerado:

$$N_1 = \left(\frac{P}{P_{ref}}\right)^{\alpha} = \left(\frac{8.2}{13}\right)^{3.88} * 2.94x10^5 = 49186 \text{ Ejes equivalentes de 13 Ton}$$

Alternativa en Pavimento Rígido

De acuerdo con los estudios de campo y laboratorio realizados, se puede hablar de tres zonas con características similares en cuanto a suelo soporte de la vía, de las cuales se puede decir lo siguiente: **En la subrasante mediante ensayo de laboratorio se midió CBR = 4.0% para el caso más crítico aplicable.** En diseño del pavimento rígido debemos tener en cuenta, que las propiedades mecánicas de los materiales (Resistencia y Ley de Fatiga) donde se tomaron valores presentados en la literatura correspondiente (Reyes, 2003), en las cuales se dan valores de acuerdo con una serie de ensayos estandarizados los cuales están en función de los materiales que se pueden utilizar para la construcción de la vía.

Datos Utilizados para el diseño de alternativa con concreto rígido (Tabla 5.2):

Tabla 5.2 Parámetros de fatiga de la Losa de Concreto

MATERIAL	E (MPa)	σ_6 (MPa)	b	S_N	S_h	K_c	ν
CONCRETO LOSAS	29146	2.15	-1/16	1	1	1.5	0.25

Caso Zona 1 – CBR = 8%

Subrasante: $E_{subrasante}$ = 40 MPa y υ = 0.35.

Subbase utilizada para el Mejoramiento: $E_{Subbase} = 2.5*E_{subrasante} = 2.5*40 = 100.0$ MPa y υ = 0.35.

N_1 = 49186 ejes de 13 Ton., Clasificación T_1

CAM = 1.4

Número de ejes equivalentes de los materiales hidráulicos:

NE = CAM x N

$NE_1 = 1.4 \times 49186 = 63942$

Admisibilidad Concreto Losas:

Para tránsito T_1:

r = 4.5 % $\Rightarrow$ u = -1.645

K_s = 1/1.2

C = 0.02

$\delta=[S_N^2+(c^2/b^2)*S_h^2]^{0.5} = [1^2 + (0.02^2/(-1/16))^2*1^2)]^{0.5} = 1.05$

$K_r = 10^{-bu\delta} = 10^{-(-1/16)*(-1.645)*(1.05)} = 0.78$

$$\sigma_{t,adm} = \sigma_6 \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b * K_r * K_c * K_s$$

$$\sigma_{t,adm1} = 2.15 * \left(\frac{63942}{10^6}\right)^{-\left(\frac{1}{16}\right)} * 0.78 * 1.5 * 0.83 = 2.48\ MPa$$

Admisibilidad Subrasante y subbase tratada

ε_z = 0.016 x $NE^{-0.222}$ (Subrasante)

ε_{z1} = 0.016 x $(63942)^{-0.222}$ = 1371 x 10^{-6}

Para diseñar los espesores se utiliza el computador y el programa DEPAV desarrollado por la Universidad del Cauca con el cual asignamos unos espesores y verificamos que los esfuerzos y deformaciones cumplan admisibilidades. Los resultados se resumen en la Tablas 5.3:

Tabla 5.3 Espesores y Solicitaciones Resultantes

MATERIAL	ZONA 1 – CBR = 4%		
	H (cm)	σ_t (MPa)	ε_z
Concreto Hidráulico	20	2.36	-
Subbase	20	-	92.1×10^{-6}

El espesor que cumple con requerimientos que están marcados en la Figura 5.1 para la Zona 1 que son contrastados con los valores admisibles son los siguientes: (Zona 1) Losa de Concreto Hidráulico, H = 20 cm y Subbase H = 20 cm y Relleno = 20 cm

Para los pasadores el refuerzo necesario es de la siguiente manera:

Pasadores Transversales: ϕ = 1" liso, L = 35 cm y separación entre pasadores = 30 cm. barras longitudinales de 1/2" corrugada, cada 1.20 m de 0.85 m de longitud

Las juntas se realizarán con una cortadora a una profundidad de 4 centímetros y ancho de 6 mm las cuales deben ser selladas con un cordón continuo de polipropileno tipo Sikarod de diámetro de 1/4" (6 mm) y sobre este se usará un producto tipo Sikaflex – 15 o similar para sellado completo.

Figura 5.2 Resultados Programa DEPAV – Zona 1

Título del Trabajo : ejemplo1
Número de Capas : 3 Alternativa : 2

Capa Nº	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1ª	0.00	6.0100E-05 C	2.4473E+01 B	-3.1100E-05 C	6.5975E+00 A
	17.00	-6.2100E-05 C	-2.2841E+01 B	3.6300E-05 B	2.4881E-01 B
				No Ligada	
2ª	17.00	7.6500E-05 C	3.0387E-01 C	2.7800E-05 B	2.4881E-01 B
	47.00	-4.6600E-05 C	-7.4132E-03 A	1.1900E-04 C	1.8151E-01 C
				Ligada	
3ª	47.00	-4.6600E-05 C	5.6185E-02 C	2.3100E-04 C	1.8151E-01 C

Deflexión = 46.290 mm/100
Radio de Curvatura = 1182.910 m

3

DISEÑO DE PAVIMENTO CALLES UBICADAS EN LOS BARRIOS LIBANO, SANTA FÉ Y PANTANO

Tabla 5.4 Pavimento Rígido Considerado.

Vía Estructura	CLL 43 entre Cra 33 y Conj. Venecia IN; Cra 41 entre Cll 23 y 16, y Cra 43 entre Cll 11 y Cll 16	
	Espesor (cm)	Especificaciones INV
Capa de Rodadura	20	Concreto M_R = 2.4 MPa (Resistencia a la Compresión Simple = 3500 PSI)
Subbase Granular	20	SG-B INVIAS

Atentamente,



Ing. Luis Angel Aviles Murcia

M. Sc. ingeniería Civil, área Geotecnia

MP. 08202213505 ATL

CC. 1.118.816.667 de Rioacha

6. REFERENCIAS

[1] Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design. McGraw-Hill, 5ft Ed.

[2] Coduto, D. P. (2001). Foundation Design: Principles and Practices. Prentice Hall, 2nd Ed.

[3] Holtz R. D.; Kovacs, W. D.; y Sheahan, T. C. (2011). An Introduction to Geotechnical Engineering. Pearson Education, Inc., 2nd Ed.

[4] Terzaghi K., Peck R. B., y Mesri G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice. Wiley Interscience., 3rd Ed.

[5] Reyes F. A. (2003). Diseño Racional de Pavimentos. Centro Editorial Javeriano., 2da Ed.