UNIÓN TEMPORAL B&A BACHEO L2	
DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV" LOTE 2	
CONTRATO N° 4186 DEL 14 DE NOVIEMBRE DE 2023	
NIT: 901.770.081-8	

DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PROYECTO: DIAGNOSTICO, CONSTRUCCION Y/O REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE CUCUTA FASE IV. LOTE 2

TRAMO: CALLE 8A ENTRE MANZANAS F9 Y F10 TORCOROMA



IMAGEN REFERENCIA

HERNANDO GARCIA
Ingeniero Civil, Especialista en Vías y Transporte
Consultor

Diciembre 2023

CALLE 11 0-34 Edificio colegio médico Ofc 6-06
Teléfono: 3208293341
Correo: uniontemporalbacheol2@gmail.com

CONTROL DE IDENTIFICACIÓN Y REVISIÓN DE DOCUMENTOS

Versión 1

FECHA: 13 de diciembre 2023

Elaboración y revisión Consultoría

Responsable Elaboración	**Nombre**	J. Hernando García J.
	Cargo	Especialista en Vías y Transporte
	Firma	
Responsable Revisión	**Nombre**	
	Cargo	
	Firma	

Revisión Interventoría

Responsable Revisión	**Nombre**	
	Cargo	
	Firma	
Responsable Aprobación	**Nombre**	
	Cargo	
	Firma	

INTRODUCCION

Las vías son focos de desarrollo, tanto social como turístico, de toda región o sector. Su estado influye notoriamente en la calidad de vida de sus pobladores y usuarios. Si el estado provee una vía en condiciones óptimas de uso, los habitantes del sector cambian y modernizan sus costumbres y la salud pública mejora, así como también se verá reflejada una, sustancial, mejora en la economía local.

En el presente informe se encuentra el diseño de la estructura de pavimento rígido desarrollada por el método de al AASHTO, partiendo del análisis de la variable tránsito, mediante un estudio de tránsito y su posterior proyección para un periodo de diseño de 20 años. Con respecto al CBR de diseño se tomó el valor suministrado por la empresa Geotécnicas del Norte, además se anotarán especificaciones para la ejecución de obra y recomendaciones generales para su construcción.

1. DESCRIPCION DE LA OBRA A EJECUTAR

Se trata de vía local en el barrio Torcoroma ubicada en CALLE 8A ENTRE MANZANAS F9 Y F10 TORCOROMA, vía que sirve de enlace hacia el barrio Torcoroma. Esta avenida, además permite la evacuación de aguas superficiales provenientes de las partes latas del barrio. El tramo a intervenir tiene aproximadamente 61.89 metros, con un ancho de calzada, en promedio, de 6.0 metros, con una pendiente longitudinal menor al 1%, lo que la constituye como una vía plana.

La vía cuenta con obras de confinamiento, y le llega un descole con gradas disipadoras. No se observan obras adicionales de con obras de drenaje y subdrenaje.

La construcción de la calzada esta propuesto con pavimento rígido

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar la estructura de pavimento rígido para la vía **CALLE 8A ENTRE MANZANAS F9 Y F10 TORCOROMA, p**ara un periodo de diseño de 20 años, partiendo del análisis de la variable tránsito, partiendo de un CBR estimado in-situ y con un módulo de rotura del concreto en 4.1 Mpa.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Estimar el módulo resiliente y de reacción de la sub-rasante, k.

Determinar el espesor de la losa del pavimento rígido, de manera que garanticen el nivel de servicio adecuado a lo largo del período de diseño.

Recomendar los materiales y sus especificaciones técnicas para garantizar el cumplimiento de los diseños propuestos.

Recomendar la modulación de losas y el diseño de juntas.

Emitir las recomendaciones constructivas para acometer y garantizar el normal desarrollo del proyecto.

3. LOCALIZACIÒN DEL PROYECTO

La vía objeto del proyecto se encuentra localizada en el área urbana del municipio de Cúcuta, específicamente en el barrio Torcoroma, es una vía local, con mediano tránsito de vehículos comerciales.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

A continuación, se presenta la metodología general empleada en el ajuste al diseño de la estructura de pavimento:

Visita de especialistas. Se realizó una visita para observar, analizar y estudiar el proyecto dentro del entorno.

Diseño de estructura propuesta. Mediante la metodología de la AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, determinando la variable tránsito, teniendo en cuenta su topografía plana y la operatividad vial turístico, así como también el módulo de rotura del concreto y el periodo de diseño.

5. TRÁNSITO DE DISEÑO

El volumen de transito se define como el número de vehículos que circulan por un punto o sección transversal de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado de tiempo y se expresa en número de vehículos/periodo de tiempo; estos volúmenes son

absolutos cuando se tiene el número total de vehículos que pasan en un periodo de tiempo, por lo tanto, se tendrán volúmenes totales como transito anual (TA), transito mensual (TM), transito semanal (TS), transito diario (TD) y tránsito horario (TH).

El transito promedio diario es el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado en días completo que sea igual o menor a un año y mayor a un día, dividido en el número de días de ese periodo, en consecuencia, se puede tener transito promedio diario anual (TPDA), transito promedio diario mensual (TPDM) y tránsito promedio diario semanal (TPDS). La abstención de esta información es costosa dependiendo del periodo de tiempo, pues se trata de cuantificar ininterrumpidamente hora por hora los vehículos que circulan durante un periodo de tiempo seleccionado.

Todo pavimento debe ser diseñado para soportar el tránsito inicial y aquel que pase durante su vida de servicio. El tránsito inicial de vehículos comerciales utilizado para el diseño del pavimento será la suma del normalmente existente, el atraído y el generado.

En nuestro caso, el transito se estima con observación directa en la vía objeto y las caracteristicas socio-economicas del sector de aplicación del proyecto y teniendo en cuenta el desarrollo de la calidad de vida y la proyeccion de servicio.

Para este proyecto, por ser una rehabilitación de una vía existente, y teniendo en cuenta el mal estado de las mismas, la movilidad y costumbres de traslado de las personas de los diferentes sectores, se tomaron aforos durante tres días, mediante observación directa (manuales) , y en un periodo de 14 horas. En los aforos se tuvieron en cuenta vehículos tipo automóvil, bus y camión.

Una vez realizados los estudios de tráfico en los sitios, el transito registrado se discrimina en vehículos livianos y comerciales, estos últimos son los que realmente se tienen en cuenta para el diseño.

El transito así obtenido habrá de proyectarse hacia el futuro una vez establecido el periodo de diseño y determinada la tasa anual de crecimiento del tránsito. Tradicionalmente en Colombia las proyecciones del tránsito se han efectuado utilizando el modelo exponencial expresado mediante la expresión **Tn = Ti*(1+r) ^n**, Donde:

Tn: Transito en cualquier año n.
Ti: Transito en el año cero (inicial).
r: tasa anual de crecimiento anual del tránsito.

A partir de la expresión anterior es posible por integración obtener el transito acumulado durante los **n** años del periodo de diseño, mediante la siguiente ecuación:

$$\textbf{T acumulado} = \textbf{Ti}\frac{((1+r)^n)-1}{\ln(1+r)}$$

5.1 RESUMENES DE LOS AFOROS

AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRÁFICO

FECHA: NOVIEMBRE/2023

UBICACIÓN CALLE 8A ENTRE MANZANAS F9 Y F10 CIUDAD: CÚCUTA - BARRIO TORCOROMA

PERIODO		Martes 19 de noviembre de 2023			Miercoles 20 de noviembre de 20223			Sábado 23 de noviembre de 2023		
		AUTO	BUS	C2	AUTO	BUS	C2	AUTO	BUS	C3
INICIAL	FINAL									
		DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO	DIRECTO
6:00	7:00	13	2	0	11	3	0	13	3	0
7:00	8:00	17	3	2	15	4	1	16	2	2
8:00	9:00	14	4	1	22	3	1	20	3	3
9:00	10:00	19	3	0	21	4	2	24	3	2
10:00	11:00	21	4	1	19	4	1	21	4	1
11:00	12:00	23	3	2	18	3	2	17	3	2
12:00	13:00	20	4	0	19	5	1	19	4	2
13:00	14:00	19	4	2	21	3	1	19	5	1
14:00	15:00	21	3	0	18	3	2	16	4	1
15:00	16:00	23	4	2	19	4	1	15	2	1
16:00	17:00	18	3	2	21	3	1	19	3	1
17:00	18:00	16	4	1	15	4	0	18	4	0
18:00	19:00	14	3	0	13	2	0	15	3	0
19:00	20:00	11	2	0	11	2	0	12	2	0

5.1 DETERMINACION DEL FACTOR CAMION

En la determinación del factor camión en nuestro medio son utilizadas tres metodologías para la obtención de del factor camión: por conteo y pesaje de los vehículos comerciales, por el método MOPT-INGEROUT y por el propuesto por la Universidad del Cauca. Los factores de equivalencia de carga por eje (FC) proporcionan una manera de expresar niveles equivalentes de daños entre ejes, sin embargo, este daño se puede expresar en términos de la cantidad del deterioro producida por un determinado vehículo. Factor camión es el número de ejes simples equivalentes de referencia que producen el mismo daño que a pasada de un vehículo. El Factor camión es calculado como un promedio para todo el flujo del tránsito pesado. Para este proyecto se aplicará la última metodología que cuenta con la ayuda de la Tabla

Tabla Factores de daño para vehículos cargados

FACTORES DE DAÑO PARA VEHÍCULOS CARGADOS	
TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DAÑO
C2P	1,14
C2G	3,44
C3	3,76
C2 – S1	3,37
C4	6,73
C3 – S1	2,22
C2 – S2	3,42
C3 – S2	4,40
C3 – S3	4,72
BUS P – 600	0,40
BUS P – 900	1,00
BUSETA	0,05

Fuente: MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006.

	AUTOS	BUSES	CAMIONES
TPDS =	245	46	14
TPDS =	305		
TPDS COMPOSICION =	80.3%	15.08%	4.59%
TPDS COMP AJUSTADA=	80%	15%	5%

FACTOR CAMION	TRANSITO	FACTOR DAÑO	T * FC
C2 PEQUEÑO	14	1.14	15.96
C2 GRANDE	0	3.44	0
SUMATORIA	14		15.96

FACTOR CAMION =	1.14

FACTOR VEH COMERCI	% TRANSITO	FACTOR DAÑO	%T * FC
BUSES	15	1	15
CAMIONES	5	1.14	5.23
SUMATORIA	20		20.23

FACTOR CAMION VC =	1.03

5.2 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS EN EL CARRIL DE DISEÑO Y DURANTE EL PERÍODO DE DISEÑO (N)

Con base en el TPD y los factores de daño, se obtuvo el Número de Ejes Equivalentes de 8,2 toneladas. El factor carril se adoptó igual a uno (0.9) teniendo en cuenta que la vía constará de dos carriles en cada dirección y el Factor direccional se adoptó en 50% dado que es una vía con dos carriles.

5.2.1 Resultados de ejes equivalentes

El resultado del cálculo del tránsito de diseño N, calculado para un periodo de diseño de 20 años a parir del año 2024, expresado como el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño en el periodo de diseño se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$N = TPD * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * 365 * \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} * FC$$

Donde, en el caso de la vía

TPD = Transito promedio diario inicial, 305 veh mixtos/día
A = Porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones), 17%
B = Porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño, 90%
r = Rata anual de crecimiento del tránsito: 2%, ajustado por componente de transito futuro y determinando un factor de ampliación del 2% para el tránsito atraído, en total 4%
n = Periodo de diseño, 20 años
FC = Factor camión, 1.07

TPD =	305
% VEH PESADOS =	20%
% VEH PESADOS CARRIL DE DISEÑO =	90%
RATA DE CREC % =	4%
PERIODO DE DISEÑO =	20
FACTOR CAMION =	1.03
(N) ESAL =	615,647

N = 615.647 ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el periodo de diseño.

N = 620.000 ejes equivalente de 8,2 toneladas

6. CBR DE DISEÑO

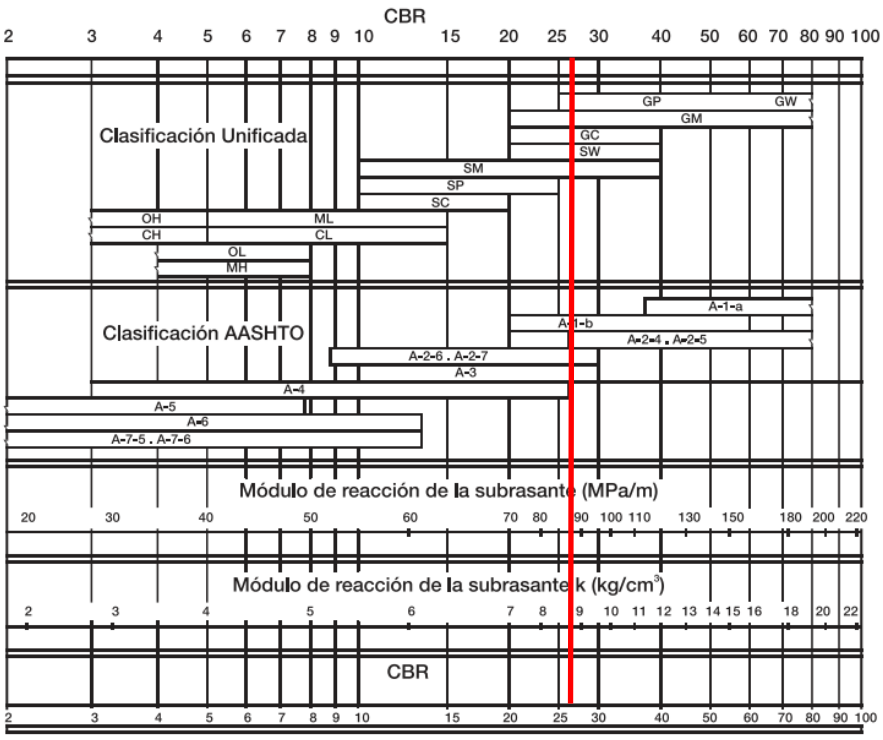
De acuerdo a los datos obtenidos por la empresa Geotécnicas del Norte, el resultado para el CBR, es:

PUNTO	CBR INALTERADO		CBR DE LABORATORIO
	CONDICIÓN		CONDICIÓN
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SUMERGIDO
SAN MARTIN	6%	2%	----
LA CAROLINA	3%	2%	----
SAN LUIS	----	----	8,5% (al 100% de compactación)
TORCOROMA - HERMANAS CALCUTA	----	----	12,8 (al 95% de compactación) 19,4 (al 98% de compactación) 25,0 (al 100% de compactación)
TORCOROMA - CANCHA	----	----	12,1 (al 95% de compactación) 18,5 (al 98% de compactación) 24,5 (al 100% de compactación)

De acuerdo a los datos y al análisis realizado, el CBR de diseño es 18.5%

7. MODULO DE REACCION DE LA SUB-RASANTE

El módulo de reacción de la subrasante, k, ha sido estimado en función de su CBR, mediante la siguiente gráfica:



Para el valor de CBR de 18.5%, se tiene:

K = 6.8 Kg/cm^3

K = 245.57 PCI

8. ALTERNATIVA DE LA ESTRUCTURA PARA PAVIMENTO RÍGIDO POR LA METODOLOGIA DE LA AASHTO

El método de la AASHTO fue publicado en "Guie for Desing of Pavement Structures", en el cual se establece la naturaleza mecanicista del método, y plantea índices de servicialidad final e inicial, los cuales se basan en el índice mas bajo que pueda ser tolerado antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un

refuerzo o una reconstrucción. Este valor es equivalente a los controles por fatiga o erosión que plantea el método de la PCA, por lo tanto realizar el análisis de fatiga y erosión para estructuras basadas en el método de la AASHTO, no es pertinente ya que el índice de servicialidad cobija tales controles.

8.1.1 CORRELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE CBR Y EL MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE – K

De acuerdo a la correlación planteada, el módulo de reacción, K, de la sub-rasante adoptado para el análisis de la estructura de pavimento rígido es K = 245.57 pci, el cual es un soporte alto.

La capacidad de soporte del suelo de fundación es alta, para el soporte de la losa de concreto se propone colocar una base granular, la cual aporta para prevenir el bombeo de las losas por efecto de la acción del agua de infiltración expulsando finos a través de las juntas o fisuras. Sin embargo, por ser una subrasante de caracteristicas excelentes para la fundacion del pavimento rígido propuesto, se desprecia el aporte a la capacidad de soporte que ofrece esta base granular.

8.2 MÉTODO DE DISEÑO POR LA METODOLOGÍA DE LA AASHTO

Para el uso de esta metodología el consultor se apoyará en las bases teóricas y científicas aportadas por AASHTO establecidas para el uso de esta metodología de diseño, además de herramientas computacionales diseñadas para tal fin, como es el caso del software de la ecuación AASHTO para determinar el espesor de la losa que debe soportar el tránsito de diseño estimado en 620.000 ejes de 8.2 toneladas.

- **Nivel de Serviciabilidad**

Conociendo que ΔIPS = Po – Pt = 4.5 -2.0 = 2.5, teniendo en cuenta las Tablas. Para los datos de entrada se considera la vía como una vía urbana con un coeficiente de confiabilidad del 90%, una desviación estándar (S_o) total de 0.39.

Serviciabilidad inicial (Po)

Tipo de tránsito	Serviciabilidad inicial Po
Concreto	**4.5**
Asfalto	4.2

Servicialidad Final (Pt)

Tipo de vía	Serviciabilidad final Pt
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5
Zonas Industriales	
Pavimento urbano principal	1.05 – 2.0
Pavimento urbano secundario	**1.5 – 2.0**

- **Coeficientes de aporte y drenaje (mi)**

Los coeficientes estructurales y de drenaje empleados para el dimensionamiento de las intervenciones se observan en la Tabla.

Valores de m_i recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y sub-base granulares

Calidad del drenaje	% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximo a la saturación			
	<1	1 – 5 %	5 – 25 %	>25 %
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Aceptable	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.8	0.80 – 0.60	**0.60**
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

- **Resistencia de las capas del pavimento**

El concreto seleccionado es aquel que garantiza un módulo de ruptura mínimo de 4.1 MPa. De acuerdo con el método de diseño mecanicista de pavimentos rígido de la AASHTO, se tiene la siguiente correlación entre el Módulo de Elasticidad del concreto (E_C) y el Módulo de Ruptura del concreto (M_R)

$E_C = 6\ 750 * M_R$ en unidades inglesas.

De acuerdo al concreto seleccionado $M_R = 4.1$ MPa = 594.65 psi

$E_C = 6750 * 594.65 = 4\ 013\ 887$ psi

- **Coeficiente de transferencia de carga**

Se construirá sardinel y el pavimento se proyecta con pasadores y dovelas, con lo que se usa un coeficiente de transferencia de carga (J) de 3.9 (Ver Tabla).

Coeficiente de transferencia de carga (J)

Coeficiente de transferencia de carga (J)

Berma	Asfáltica		Anclada y de concreto de cemento Pórtland	
Dispositivos de transmisión de carga	Sí	No	Sí	No
Pavimento con juntas Concreto simple o concreto reforzado	3.2 ○	3.8 – 4.4 ○	2.5 – 3.1 ○	3.6 – 4.2 ◉
Pavimento de concreto continuamente reforzado	2.9 – 3.2 ○	N/A	2.3 – 2.9 ○	N/A

- **Desviación estándar**

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la Tabla se muestran estos valores. Para este caso se toma un valor de 0.39.

Valores para la desviación estándar.

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S_0)	
	Pav. rígido	Pav. flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.34	0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.39	0.49

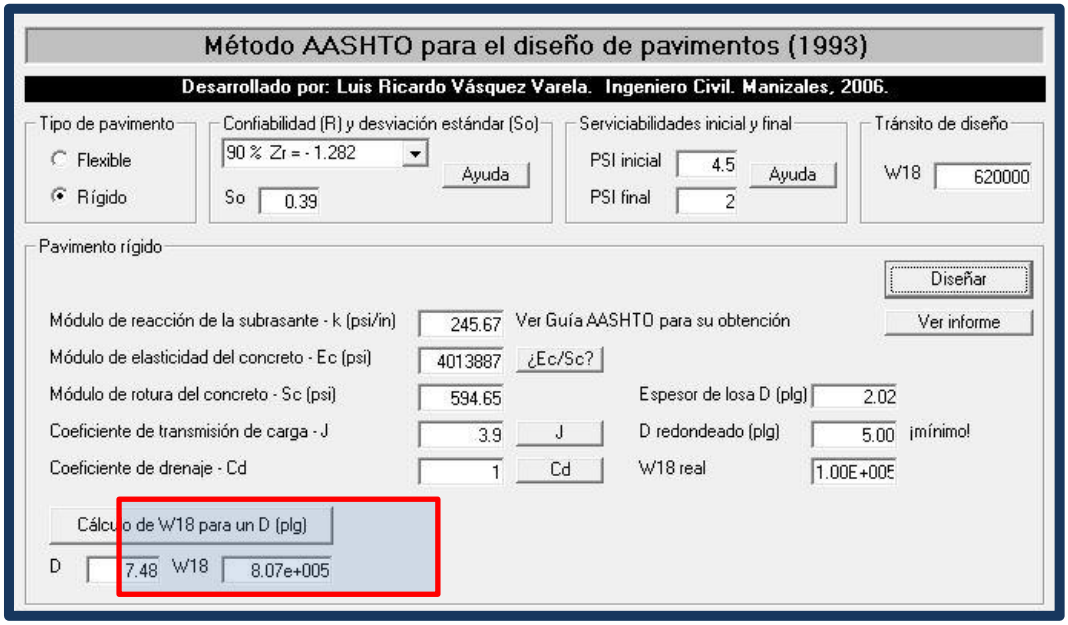
- **Nivel de confiabilidad**

El grado de importancia de la vía tiene que ver con el uso esperado de la misma. Así, para vías principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un sub-dimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura.

En la tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

Niveles de confiabilidad para diferentes carreteras

Clasificación	Nivel de confiabilidad	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales u otras	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de Tránsitos	**80 - 95**	**75 - 95**
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80



```
GUÍA AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS (1993)
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, Colombia. 2005.

PAVIMENTO RÍGIDO

Confiabilidad                                    : 90 %  Zr = - 1.282
Desviación estándar (So)                         : 0.39
PSI inicial                                      : 4.50
PSI final                                        : 2.00
Tránsito de diseño (W18)                         : 6.200E+005

Módulo de reacción efectivo de la subrasante (k) -pci- : 2.457E+002

Módulo de elasticidad del concreto (Ec) -psi-    : 4.014E+006
Módulo de rotura del concreto (Sc) -psi-         : 5.947E+002

Coeficiente de transferencia de carga (J)        : 3.90
Coeficiente de drenaje (Cd)                      : 1.00

Espesor de la losa (D) -plg-                     : 2.02E+00
Espesor de la losa redondeado (D) -plg-          : 5.00E+00

Tránsito real para la estructura dispuesta       : 1.003E+005
```

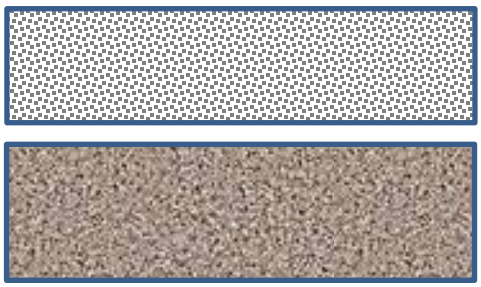
Analizando los datos optenidos, se observa que el software recomienda una losa de 5 pulgadas, pero le transito real para esta losa es de 100.300, menor al transito proyectado

Disponiendo en de una losa de 7.48 pulgadas (19 centimetros) el transito real dispuesto es de 807.000, tal como se muestra en la parte inferior izquierda del reporte.

La estructura recomendada por el método de la AASHTO es:

ALTERNATIVA PARA PAVIMENTO RIGIDO DEL PROYECTO

19 CM



LOSA DE CONCRETO

MR = 4.1 MPa

15 CM

BASE GRANULAR

Norma INVIAS 330-22

La losa propuesta es de un concreto con módulo de rotura de 4.1 MPa

9. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE JUNTAS

El diseño de juntas en los pavimentos de concreto es el responsable del control del agrietamiento, así como de mantener la capacidad estructural del pavimento y su calidad de servicio en los más altos niveles al menor costo anual.

Además, las juntas tienen funciones más específicas, como lo son:

- El control del agrietamiento transversal y longitudinal provocado por las restricciones de contracción combinándose con los efectos de pandeo o alabeo de las losas, así como las cargas del tráfico.
- Dividir el pavimento en incrementos prácticos para la construcción (por ejemplo, los carriles de circulación)
- Absorber los esfuerzos provocados por los movimientos de las losas.
- Proveer una adecuada transferencia de carga.
- Darle forma al depósito para el sellado de la junta.

Una construcción adecuada y a tiempo, así como un diseño apropiado de las juntas incluyendo un efectivo sellado, son elementos claves para el buen comportamiento del sistema de juntas.

9.1 DISEÑO DE JUNTAS

En las losas que conforman un pavimento se dan esfuerzos como consecuencia del paso de los vehículos y de los movimientos de contracción y dilatación del concreto y a las diferencias en la temperatura, o en la humedad, entre la cara superficial y la de soporte de la losa, estos esfuerzos se controlan con el diseño de las juntas.

9.1.1 Clasificación de las Juntas

Las juntas en los pavimentos tienen diferentes funciones y según ellas se pueden clasificar en juntas de construcción, de contracción, de alabeo y de expansión o aislamiento. También se pueden clasificar según su alineación, en longitudinales y transversales.

9.1.2 Juntas de construcción

Lo más frecuente es construir los pavimentos de concreto por carriles, generando juntas longitudinales. Estas juntas se diseñan siguiendo las recomendaciones del numeral 9.2.2.

Además de las juntas longitudinales descritas, se presentan juntas de construcción transversales, cuando se suspenden las labores de colocación del concreto, bien sea por la finalización de la jornada laboral, por alguna interrupción en el suministro del material o por averías en alguno de los equipos empleados para su producción, transporte o colocación.

Pero esa interrupción debe ser tan larga como para que el concreto ya colocado haya alcanzado su fraguado final. El tiempo en que esto sucede depende de las propiedades del concreto, del empleo o no de aditivos retardantes y de las condiciones climáticas.

9.1.3 Juntas de retracción o contracción

Con este nombre se denominan las juntas que se hacen para liberar los esfuerzos que se desarrollan, en las primeras horas después de construido el pavimento, cuando el concreto sufre contracciones mientras se seca y enfría.

Estas juntas se hacen cortando el concreto, después de que pasan dos horas de haber terminado las labores de enrasado, nivelado y rayado, pero antes de pasadas 12 horas, si el corte se va a realizar con equipos de aserrado dotados de discos adiamantados.

El momento del corte depende de la conjugación de muchas variables, sobretodo del contenido de cemento, las temperaturas del concreto y ambiente durante la construcción del pavimento, la calidad de los agregados y la fricción de la losa con su soporte.

Las juntas también se pueden cortar mientras el concreto está fresco cuando se trata de obras con bajo nivel de tránsito, con velocidad de circulación restringida o en aquellas vías en las que la regularidad superficial no sea un parámetro de gran importancia.

El espaciamiento de estas fisuras, llamadas de retracción o contracción, oscila entre 15 y 40 m, según las características del concreto, la fricción de la losa con su apoyo y las condiciones climáticas durante la construcción del pavimento y apenas termina ésta.

9.1.4 Juntas de alabeo

El concreto se puede agrietar si se ve sometido a cambios diferenciales en la humedad y en la temperatura. En un día caluroso, la superficie del pavimento tiene mayor temperatura que su apoyo, obligando a las losas a levantarse en el centro y a apoyarse en los extremos, lo que produce esfuerzos que pueden generar fisuras; en la noche, el fenómeno se invierte y los esfuerzos de tracción se desarrollan en la cara inferior del pavimento.

Los gradientes de humedad también inducen esfuerzos en el pavimento, pero de menor magnitud y casi siempre opuestos a los generados por los gradientes térmicos; esto se debe a que una mayor temperatura, en condiciones normales, va acompañada, de un menor contenido de humedad. Las fisuras inducidas en el pavimento por los gradientes térmicos y por la retracción del concreto, son características propias del comportamiento del material, e

inevitables, por lo cual el diseño de las juntas está orientado, a controlar la dirección y aparición descontrolada de dichas fisuras.

Pero se ha comprobado, por medio de la observación de antiguos pavimentos construidos con juntas muy separadas entre sí, que las fisuras por ello generadas, llamadas de alabeo, tienen una separación que oscila entre 4,5 y 6 m y se localizan intercaladas entre las de contracción.

9.1.5 Juntas de expansión o aislamiento

Reciben este nombre las juntas que se hacen dentro del pavimento para aislarlo de otras estructuras, de otros pavimentos, o cuando hay cambios bruscos de dirección.

Estas juntas, generalmente tienen la forma de rombo, de círculo, de triángulo o de semicírculo, cuando su función es la de aislar un elemento ajeno al pavimento, como pueden ser los sumideros, las cajas de inspección o cualquier otro elemento que estén dentro del pavimento.

Sin embargo, también pueden tener forma de línea recta, cuando se construye con el fin de aislar los pavimentos de concreto de otros tipos de pavimentos, cuando se presentan cambios bruscos de dirección, en las intersecciones viales o cuando es necesario aislar el pavimento de estructuras fijas, como es el caso de los puentes.

La particularidad de estas juntas es que son anchas, del orden de 10 a 15 mm. Estas juntas se deben diseñar teniendo en cuenta las observaciones del numeral 9.3.1.

9.1.6 Juntas longitudinales

Las juntas longitudinales pueden ser de alabeo o de construcción. El objetivo básico de estas juntas es el de controlar las fisuras que se pueden presentar en los pavimentos cuando se construyen con anchos superiores a los 4,5 metros. En nuestro medio, en el cual existe la tradición de construir los pavimentos por carriles, con un ancho cercano a los 3,65 m, las juntas longitudinales son normalmente de construcción.

Cuando el pavimento que se construye no tiene confinamiento lateral, es necesario dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje, para impedir el desplazamiento de las losas de un carril, respecto a las del otro. Los aceros, como se dijo deben cumplir con el Artículo INV 500-13 y lo que sea aplicable del Artículo 640-13, se admiten aceros con resistencia de 280 MPa (40000 psi) y 420 MPa (60000 psi).

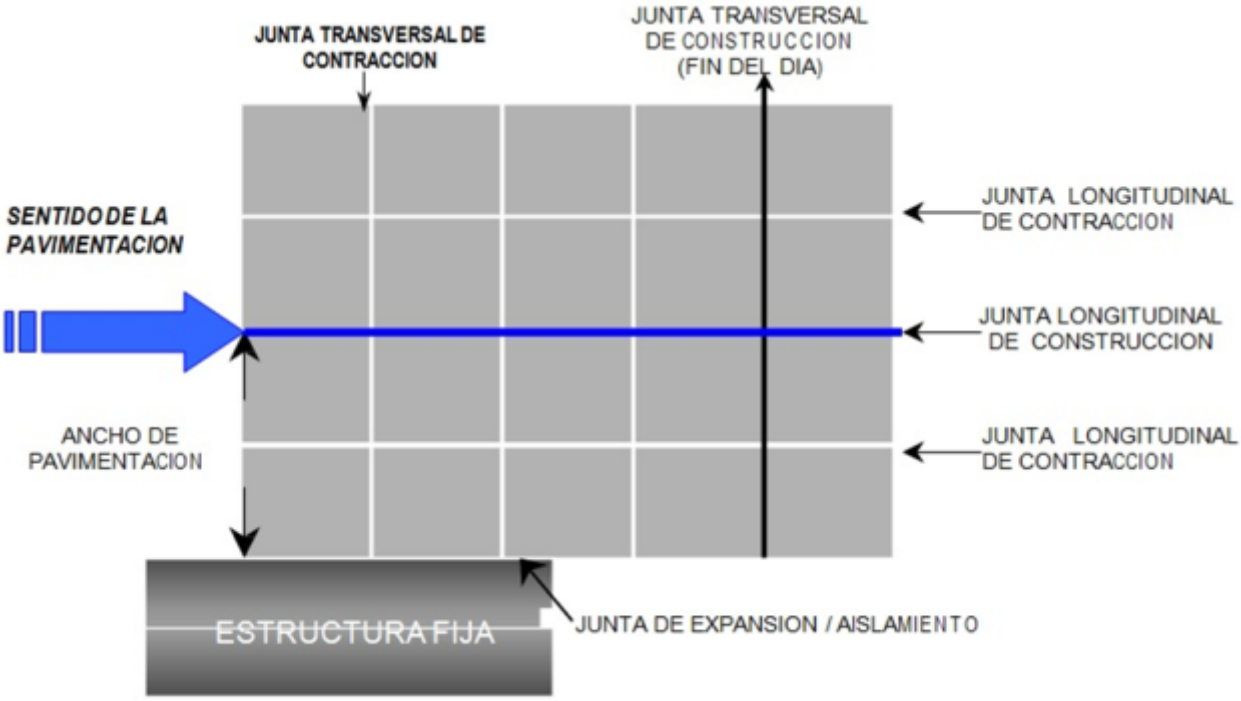
La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje, se puede hacer según los criterios indicados en la Tabla.

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,80	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

Recomendación para las barras de anclaje.

9.1.7 Juntas transversales

Las juntas transversales agrupan a las de contracción, alabeo, expansión y construcción, pues, cuando el pavimento se da al servicio, es muy difícil determinar la función de cada una de ellas. El diseño de las juntas transversales se realiza, con el fin de controlar las fisuras del concreto por contracción y alabeo; por lo tanto, el espaciamiento entre ellas, debe ser menor que 6 m. Se ha demostrado que cuando la separación se aproxima a 4,5 m, permiten controlar prácticamente todas las fisuras y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio es mejor.



Clasificación de las Juntas

9.1.8 Consideraciones para el diseño de juntas

Como ya se mencionó en los párrafos anteriores la necesidad del sistema de juntas es el resultado del deseo de controlar el agrietamiento transversal y longitudinal. Este agrietamiento se presenta por la combinación de varios efectos, entre los que podemos mencionar la contracción por secado del concreto, los cambios de humedad y de temperatura, la aplicación

de las cargas del tráfico, las restricciones de la sub-rasante o terreno de apoyo y también por ciertas características de los materiales empleados.

En orden, para diseñar un adecuado sistema de juntas se recomienda evaluar las siguientes recomendaciones:

• Consideraciones Ambientales: Los cambios en la temperatura y en la humedad inducen movimientos de la losa, resultando en concentraciones de esfuerzos y en alabeos.

• Espesor de losa: El espesor del pavimento afecta los esfuerzos de alabeo y las deflexiones para la transferencia de carga.

• Transferencia de carga: La transferencia de carga es necesaria a lo largo de cualquier junta del pavimento, sin embargo, la cantidad requerida de transferencia de carga varía para cada tipo de junta. Cuando se empleen barras de amarre o pasa-juntas, el tipo y el tamaño de las barras influyen en el diseño de juntas.

• Tráfico. El tráfico es un factor extremadamente importante para el diseño de juntas. Su clasificación, canalización y la predominancia de cargas en el borde influyen en los requerimientos de transferencia de carga para el comportamiento a largo plazo.

• Características del concreto: Los componentes de los materiales afectan la resistencia del concreto y los requerimientos de juntas. Los materiales seleccionados para el concreto determinan las contracciones de la losa, por ejemplo, del agregado grueso influye en el coeficiente térmico del concreto, en adición a esto los agregados finos tienen una influencia perjudicial en el comportamiento de las juntas. En muchas ocasiones el despostillamiento es resultado de concentraciones de materiales malos a lo largo de las juntas.

• Tipo de sub-rasante o terreno de apoyo: Los valores de soporte y las características friccionantes en la interfase del pavimento con el terreno de apoyo para diferentes tipos de suelos afectan los movimientos y el soporte de las losas.

• Características del sellador: El espaciamiento de las juntas influye en la selección del tipo de sellador. Otras consideraciones, tales como adecuados factores de forma y costos, ciclos de vida también afectan la selección del sellador.

• Apoyo lateral: El tipo de acotamiento (de concreto y amarrado, de asfalto, de material granular) afecta el soporte de la orilla del pavimento y la habilidad de las juntas centrales para realizar la transferencia de carga.

• Experiencia pasada: Los datos locales del comportamiento de los pavimentos son una excelente fuente para establecer un diseño de juntas, sin embargo, la mejora a los diseños del pasado con la tecnología actual puede mejorar significativamente su comportamiento.

9.2 SISTEMA PARA LA TRANSMISIÓN DE CARGAS

9.2.1 Trabazón de agregados

Cuando se produce la ruptura de la sección del pavimento debido a una reducción en el espesor de la losa (por corte a edad temprana), por una hendidura sobre el concreto fresco, o por una fisura espontánea (debido a un retraso en la ejecución de los cortes o a un incorrecto diseño de la disposición de las juntas), se presenta transmisión de cargas entre los tramos de losa o las losas vecinas, debido a la trabazón de agregados, siempre y cuando la fisura no tenga un ancho superior a un milímetro.

Este mecanismo de transmisión de cargas es adecuado en pavimentos que cumplan simultáneamente con los requisitos siguientes: La longitud de las losas sea menor que cinco

metros y su soporte no sea susceptible de ser sometido al fenómeno de bombeo; además, el número de camiones que se espera que circulen por día, sea inferior a 175 en cada carril y, por último, que las condiciones climáticas sean favorables.

Sin embargo, si alguna de estas condiciones no se cumple, es posible mejorar la transferencia de cargas colocando pasadores de carga, llamados pasa-juntas (dovelas), construyendo una base propicia o combinando ambas alternativas.

9.2.2 Varillas de transferencia de carga (dovelas)

Cuando la trabazón de agregados no es suficiente para lograr la transmisión de carga, se pueden utilizar, para alcanzar dicho objetivo, varillas de transferencia de carga, conocidas como pasadores de carga, o dovelas, que son, barras de acero cortas y lisas con un límite de fluencia (fy) mínimo de 4200 MPa (60000 psi), de acuerdo con el Artículo INV 500-07 y el Artículo INV 640-07, metidas dentro del concreto fresco. Los pasadores se instalan en las juntas de tal manera que permitan a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente, y su función es, entonces, absorber los esfuerzos de cortante, generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45% de la carga de diseño, cuando esta se coloca cerca de la junta.

Las dovelas, para poder cumplir con su objetivo, deben ser fáciles de instalar, lisas y al menos dos terceras partes de su longitud deben estar recubiertas con un material antiadherente, con el propósito de no restringir los desplazamientos horizontales de las losas. Además, deben ser resistentes a la fatiga y a la corrosión.

En cuanto a las dimensiones, espaciamiento y longitud de los pasadores, la práctica se ha reducido a la aplicación de los criterios indicados en la Tabla.

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

Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga

Los pasadores se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase los 10 mm respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto, es la de colocar los pasadores sobre unos soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto.

El concreto alrededor de los pasadores debe tener la misma compactación que en el resto del pavimento, para evitar la creación de zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área que se puede fisurar.

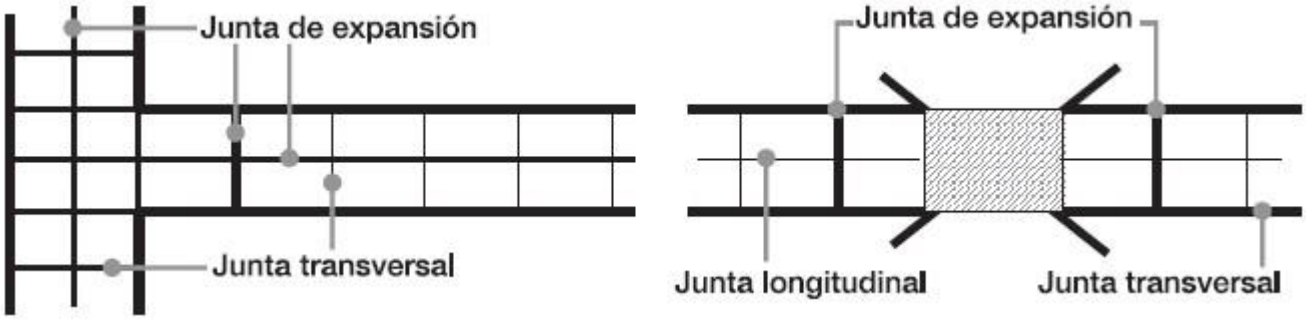
BARRAS DE ANCLAJE Y PASADORES

Tramo	BARRAS DE ANCLAJE, Fy= 420 MPa	PASADORES, Fy= 420 MPa
Cl 8A ENTRE MZ 9F Y 10F	D= ½", L=0.85 M, C/1.20 M	D= 1", L= 0.35 M, C/0.3 M

9.3 DISEÑO GEOMÉTRICO DE JUNTAS

9.3.1 Juntas de expansión o aislamiento

La distribución geométrica de las juntas se inicia con la definición de los lugares en los cuales se colocan las juntas de expansión o aislamiento, que por regla general se localizan en la losa anterior al punto en donde se presenta la particularidad, como se indica en la Figura.

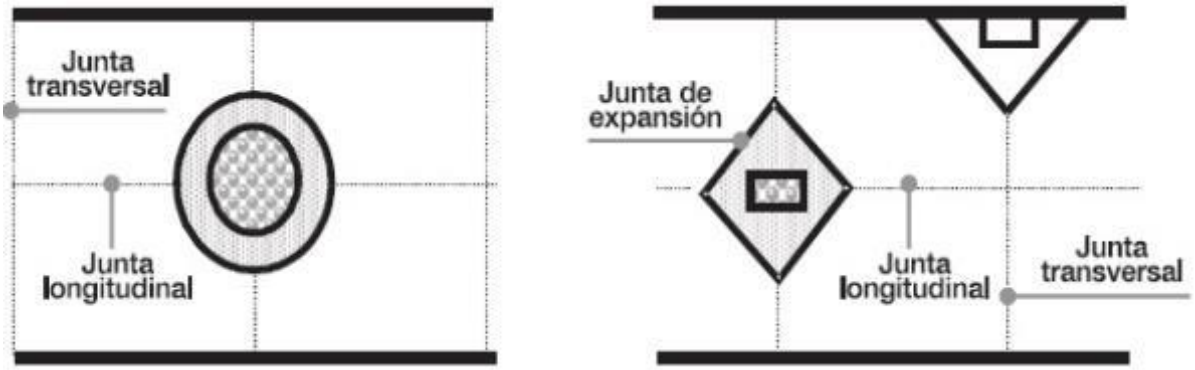


Juntas de expansión en una intersección o cerca de un obstáculo

En el caso de intersecciones, se recomienda que la junta de expansión se construya sobre la vía de menor importancia.

Las juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento, tales como sumideros, cámaras de inspección o cajas, deben estar

como mínimo a 300 mm de los bordes de dichos elementos y su forma deber ser poligonal, circular, o semicircular, como se observa en la en la Figura.



Juntas de expansión alrededor de elementos incorporados al pavimento

Cuando se trate de juntas de expansión o aislamiento con una forma poligonal, hay que construir juntas longitudinales o transversales, contracción, en cada uno de los vértices del polígono. Si la junta de aislamiento tiene forma circular o semi-circular, de ella debe salir al

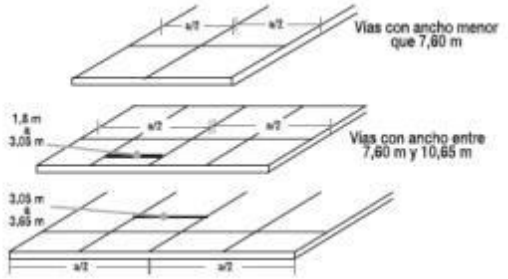
menos una junta longitudinal o transversal de contracción. Las características de las juntas de expansión se presentan en el numeral 9.1.5

Para las juntas de aislamiento entre el pavimento rígido y la cuneta existente, se recomienda un aislante tipo poliestireno expandido, junto con un cordón de respaldo y un sellante epóxico, tal como se muestra a continuación (el poliestireno debe aislar toda la superficie de contacto entre los dos elementos):

9.3.2 Juntas Longitudinales

Luego de localizar las juntas de aislamiento o expansión, se define la posición de las juntas longitudinales, teniendo en cuenta la dimensión de los equipos de construcción, el ancho de la vía a pavimentar y las restricciones constructivas, se

deben evitar siempre que la separación entre dos juntas longitudinales (ancho de las losas), sea mayor que 4 m, atendiendo las recomendaciones de los dos numerales siguientes y los de la Figura.



Localización de las juntas longitudinales de doble sentido y de ancho "A"

9.3.2.1 Vías en doble sentido

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. En vías más amplias se deben construir tres juntas longitudinales, definiendo cuatro franjas, así:

- Para vías con un ancho entre 7,60 y 10,65 m: Se construye una junta longitudinal por el centro, y a cada lado de esta, otra que esté separada entre 1,8 y 3,05 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.

9.3.2.2 Vías en un solo sentido

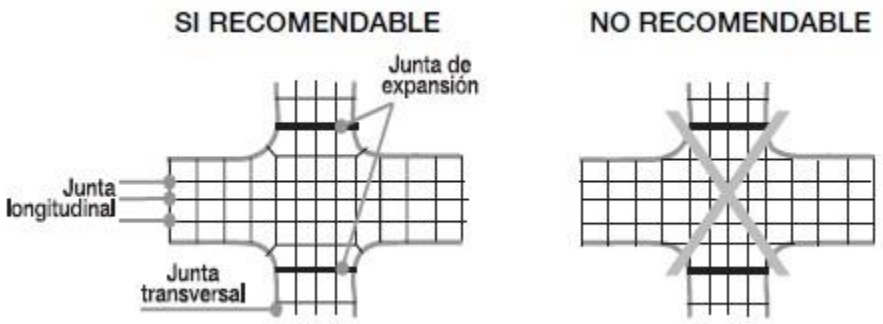
Cuando se trata de vías transitadas en una sola dirección, la disposición de juntas longitudinales se hace coincidir con los carriles de circulación de los vehículos. Normalmente la separación entre las juntas longitudinales en vías de varios carriles y un sólo sentido de circulación oscila entre 3 y 3,65 m.

9.3.3 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.

9.3.4 Otras consideraciones.

Con el fin de evitar la formación de losas con poca área, especialmente en los cambios de dirección, en las intersecciones o en las aproximaciones a estructuras existentes, se puede modificar la geometría de ciertas losas para incluir en ellas las otras de poca área como se muestra en la Figura.



Localización de las juntas en un cruce de vías

JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCION

S_{JT} = (21 a 24) D

Donde: S_{JT} = Separación máxima de Juntas Transversales (<= 5.5 m)

D = Espesor del Pavimento

S_{JT} = 22 * 0.19 m

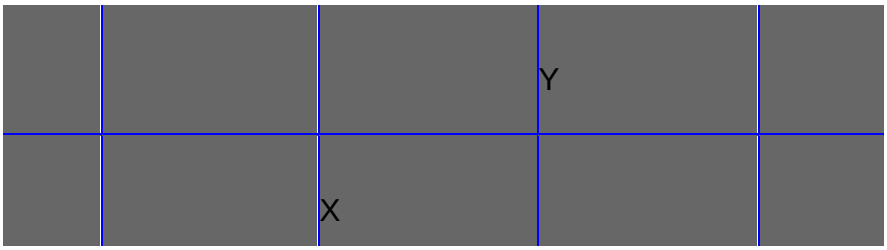
S_{JT} = 4.16 m

S_{JT} = 3.25 m

Largo de losa (sentido del tránsito): 3.25 m

La forma ideal de un tablero de losa es la cuadrada, sin embargo, no siempre es posible tener las losas perfectamente cuadradas, por lo que se debe considerar un cierto grado de rectangularidad.

La relación entre largo y ancho de un tablero de losas no deberá estar fuera de estos límites: 0.71 a 1.4.



Se recomienda que la junta longitudinal de contracción esté ubicada en el eje de la vía, siempre y cuando se cumpla con la relación:

$$0.71 < x / y < 1.4$$

Largo de losa: 3.00 metros

Ancho de losa = 3.00 metros

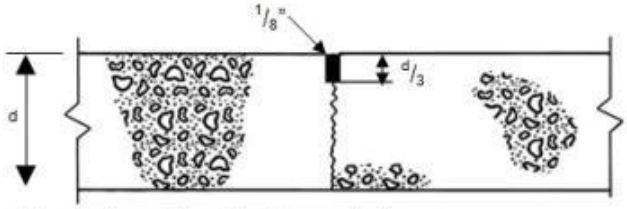
9.3.4.1 Formación de la junta de contracción

El método más común para la formación de juntas transversales es mediante el corte con discos de diamante y es esencial que se cuente con buena mano de obra para que se obtenga una superficie suave y durable libre de despostillamientos.

Primeramente, se realiza un corte inicial cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el

agrietamiento, este corte inicial proporciona un plano de debilidad donde se iniciará el agrietamiento.

El corte deberá ser de al menos un tercio del espesor de la losa (D/3) y tener un ancho mínimo de 1/8 de pulgada (3 mm).



a) Junta de contracción sin pasajuntas

Elegir bien el momento para entrar a realizar este corte es crítico, ya que un corte temprano o prematuro provoca despostillamientos y desmoronamientos a lo largo de la cara de la junta, mientras que un corte tardío provoca agrietamientos en otras partes de la losa. El corte se iniciará tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para resistir los desmoronamientos en los bordes de la junta, que en nuestro país esto sucede de 6 a 8 horas después de colocado el concreto.

Las condiciones ambientales como lo son la temperatura ambiente, el cambio o gradiente de temperatura, el viento, la humedad y la luz del sol directa tienen una gran influencia en el desarrollo de la resistencia del concreto y por lo tanto en el tiempo óptimo para realizar el corte. Además, el diseño de la mezcla de concreto también influye, por ejemplo, mezclas con agregados suaves requieren menos desarrollo de resistencia para realizar el corte que los agregados más duros.

9.3.4.2 Junta Transversal de Construcción

Las juntas transversales de construcción son las empleadas en interrupciones ya planeadas de los trabajos de pavimentación como lo son el final de un día de pavimentación, en accesos o aproches de un puente y también en donde interrupciones no planeadas suspenden los trabajos de pavimentación por algún período de tiempo considerable.

Las juntas de construcción previamente planeadas, como las del final de un día de pavimentación, son construidas en las ubicaciones normales de las juntas y al ser estas juntas empalmadas a tope requieren de pasa-juntas (de acero liso redondo) ya que no podrán contar con la trabazón de agregado para la transferencia de carga.

En el caso de las juntas de construcción no planeadas, se presentan justamente en una junta de contracción ya planeada o muy cerca de ella, se recomienda que la junta se empalme a tope con pasa-juntas, mientras que si la interrupción no planeada se presenta en los dos

primeros tercios de la separación normal de las juntas, la junta deberá ser endientada con barras de amarre (barras de acero corrugado), con el objeto de prevenir que la junta no agriete la losa adyacente.

9.4 FORMACIÓN DE LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN

El método más común de construir una junta transversal de construcción es terminando los trabajos de pavimentación en una cimbra cabecera. Sin embargo, como la colocación de esta cimbra requerirá de mano de obra, esto puede provocar que en esa zona la superficie del pavimento quede un poco más áspera, por lo que se recomienda un cuidado especial a los trabajos de terminado en esta zona para asegurarnos de tener una superficie suave.

Los pasa-juntas se colocan a través de la cimbra en unos agujeros previamente perforados en la cimbra y se recomienda dar una consolidación adicional al concreto para asegurar un satisfactorio encajonamiento de los pasa-juntas. Antes de reanudar los trabajos de pavimentación se deberá quitar la cimbra cabecera.

Las juntas transversales de construcción que caigan en donde originalmente se planeó construir una junta de contracción o de aislamiento se deberán sellar de acuerdo a las especificaciones de la junta originalmente planeada, con la excepción de que las juntas transversales de construcción no requieren de un corte inicial. Para junta de construcción de emergencia (endientada y amarrada) se realiza y se sella un corte de 1" (25mm).

10. SELLADO DE JUNTAS

El objetivo del sellado de juntas es minimizar la infiltración del agua superficial y de materiales incompresibles al interior de la junta del pavimento y por ende al interior del pavimento y de su estructura.

Otra de las características que deben satisfacer las juntas selladas es la capacidad de resistir las repeticiones de contracción y expansión, al contraer y expandirse el pavimento debido a los cambios de temperatura y humedad.

El problema que puede presentarse con la infiltración de agua al interior del pavimento es el efecto conocido como "bombeo". El bombeo es la expulsión de material por agua a través de las juntas. Mientras el agua es expulsada, se lleva partículas de grava, arena, arcilla, etc., resultando una progresiva pérdida de apoyo del pavimento.

Los materiales contaminantes incompresibles causan presiones de apoyo puntuales, que pueden llevar a despostillamientos y desprendimientos. Además, al no permitir la expansión de las losas de concreto se pueden presentar levantamientos de las losas de concreto en la zona de la junta.

10.1 Limpieza Previa

Previo al sellado, la abertura de la junta deberá ser limpiada a fondo de compuestos de curado, residuos, natas y cualquier otro material ajeno. La limpieza de las caras de la junta afecta directamente la adherencia del sellante al concreto. Una limpieza pobre reduce la adherencia del sellador a la interfase con la junta, lo que reduce significativamente la efectividad del sellador. Por lo tanto, la correcta limpieza es esencial para obtener una superficie de junta que no perjudicará el lazo o adhesión con el sellador.

La limpieza se puede hacer con sand-blast, agua, aire a presión, cepillado de alambre o de varias otras maneras, esto dependiendo de las condiciones de la junta y las recomendaciones del fabricante del sellador.

DETALLE DE LA CONSTRUCCION DE LA JUNTA Y EL SELLO



NOTA:

- La relación ancho / profundidad del sellador liquido deberá ser como mínimo 1:1 y como máximo 2:1.
- La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá ser hecha en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o el despostillamiento. El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después de fundido el concreto.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la inspección visual y topográfica, la vía cuenta con confinamiento tipo sardinel, el cual debe ajustarse al ancho propuesto, esto con el fin de mantener la misma sección transversal del tramo existente.

Entre las vías que llegan o crean intersecciones con la vía del proyecto, se recomienda hacer bordillo bajo y aislar también con poliestireno expandible para

contrarrestar esfuerzos por contracción y/o temperatura, creando de esta manera una junta de aislamiento.

Se recomienda restringir el contacto de la sub-rasante con el agua, es necesario garantizar el endurecimiento de las zonas laterales con andenes peatonales, con un ancho sugerido igual o mayor a 1.5 metros, si la geometría de las construcciones aledañas lo permiten, pero en ningún caso menor a 1.0 metro.

Es necesario establecer la junta de expansión entre las losas de concreto y bordillos, para esto se recomienda la inclusión de un poliestireno expandible (icopor) del espesor de la losa, teniendo en cuenta el espacio que hay que dejar para el sello de la misma. De igual manera, con la estructura del pavimento existente.

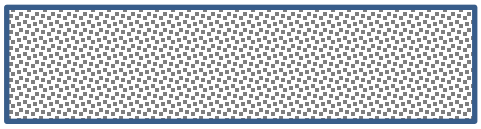
Se recomienda retirar todo el material tipo relleno antes de construir cada una de las estructuras del pavimento.

Antes de instalar el material granular, se recomienda realizar una prueba de carga que permita identificar las zonas "blandas" que son aquellas donde, por razones constructivas o por elevación del nivel freático, el CBR disminuye por debajo del 3%, las cuales deberán ser estabilizadas antes de instalar dicho material, construyendo un pedraplén con un espesor de 0.4 metros con piedra y material de sello tipo SBG, o hasta garantizar el restablecimiento de la capacidad de diseño de soporte de la subrasante.

La estructura recomendada es:

PAVIMENTO RIGIDO DEL PROYECTO

19 CM



LOSA DE CONCRETO

MR = 4.1 MPa

15 CM



BASE GRANULAR

Norma INVIAS 330-22

Se recomienda realizar el diseño de la mezcla del concreto a usar en la pavimentación de las calles objeto de esta consultoría.

Las barras de anclaje y transferencia se relacionan a continuación:

BARRAS DE ANCLAJE Y PASADORES

Tramo	BARRAS DE ANCLAJE, Fy= 420 MPa	PASADORES, Fy= 420 MPa
Cl 8A ENTRE MZ 9F Y 10F	D= ½", L=0.85 M, C/1.20 M	D= 1", L= 0.35 M, C/0.3 M

Todas las juntas deben sellarse de acuerdo a las recomendaciones dadas en el aparte 9 del presente documento.

Este diseño solo considera alternativas para la estructura del pavimento rígido, no se incluyen los elementos de confinamiento como obras de arte, alcantarillas, sardineles, andenes, cunetas, imprevistos, por fallas que puedan aparecer durante o posterior al proceso constructivo.

Se hace necesario el diseño de iluminación artificial y señalización vial que permita localizar las estructuras y elementos requeridos para la vía.

En toda la vía se deben implementar sistemas de drenaje y sub-drenaje que protejan la estructura del pavimento de la acción del agua, para de esta manera garantizar la estabilidad de la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, MINTRANSPORTE. Manual de Diseño de Pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Medellín, 2008.

MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. Bogotá, 2006.

ICPA, documento JUNTAS EN PAVIMENTO DE HORMIGON, Ing Diego Calo, Santa Fé, Argentina. 2015

Guía AASHTO: Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.

JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES
MP 54202 – 74095 NTS