ALCALDÍA DE SANTA MARTA
Distrito Turístico, Cultural e Histórico

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DENOMINADO "EL CURVAL" EN LA ZONA URBANA Y RURAL DE SANTA MARTA D.T.C.H.



DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA DE ACCESO A PTAP EL CURVAL.

DICIEMBRE DE 2022

REVISIÓN Y APROBACIÓN

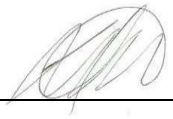
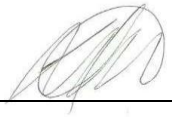
Título documento: DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA DE ACCESO A PTAP "EL CURVAL"				
Código del documento: CURSAM_AC_D_IN_03_DisPavimento_PTAP_V2				
APROBACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**		**1**	**2**
	Elaboración	**Nombre**	Ernesto Molina Mendoza	Ernesto Molina Mendoza
		Firma		
		Fecha	Octubre 2022	Diciembre 2022
	Revisión	**Nombre**	Alejandro Velásquez	Alejandro Velásquez
		Firma		
		Fecha	Octubre 2022	Diciembre 2022
	Interventoría	**Nombre**	Nelson Vanegas Ortiz	Nelson Vanegas Ortiz
		Firma		
		Fecha	Octubre 2022	Diciembre 2022

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 3
1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO 3
1.2. LOCALIZACIÓN 3
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 5
3. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS 7
3.1. PERFIL ESTRATIGRÁFICO 7
3.2. NIVEL FREÁTICO (N.A.F.) 8
4. DISEÑO DE PAVIMENTO 9
4.1. DEFINICIÓN DE LA CALIDAD DE LA SUBRASANTE 9
4.2. DEFINICIÓN DE PERÉMETROS DE DISEÑO 10
6.3. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 12
4.3.1. Diseño de juntas 15
3. LIMITACIONES 18

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA N° 1 UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO A CONSTRUIR, UBICADO EN EL SECTOR EL CURVAL, ZONA RURAL SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DE MAGDALENA..... 4
FIGURA N° 2 . VISTA EN PLANTA DEL PROYECTO A CONSTRUIR..... 6
FIGURA N° 3 RELACIÓN ENTRE LA CLASIFICACIÓN DEL CUELO Y LOS VALORES DE CBR Y K..... 10
FIGURA N° 4 SELECCIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRÁNSITO..... 11
FIGURA N° 5 SELECCIÓN DE TIPO DE SUELO, SOPORTE PARA PAVIMENTO Y MÓDULO DE ROTURA 11
FIGURA N° 6 . SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS Y CONFINAMIENTO LATERAL 12
FIGURA N° 7 ESPESOR EN CM DE PLACA DE PAVIMENTO DE ACUERDO CON LAS VARIABLES DE DISEÑO SELECCIONADAS PARA T1. 12
FIGURA N° 8 ESQUEMA REPRESENTATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO APOYADO EN BASE GRANULAR Y SUBRASANTE (SUELO NATURAL). 14
FIGURA N° 9 ESQUEMA DE DETALLE DE BARRAS PASAJUNTAS O DOVELAS... 15
FIGURA N° 10 ESQUEMA DE DETALLE DE BARRAS DE AMARRE 15
FIGURA N° 11 JUNTAS DE EXPANSIÓN EN LAS INTERSECCIONES Y CERCA DE ALGÚN OBSTÁCULO..... 15
FIGURA N° 12 JUNTAS DE EXPANSIÓN EN LAS INTERCECCIONES Y CERCA DE ALGUN OBSTÁCULO. 16
FIGURA N° 13 LOCALIZACIÓN DE LAS JUNTAS LONGITUDINALES DE DOBLE SENTIDO Y DE ANCHO 2 "A"..... 16
FIGURA N° 14 LOCALIZACIÓN DE LAS JUNTAS EN UN CRUCE DE VÍAS 17

LISTADO DE TABLAS

TABLA N° 1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL ESTRATO DE MÉDANO..... 7
TABLA N° 2 DETALLE PAVIMENTO RÍGIDO A CONSTRUIR 13

INTRODUCCIÓN

El presente estudio geotécnico comprende la exploración geotécnica en campo, los análisis de información, las recomendaciones geotécnicas y diseño de pavimento de la vía de acceso del proyecto de acueducto denominado "EL CURVAL", ubicado en el sector El Curval, zona rural de Santa Marta, Magdalena.

El trabajo fue solicitado por la Empresa de Servicios Públicos ESSMAR E.S.P del Distrito de Santa Marta.

Para la elaboración del presente informe se siguieron los lineamientos generales de los Títulos A y H de la normatividad **REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10 e INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS INVIAS**.

1. GENERALIDADES

En este capítulo se describe de manera detallada los alcances del presente diseño de pavimento.

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

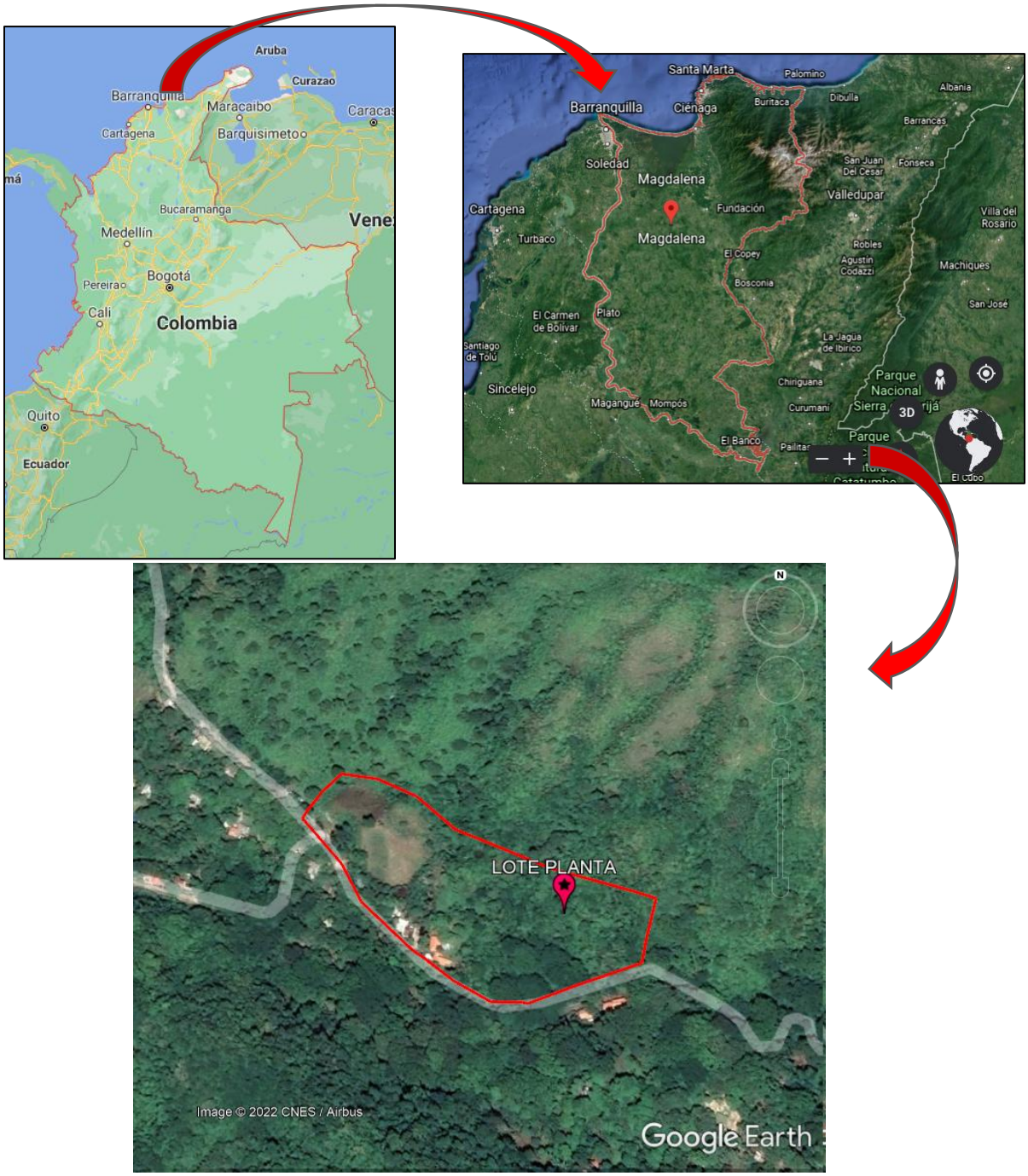
Los objetivos para alcanzar en el presente estudio son:

a) Determinar la calidad de resistencia del terreno para subrasante, de acuerdo con la estratigrafía del sitio, posición y el efecto de las aguas superficiales y subterráneas.
b) Definir las variables de diseño (TPDs).
c) Entregar las características, dimensiones y materiales para la vía a construir.

1.2. LOCALIZACIÓN

El proyecto se encuentra localizado en el sector El Curval, zona rural de Santa Marta, en el departamento del Magdalena. La figura 1.0 muestra la ubicación general del proyecto.

FIGURA N° 1 UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO A CONSTRUIR, UBICADO EN EL SECTOR EL CURVAL, ZONA RURAL SANTA MARTA, DEPARTAMENTO DE MAGDALENA



Fuente: Elaboración propia por medio de Google Earth Pro y Google Maps.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

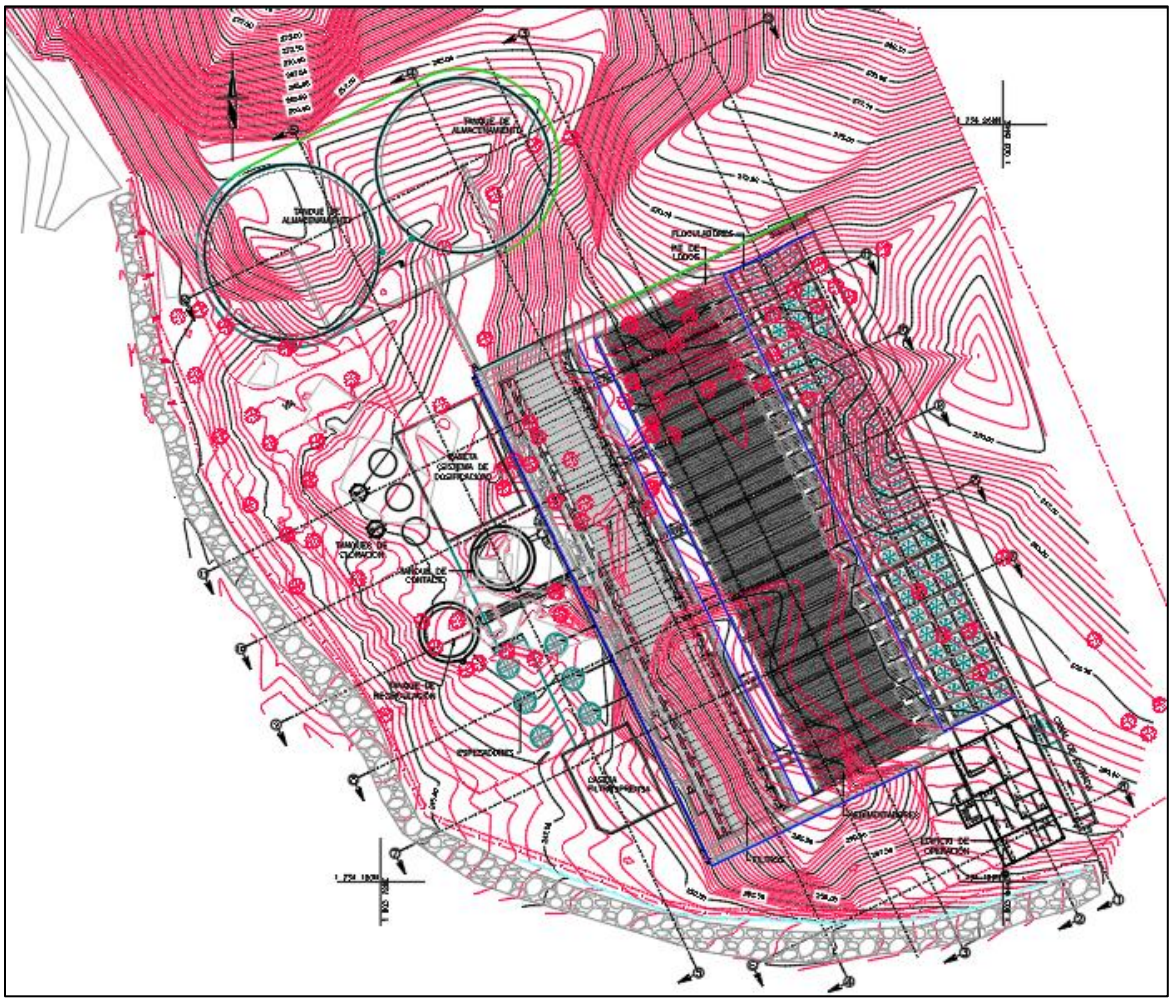
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El proyecto consiste en la pavimentación de las vías de acceso e internas de la planta El Curval, la cual tiene un área de 1,2Ha aproximadamente. En cuanto a la topografía esta es escarpada, montañosa cota más baja del lote es de 241 y la cota más elevada es de 285. La vegetación del lote es muy alta, con presencia de pasto alto y árboles típicos de la región.

El lote se extiende con zonas verdes y de cultivo, en su gran mayoría no colinda con estructuras cercanas, sin embargo, colinda en medio con una vivienda de 1 nivel.

La figura 2.0 muestra una vista en planta del presente proyecto a ejecutar. Cabe destacar que la información del proyecto anteriormente expuesta fue suministrada por el cliente, de acuerdo con los planos arquitectónicos suministrados y a las condiciones actuales encontradas al momento de realizar la exploración en campo.

FIGURA N° 2 . VISTA EN PLANTA DEL PROYECTO A CONSTRUIR



Fuente: elaboración propia por medio del plano Localización general de PTAP El Curval.

3. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS

3.1. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se realizó una observación detallada de la estratigrafía de los suelos encontradas en los sondeos realizados, basadas en la investigación en campo y resultados de laboratorio. A continuación, se muestra en la tabla 1 las propiedades geotécnicas de los suelos encontrados a nivel de subrasante (0,0 a 0,5m).

TABLA N° 1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL ESTRATO DE MÉDANO

Descripción	**Arena limosa de grano medio color habano oscuro, humedad media, compacidad media.**			
Espesor	**0,0-0,5m**			
Propiedades geotécnicas	**Características**	**Mínimo**	**Promedio**	**Máximo**
	No. Golpes/Pie	10	13	16
	% Pasa tamiz #200	13,2	18,1	23,1
	Humedad natural, ω (%)	3,75	4,49	5,24
	Límite líquido, LL (%)	N.P	N.P	N.P
	Índice plástico, IP (%)	N.P	N.P	N.P
	Peso unitario, γ (kN/m^3)	1,75	1,76	1,78
	Angulo de fricción, ϕ (°)	28	29	30
	Clasificación SUCS	**SM**		
	Clasificación AASHTO (IG)	**A-1-b**		

3.2. NIVEL FREÁTICO (N.A.F.)

A la fecha de la investigación se registraron nivel de agua freáticas a profundidad de 2,5m en el sondeo S-1, sin embargo, se encuentra superficialmente en algunos sectores aguas colgadas superficialmente debido a la temporada de lluvias. Sin embargo, estos niveles pueden aparecer y variar dependiendo de la época del año.

4. DISEÑO DE PAVIMENTO

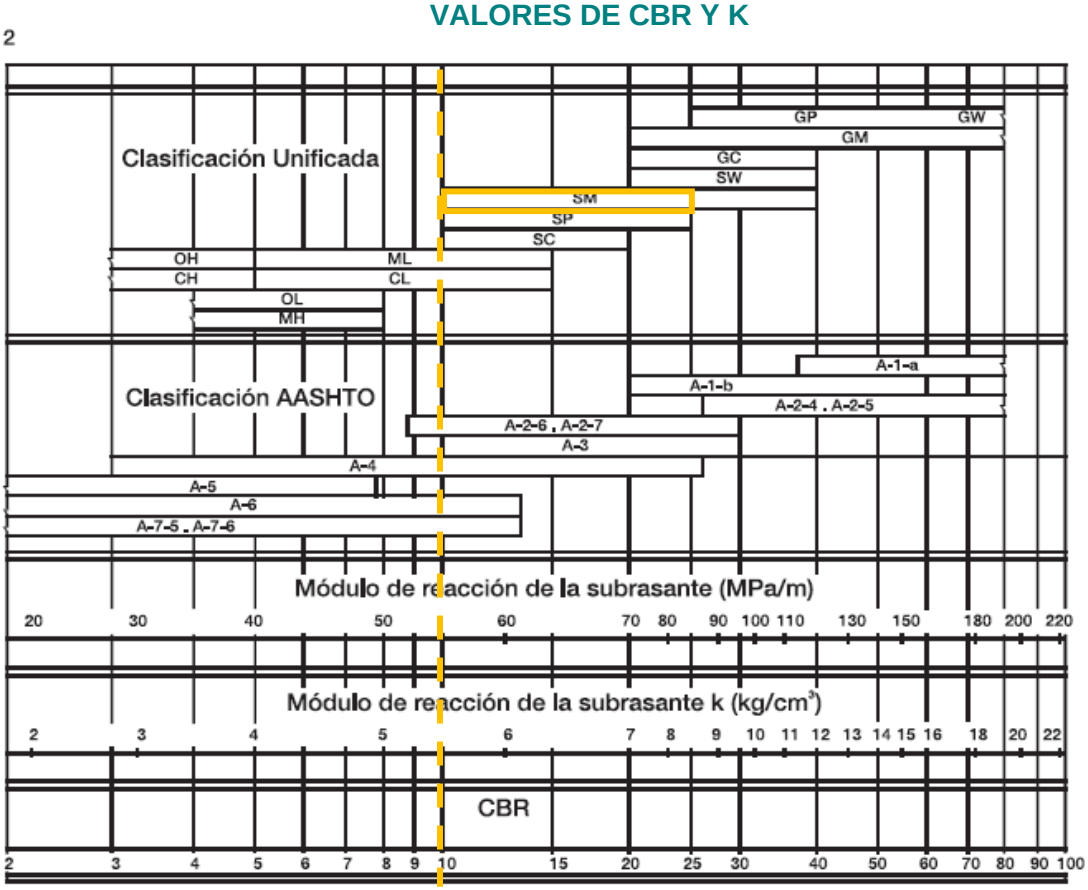
Teniendo en cuenta las condiciones en que se encuentra el subsuelo y a las características del proyecto, se recomienda la construcción de las vías de acceso e internas en **pavimento rígido o concreto hidráulico**. A continuación, se definen las variables de diseño que identifican las condiciones para las cuales realizará el presente diseño de pavimento rígido.

4.1. DEFINICIÓN DE LA CALIDAD DE LA SUBRASANTE

La estratigrafía encontrada en los sondeos realizados en campo y sus respectivos resultados de laboratorio, muestran que la subrasante (suelo natural) está conformada por Arena limosa de grano medio color habano oscuro, humedad media, compacidad media. Estos clasifican como **SM** según SUCS, y **A-1-b** según AASHTO.

Considerando una compactación como mínimo al 95% del Proctor Modificado, para este tipo de suelo el valor estimado de CBR es de 10%, según la relación entre la clasificación del suelo. Ver en la figura 3.

FIGURA N° 3 RELACIÓN ENTRE LA CLASIFICACIÓN DEL CUELO Y LOS VALORES DE CBR Y K



Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto (Londoño y Álvarez, 2008).

4.2. DEFINICIÓN DE PERÉMETROS DE DISEÑO

Teniendo en cuenta que son las vías de acceso e internas del proyecto, el transito promedio diario semanal que se estima es bajo, por lo tanto, se tomará como un tipo de vía secundaria, clasificando como categoría T1 con un TPDs de hasta 500 vehículos, siendo entre 1 a 1,5 millones de ejes acumulados de 8,2 t. Ver figura 4.

FIGURA N° 4 SELECCIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRÁNSITO

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
To	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Categorías de tránsito para la selección de espesores

En la Tabla las siglas tienen el siguiente significado:	
Vt: Vía terciaria	**M:** Medias
Vs: Vía secundaria	**A:** Anchas
Vp: Vía principal	**CC:** Carreteras de 2 direcciones
E: Estrechas	**MC:** Carreteras multicarriles
	AP: Autopistas

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto (Londoño y Álvarez, 2008).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el tipo de suelo de la subrasante es: **S3**, y la denominación para el soporte del pavimento rígido será en Base granular **BG**, y la resistencia a la flexión del concreto de **42 a 45 kg/cm^3**. Ver figura 5.

FIGURA N° 5 SELECCIÓN DE TIPO DE SUELO, SOPORTE PARA PAVIMENTO Y MÓDULO DE ROTURA

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

Clasificación de la subrasante de acuerdo con su resistencia.

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

1 Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm^2)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

* Valores de resistencias a la flexotracción del concreto (Módulo de rotura).

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto (Londoño y Álvarez, 2008).

Hay dos factores que influyen en la determinación del espesor de las losas de concreto y son la presencia de pasadores de carga (dovelas) en las juntas transversales y los confinamientos laterales del pavimento, como son las bermas, los bordillos o los andenes y de los elementos confinantes, que para efectos prácticos se denominan genéricamente como bermas, en la figura 6 se identificaran con las siglas indicadas.

FIGURA N° 6 . SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS Y CONFINAMIENTO LATERAL

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

Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto (Londoño y Álvarez, 2008).

6.3. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

En la figura 7 se puede observar el espesor de la placa de pavimento determinado según las variables seleccionadas.

FIGURA N° 7 ESPESOR EN CM DE PLACA DE PAVIMENTO DE ACUERDO CON LAS VARIABLES DE DISEÑO SELECCIONADAS PARA T1.

ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

		Tránsito T1																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1			24	28	23	27	23	27	21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23
	MR2			23	27	22	26	22	26	21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR3			22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4			20	25	21	24	21	24	19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BG	MR1			23	26	22	26	22	26	21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
	MR2			22	26	22	25	22	25	20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3			21	25	21	24	21	24	19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4			20	24	20	23	20	23	18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
BEC	MR1			20	23	20	23	20	23	18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18	20
	MR2			19	22	19	22	19	22	18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19
	MR3			19	22	18	21	19	21	17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19
	MR4			19	21	17	20	19	20	16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto (Londoño y Álvarez, 2008).

A continuación, en la tabla 2, se tienen las características del pavimento rígido a construir, las cuales cumplen con todas las exigencias de solicitación.

TABLA N° 2 DETALLE PAVIMENTO RÍGIDO A CONSTRUIR

Resistencia (kg/cm^2)	Espesor de soporte en Base Granular Art. 330 INV, e (cm)	Espesor de losa (cm)	Barras de transferencia (dovelas)	Barras de amarre
MR 42	15	19	ϕ 1", L= 35cm, S= 30cm	ϕ ½", L= 85 cm, S= 120cm
MR 45	15	18	ϕ 7/8", L= 35cm, S= 30cm	ϕ ½", L= 85 cm, S= 120cm

Donde: MR: Módulo de rotura. ϕ= Diámetro. L= Longitud, S= Separación centro a centro.

- El ancho de carril de las losas debe estar comprendida entre 3,05 y 5,0 m y la relación entre el largo y ancho de las losas debe oscilar entre 1 y 1,3, siendo las losas cuadradas las que tienen un mejor comportamiento estructura.
- La longitud de las losas no debe ser mayor a 25 veces el espesor ni mayor a 1,3 veces el ancho de esta.
- El acero de las dovelas en las juntas transversales debe ser liso y con una resistencia de 60000 psi, y el acero de las barras de anclajes deberá ser corrugado.
- Material de soporte del pavimento: Base granular Art. 330 INVIAS, espesor e= 15cm.
- La subrasante sobre la cual la losa de pavimento rígido está apoyada, debe estar compactada como mínimo al 95% del Proctor Modificado, también se deben tomar controles pendientes de densidades y realizar un ensayo CBR en obra para garantizar que la subrasante natural de apoyo este como mínimo al 10%.

- Módulo de reacción de la subrasante, es de: k= 3,0 kg/cm^3.
- Las figuras 8 a 10 muestra un detalle del esquema de diseño de pavimento.
- Para el diseño del pavimento en concreto hidráulico se deben seguir todos los lineamientos del Art. 500 INVIAS.

FIGURA N° 8 ESQUEMA REPRESENTATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO APOYADO EN BASE GRANULAR Y SUBRASANTE (SUELO NATURAL).

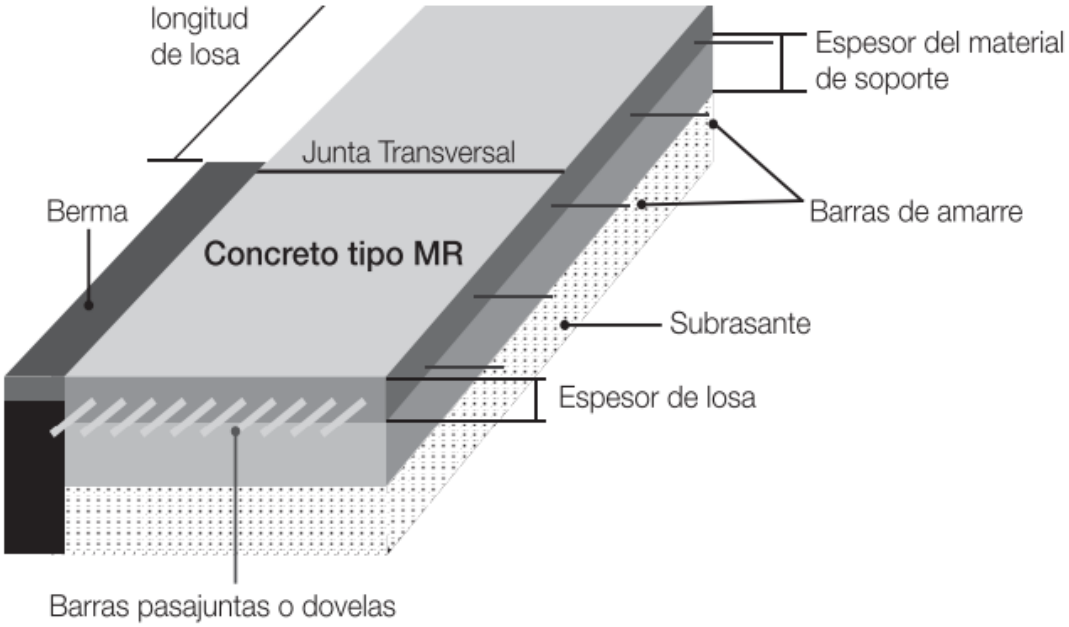


FIGURA N° 9 ESQUEMA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO APOYADO EN BASE GRANULAR Y SUBRASANTE (SUELO NATURAL).

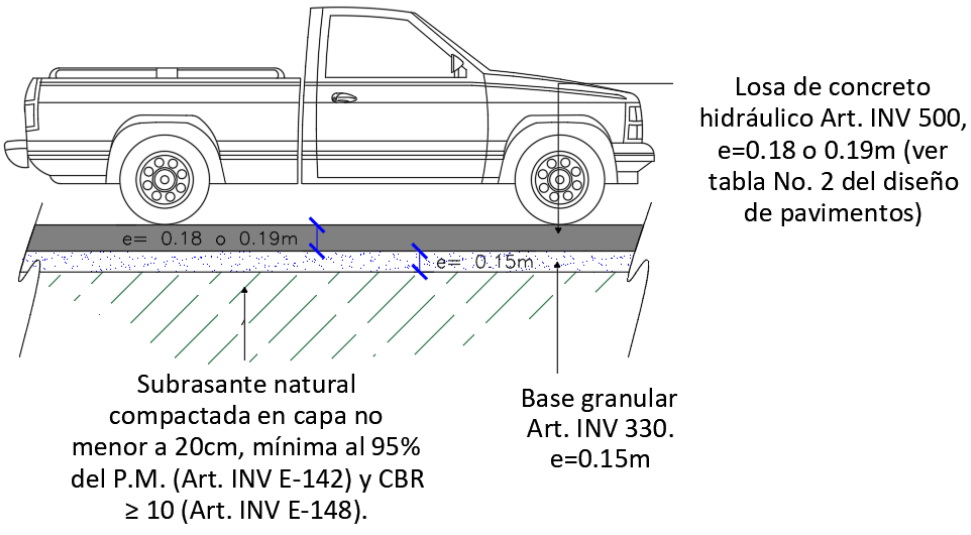
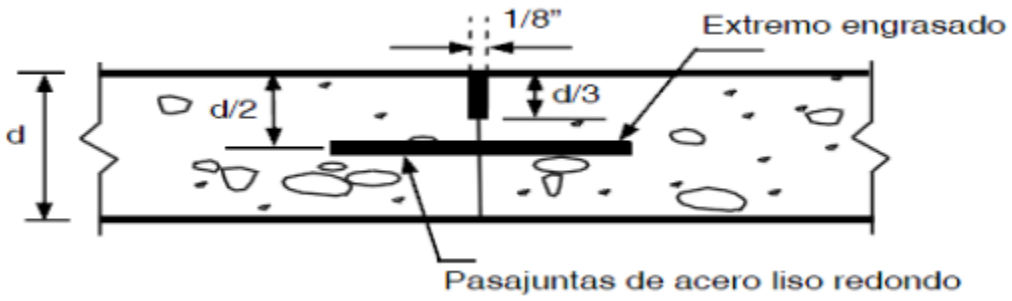
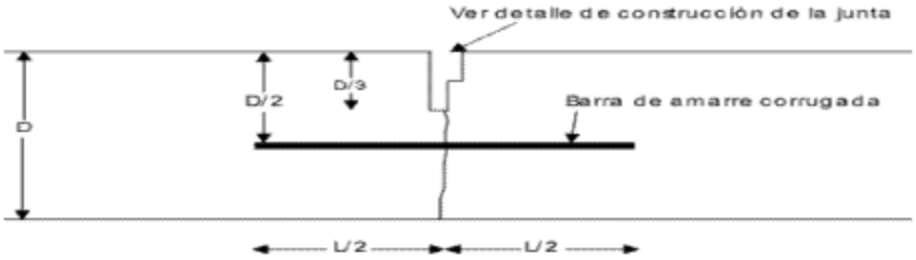


FIGURA N° 9 ESQUEMA DE DETALLE DE BARRAS PASAJUNTAS O DOVELAS



Fuente: INVIAS.

FIGURA N° 10 ESQUEMA DE DETALLE DE BARRAS DE AMARRE

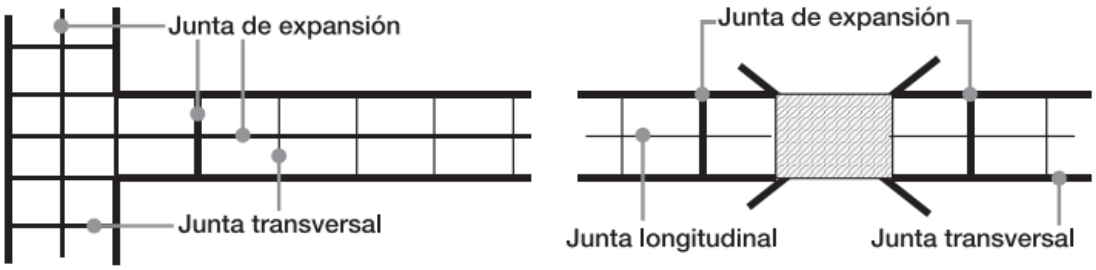


Fuente: INVIAS.

4.3.1. Diseño de juntas

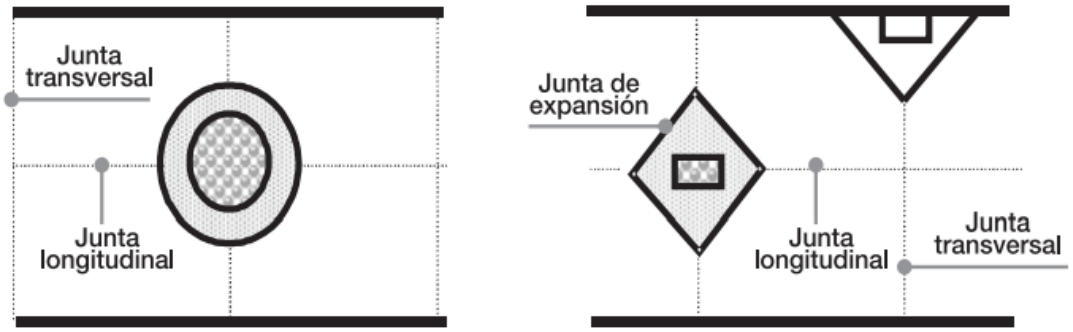
Juntas de expansión o aislamiento. La distribución geométrica de las juntas se inicia con la definición de los lugares en los cuales se colocan las juntas de expansión o aislamiento, que por regla general se localizan en la losa anterior al punto en donde se presenta la particularidad, como se indica en la Figura 11.

FIGURA N° 11 JUNTAS DE EXPANSIÓN EN LAS INTERSECCIONES Y CERCA DE ALGÚN OBSTÁCULO



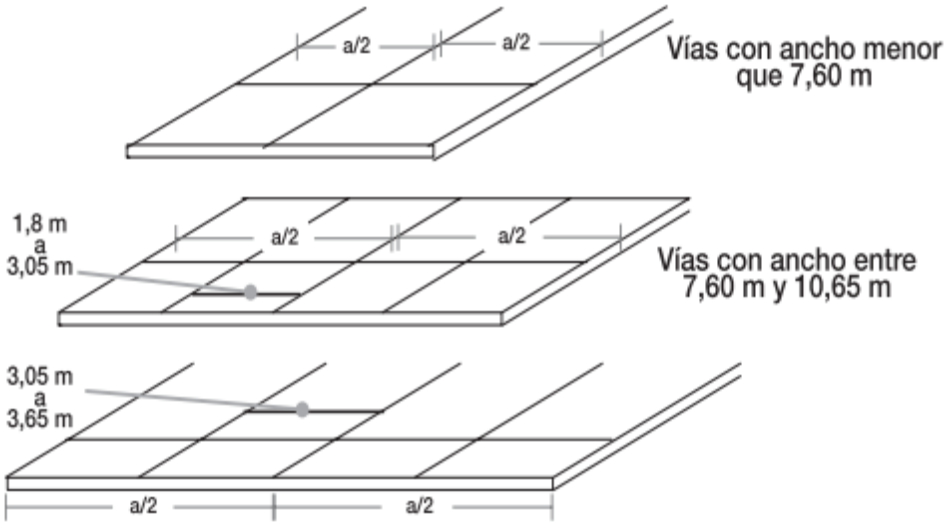
Las juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento, tales como sumideros, cámaras de inspección o cajas, deben estar como mínimo a 300 mm de los bordes de dichos elementos y su forma deber ser poligonal, circular, o semicircular, como se observa en la en la Figura 12.

FIGURA N° 12 JUNTAS DE EXPANSIÓN EN LAS INTERCECCIONES Y CERCA DE ALGUN OBSTÁCULO.



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 cuatro metros, atendiendo las recomendaciones de los dos numerales siguientes y los de la Figura 13.

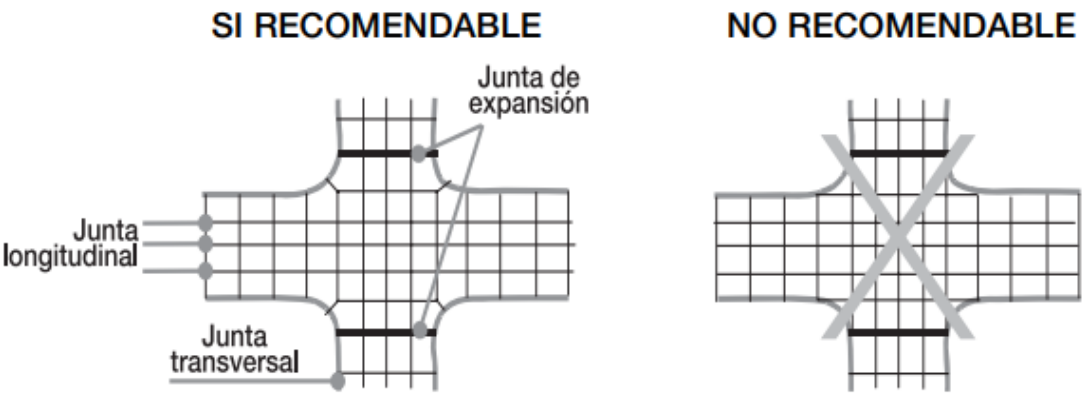
FIGURA N° 13 LOCALIZACIÓN DE LAS JUNTAS LONGITUDINALES DE DOBLE SENTIDO Y DE ANCHO 2 "a"



Para ancho del pavimento menor que 7,60m, 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 10,65m: Se construye una junta longitudinal por el centro, y a cada lado de esta, otra que esté separada entre 1,8 y 3,05m de la central (Ver figura 13).

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 14.

FIGURA N° 14 LOCALIZACIÓN DE LAS JUNTAS EN UN CRUCE DE VÍAS



Nota: Es necesario que a estas recomendaciones de diseño sean complementadas con el diseño geométrico de juntas (Ingeniero de vías), y la aplicación de un adecuado diseño de drenaje (Ingeniero hidráulico).

3. LIMITACIONES

Las recomendaciones dadas en este informe corresponden al resultado de evaluación de muestras y condiciones de suelo obtenidas de acuerdo con la ingeniería de suelos.

Pueden existir condiciones del subsuelo no encontradas en los sondeos, sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos de campo es adecuado para definir los parámetros y características de los suelos en el área del proyecto.

Al momento de iniciar los trabajos de encontrarse condiciones distintas no contempladas en el presente trabajo, se nos debe avisar, con el objeto de verificar los resultados y dar las nuevas recomendaciones de cimentación. De no notificarnos las variaciones encontradas y de suceder algún problema con la estructura no se responderá con la estabilidad de las obras.