



Bases de diseño de pavimentos

Este documento contiene los parámetros técnicos con los que debe cumplir el diseño de pavimentos conforme a las especificaciones dictadas en las normas técnicas del municipio de León. Todo diseño deberá respetar los requisitos de calidad que a continuación se mencionan.

Diseño de vialidades

REQUISITOS DE CALIDAD

Para la conformación de la estructura del pavimento de las vialidades debe considerar las siguientes generalidades:

1. Se deberá retirar el material natural o de las capas anteriores de pavimento en un espesor que permita alojar la estructura mínima del pavimento. Asimismo, es importante la remoción de escombros, material suelto, basura, así como retirar la totalidad de la capa de materia vegetal.
2. En caso de que se requiera, se deberá mejorar el terreno natural, según la recomendación del laboratorio de mecánica de suelos, logrando que el material cumpla como soporte adecuado a la estructura del pavimento propuesta.
3. Si se llegara a presentar la situación, y la diferencia de los niveles de rasantes o de corte sea mayor que el espesor de la estructura del pavimento y se requiera alcanzar el nivel de desplante de la capa subrasante, tendrá que colocar **CUERPOS DE TERRAPLÉN** con material de banco que cumpla con las características de terraplén establecido en la Norma N-CMT-1-01-02 de la SCT en el Título 01 «Materiales para para Terraplén», Parte 1 «Materiales para Terracerías» del libro CMT sobre «Características de los Materiales» que forma parte de la normatividad de la S.C.T.

REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA TERRAPLÉN

Característica	Valor
Límite líquido; %, máximo	50
Valor Soporte de California (CBR) ^[1] ; %, mínimo	5
Expansión; %, máxima	5
Grado de compactación ^[2] ; %	90 ± 2

Tabla 1.- Tabla de Requisitos de los materiales para terraplén.

- [1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,5 m de profundidad.
- [2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa. Cuando el material sea no compactable, de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-1-02, *Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos*, se colocará en capas del espesor mínimo que permita el tamaño máximo del material y se bandeará, previa aplicación de un riego de agua a razón de 150 L/m², dando como mínimo tres pasadas en toda la superficie en cada capa, con un tractor de 36,7 t con orugas.

4. La conformación de la **CAPA SUBRASANTE** debe cumplir con un V.R.S mínimo de 20% y será compactada con humedad óptima (+/-3%) al 98% de su P.V.S.M. indicado en la prueba Porter de acuerdo a la Norma ASTM-D1557, con materiales que cumplan los requisitos de calidad consignados en la Norma N-CMT-1-03/02 en el Título 03 «Materiales para Subrasante» Parte 1 «Materiales para Terracerías» del libro CMT



sobre «Características de los Materiales» que forma parte de la normatividad de la S.C.T. considerando el tránsito acumulado (ΣL) para cada uno de los tipos de vialidades.

REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA CAPA SUBRASANTE

Característica	Valor
Tamaño máximo; mm	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) ^[1] ; %, mínimo	20
Expansión máxima; %	2
Grado de compactación ^[2] ; %	100 ± 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,5 m de profundidad.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

Tabla 2.- Tabla de Requisitos de los materiales para subrasante.

5. La **BASE HIDRÁULICA** estará conformada con material cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de bases hidráulicas para pavimentos asfálticos o para pavimentos de concreto hidráulico, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

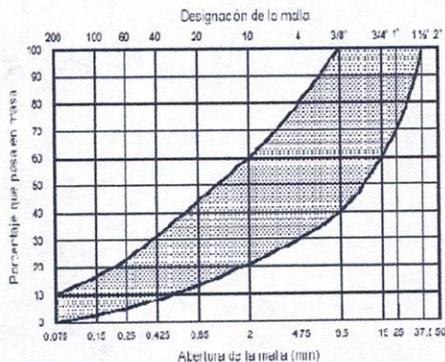
- **Vialidades terciarias (locales)** con conteniendo **mínimo 40%** de partículas producto de la trituración de roca sana que cumpla con un V.R.S mínimo de 80%, compactada con humedad óptima (+/-3%) al 95% de su P.V.S.M. indicado en la prueba Porter de acuerdo a la Norma ASTM-D1557.
- **Vialidades secundarias** con conteniendo **mínimo 75% de partículas producto de la trituración de roca sana** que cumpla con un V.R.S mínimo de 100%, compactada con humedad óptima (+/-3%) al 98% de su P.V.S.M. indicado en la prueba Porter de acuerdo a la Norma ASTM-D1557.
- **Vialidades primarias** con contenido **mínimo 100% de partículas producto de la trituración de roca sana** que cumpla con un V.R.S mínimo de 120%, compactada con humedad óptima (+/-3%) al 100% de su P.V.S.M. indicado en la prueba Porter de acuerdo a la Norma ASTM-D1557, ambas con granulometría de acuerdo a las tablas 3 y 4 en el apartado 8.01.C.03b, «Materiales que cumplan los requisitos de calidad» consignados de las «Normas Técnicas de la Dirección General de Obra Pública» considerando el tránsito acumulado (ΣL) para cada uno de los tipos de vialidades.



CAPA BASE PARA CARPETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO REQUISITOS DE GRANULOMETRÍA Y CALIDAD EN CAPA BASE

MALLA		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
37.5	1 1/2"	100
25	1"	70-100
19	3/4"	60-100
9.5	2/3"	40-100
4.75	No. 4	30-80
2	No. 10	21-60
0.85	No. 20	13-44
0.425	No. 40	8-31
0.25	No. 60	5-23
0.15	No. 100	3-17
0.075	No. 200	0-10

Tabla 3.- Tabla de Requisitos en Granulometría de los materiales para Bases con carpetas de concreto hidráulico.



Zonas granulométricas recomendables de los materiales para Bases según Manual de Materiales para Pavimentos de la SCT.

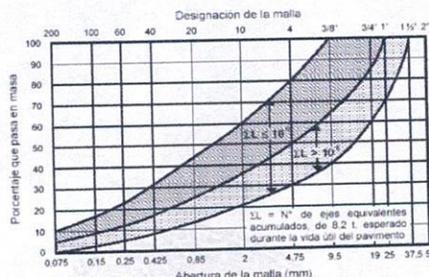
CARACTERÍSTICA	VALOR (%)		
	$\Sigma L < 10^6$	$10^5 < \Sigma L < 10^7$	$\Sigma L > 10^7$
Límite líquido ⁽¹⁾ , máximo	30	30	25
Índice plástico ⁽¹⁾ , máximo	10	6	6
Equivalente de arena ⁽¹⁾ , mínimo	25	30	40
Valor soporte de California (CBR) ^(1,2) , mínimo	80	100	120
Desgaste Los Angeles ⁽¹⁾ , máximo	35	35	30
Partículas alargadas y lajeadas, máximo	40	40	40
Grado de compactación ^(1,3) , mínimo	95	98	100
Tipo de vitalidad	3ría.	2ría.	1ría.

Tabla 4.- Tabla de Requisitos para calidad de materiales en bases hidráulicas.

CAPA BASE PARA CARPETAS DE MEZCLA ASFÁLTICA REQUISITOS DE GRANULOMETRÍA Y CALIDAD EN CAPA BASE

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA	
Abertura Mm	Designación	$\Sigma L < 10^{(1)}$	$\Sigma L > 10^{(1)}$
37.5	1 1/2"	100	100
25	1"	70-100	70-100
19	3/4"	60-100	60-86
9.5	3/8"	40-100	40-65
4.75	No. 4	30-80	30-50
2	No. 10	21-60	21-36
0.85	No. 20	13-44	13-25
0.425	No. 40	8-31	8-17
0.25	No. 60	5-23	5-12
0.15	No. 100	3-17	3-9
0.075	No. 200	0-10	0-5

Tabla 5.- Tabla de Requisitos en Granulometría de los materiales para Bases con carpetas de mezcla asfáltica



Zonas granulométricas recomendables de los materiales para Bases según Manual de Materiales para Pavimentos con carpetas asfálticas de la SCT.

CARACTERÍSTICAS	VALOR %	
	$\Sigma L < 10^{(1)}$	$\Sigma L > 10^{(1)}$
Límite líquido ⁽²⁾ , máximo	30	25
Índice plástico ⁽²⁾ , máximo	6	6
Equivalente de arena ⁽²⁾ , mínimo	40	50
Valor soporte de California (CBR) ^(2,3) , mínimo	80	100
Desgaste Los Angeles ⁽²⁾ , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ⁽²⁾ , máximo	40	35
Grado de compactación ^(2,4) , mínimo	98	100

Tabla 6.- Tabla de Requisitos para calidad de materiales en bases con carpetas de mezcla asfáltica

- Después de la conformación de la Base Hidráulica, y con el objetivo de evitar que la base hidráulica tenga pérdidas de humedad por absorción durante el proceso de curado de la losa, debe colocar un RIEGO DE IMPREGNACIÓN a base de emulsión asfáltica ECR-60 en proporción de 1.5 lts/m², con su respectivo **poreo de arena**; para la colocación del Riego de Impregnación con materiales que cumplan los requisitos de calidad consignados en la Norma N-CMT-4-05-001/06 en el Título 04 «Materiales para pavimentos». La penetración del riego de impregnación en la base debe ser igual o mayor a 4mm.
- EL CONCRETO HIDRÁULICO** premezclado empleado para la conformación de las losas en arroyo vehicular, debe cumplir con lo siguiente:



- Con la norma NMX-C-155 vigente a la fecha de expedición de este documento.
- El espesor y resistencia de acuerdo a diseño establecido.
- Tamaños máximos de agregado de 1 ½",
- Revenimiento del concreto de 6 ± 2.5 cm;
- Regleado y vibrado,
- Acabado rayado con peine metálico,
- Curado del concreto con membrana blanca a base de agua, colocada con aspersor que cumpla con la norma ASTM C-309.
- Generar juntas transversales perpendiculares al tránsito vehicular, realizadas con una máquina de corte a disco, con una potencia mínima de 20 h.p. con sistema de enfriamiento del disco de corte con chorro de agua; cuidando de no ocasionar despostillamiento en las juntas, lo cual normalmente es posible entre 6 y 8 horas después del colado. Para el corte debe emplear primero un disco de 3/16" para un corte de profundidad equivalente a un 1/3 de espesor de la losa; posteriormente utilizara un disco de ¼" para ampliar la junta a 6 milímetros hasta una profundidad de 30 milímetros.

La resistencia a evaluar en el concreto hidráulico es a la alta flexión, **por lo tanto, el valor a cumplir es el especificado en el módulo de ruptura (M_r)**. Es necesario tomar muestras del concreto para realizar pruebas de compresión como lo crea necesario esta supervisión con el fin de tener un mejor control de calidad. La relación de las dimensiones entre el largo y ancho del tablero de las losas debe estar entre el 0.71 al 1.4.

8. Para el caso de pavimentos asfálticos, deberá aplicar un RIEGO DE LIGA en la totalidad de la superficie de la base en proporción de 0.7 l/m², de acuerdo a la norma N.CTR.CAR.1.04.005. *Riegos de liga*.

9. En caso del CONCRETO ASFÁLTICO, este deberá de cumplir con las características que indica la norma N.CMT.4.04/08, considerando un tamaño máximo en el agregado pétreo de ¾". La calidad de la mezcla asfáltica deberá de cumplir con los requisitos que indica la norma N.CMT.4.05.003/08, en la tabla 1 y 2. El diseño de la mezcla asfáltica será mediante el método Marshall.

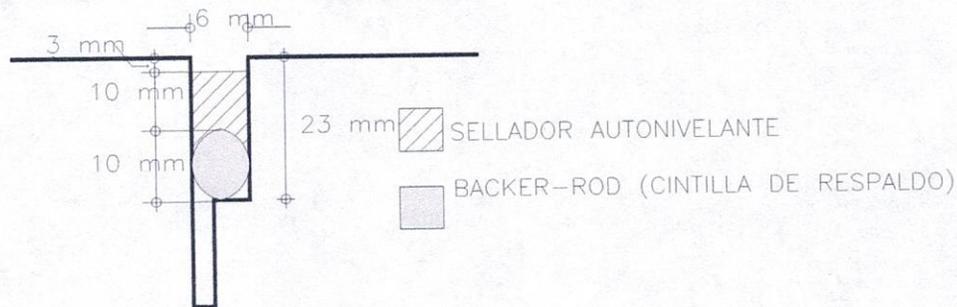
10. Los trabajos de SELLADO se refieren al relleno de las juntas que se producen en el pavimento durante su construcción y que requiere su sellado para evitar la infiltración del agua producto de las precipitaciones pluviales.

- **Preparación de la cavidad:** Está operación deberá realizarse a los 28 días de colocado el concreto, en el caso de tratarse de un concreto con resistencia normal a 28 días, para la operación del sellado, es conveniente practicarles una ranura utilizando la herramienta adecuada que no produzca despostillamientos, para lo cual se requiere un equipo mecánico (maquina ruteadora) con el fin de provocar una cavidad de dimensiones adecuadas para alojar el material sellador. En el caso de las juntas longitudinales, durante la colocación del concreto deberá prevenirse la formación del borde de dicha junta empleando para ello un doblador y posteriormente realizar el perfilado de la junta longitudinal con disco de diamante de 6 mm. de espesor y 23 mm. de profundidad, es necesario practicarle a la junta una limpieza con gancho que quepa en la ranura del corte para eliminar partículas de grava, arena, tierra y después sopletear dicha ranura hasta quitar el polvo que pueda contener, una vez limpia la ranura, seca y libre de polvo, se procederá a la colocación del material de sello.



- **Introducción del material sellador:** Una vez que se concluyó la preparación de la cavidad conforme a lo indicado en paso 1, se procederá a introducir el material de relleno. Con el fin de asegurar el cumplimiento del factor de forma especificado por el fabricante del producto sellador, así como para evitar la adherencia del producto con el fondo de la ranura, se requiere previamente la instalación de una cintilla de respaldo, la cual deberá ser compatible con el sellador y con un diámetro aproximado del 25% mayor al del ancho de la ranura. Dicha cintilla se inserta fácilmente con un rodillo de doble rueda de acero que forcé la entrada uniforme a la profundidad requerida; una buena costumbre es pasar dos veces el rodillo por la ranura.

Una vez que ha sido colocada la cinta de respaldo, se continúa con la colocación del material sellador respetando el factor forma y dimensiones marcadas en la siguiente imagen.



Esquema de la colocación de la cinta de respaldo y el material de sello.

A continuación, se enlistan los materiales fabricados a base de poliuretanos y que en la actualidad con base a las pruebas físicas realizadas por esta Dirección han sido autorizados para el sellado de juntas en los pavimentos recién construidos:

CALZADA VEHICULAR	
PRODUCTO	MARCA
Chemcon 2302	Chem Construction
Super-seal	Fester
MasterSeal CR 125 (Sonomeric) 1	Sonneborn
MasterSeal SL1 (SL 1)	Sonneborn
Pasaretano	Pasa
Vulkem 202	Tremco/Mameco
Duretán SL	Pennsylvania

Tabla 7.- Materiales autorizados para el sellado de juntas en calzada vehicular



GUARNICIÓN	
PRODUCTO	MARCA
Pasauretano	Pasa
Sika-flex 1-A	Sika
MasterSeal NP1 (NP 1)	Sonneborn
Duretan SR	Pennsylvania

Tabla 8.- Materiales autorizados para el sellado de juntas de guarniciones.

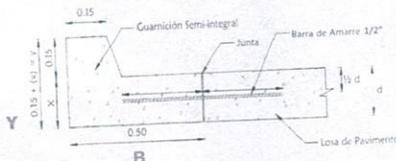
Se podrá utilizar algún material distinto a los señalados de características técnicas similares al especificado el cual previamente a su aplicación deberá de ser validado por la Dirección General de Obra Pública, mismo que deberán de garantizar una vida útil por 10 años en producto como en instalación.

Para la colocación del producto es muy importante respetar las recomendaciones del fabricante. La colocación del producto se hará mediante un aplicador especializado y que cuente con la suficiente experiencia, llenando la ranura del fondo hacia arriba para evitar la formación de burbujas de aire y hasta alcanzar un nivel de 3 mm bajo la superficie del pavimento. Es sumamente importante que las paredes de la ranura estén secas antes de instalar cualquier sellador líquido, ya que esta inhibirá la adherencia del material. Finalmente, se deberá examinar todo el sellado después de la instalación. El supervisor debe observar el material y sus características de sellado. La simple prueba de la navaja puede indicar que tan bien se ha adherido el sellador a las paredes de la ranura.

Así mismo, se deberán colocar juntas de expansión de $\frac{1}{2}$ " de ancho con material compresible elaborado a base de espuma de polietileno, el cual deberá de abarcar todo el espesor del pavimento, en bocacalles, diamantes de pozos de visita, bocas de tormenta y/o en las zonas que indique el proyecto ejecutivo, realizando posteriormente su sellado con el mismo producto autorizado.

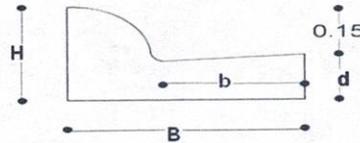
11. El tipo de GUARNICIÓN a construir está en función del tipo existente, esto aplica para las adecuaciones a las vialidades principales indicadas en las obligaciones, para el caso de las vialidades internas, el tipo de guarnición deberá ser la especificada en proyecto.

- **Guarnición semintegral rectangular** de concreto hidráulico premezclado, con las siguientes dimensiones: De base mayor (B) 50 cm y base menor (b) 30 cm, altura mínima (Y) de 30 cm la cual deberá quedar con una altura de 15 cm libre de N.P.T. de arroyo, concreto $F'c=200 \text{ kg/cm}^2$ T.M.A. $\frac{3}{4}$ ", curada con membrana blanca base de agua.





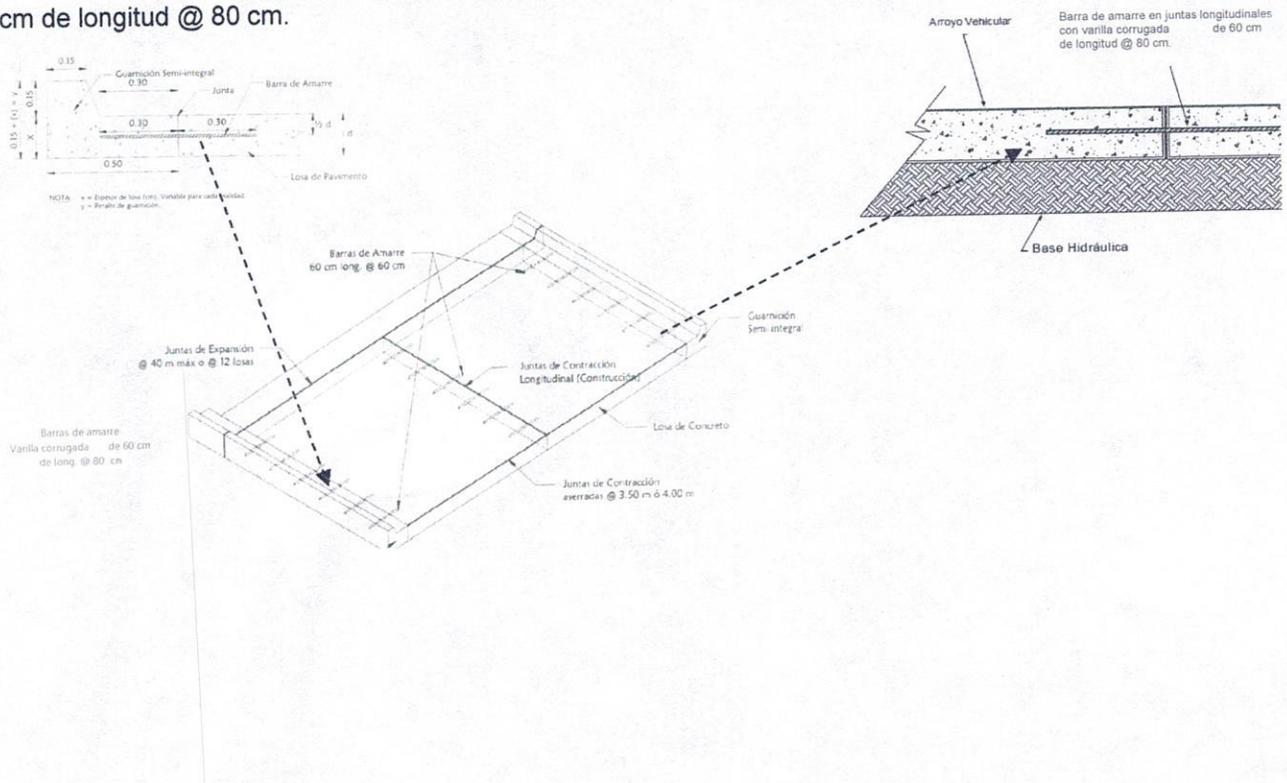
- **Guarnición semintegral tipo pecho de paloma** de concreto hidráulico premezclado, esta guarnición se aplicará a todas las vialidades excepto para la zona de camellón, con dimensiones: De Base mayor (B) 50 cm y Base menor (b) 30 cm, altura mínima (Y) de 30 cm la cual deberá quedar con una altura de 15 cm libre de N.P.T. de arroyo, concreto $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ T.M.A. $\frac{3}{4}$, curada con membrana blanca a base de agua.



12. Las **BARRAS DE SUJECIÓN** o barras de amarre se colocarán de la siguiente forma:

- Barras de sujeción en **juntas longitudinales entre la guarnición y losa de concreto**, con varilla corrugada de 60 cm de longitud @ 80 cm; donde 40 cm deben de quedar en guarnición y 40 cm en losa de concreto.

- Barras de sujeción en **juntas longitudinales entre losas adyacentes**, con varilla corrugada de 60 cm de longitud @ 80 cm.

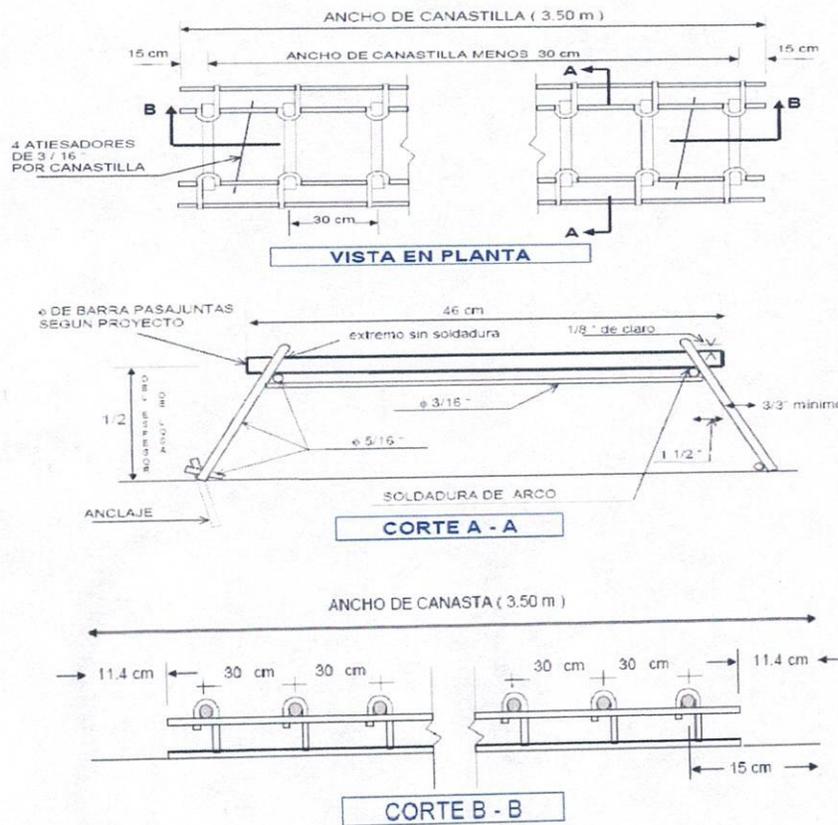




BARRAS DE SUJECIÓN PARA JUNTAS LONGITUDINALES	
Espesor de losa cm	Diámetro pulg
15-18	1/2
19-20	3/4
21-23	1
24-30	1 1/2

Tabla 9.- Tabla de diámetros para Barras de sujeción en función del espesor de la losa

13. Las **BARRAS PASAJUNTAS Y CANASTILLAS PORTA PASAJUNTAS**, en caso de ser necesarias, se colocarán a la distancia que se especifique en el diseño de pavimentos de acuerdo a las siguientes imágenes:



Esquema de colocación de barras pasajuntas y canastilla.



ESPESOR DE LOSA		BARRAS PASAJUNTAS					
		DIAMETRO		LONGITUD		SEPARACION	
cm.	Pulg.	mm.	Pulg.	cm.	Pulg.	cm.	Pulg.
13 a 15	5 a 6	19	3/4	41	16	30	12
15 a 20	6 a 8	25	1	46	18	30	12
20 a 30	8 a 12	32	1 1/4	46	18	30	12
30 a 43	12 a 17	38	1 1/2	51	20	38	15
43 a 50	17 a 20	45	1 3/4	56	22	46	18

Tabla 10.- Medidas de Varillas pasajuntas para diferentes espesores de losas. Según recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)

Conformación de áreas peatonales

REQUISITOS DE CALIDAD

- Retirar el total de capa vegetal (arcilla), posteriormente realizar el cajeo que alojará a la estructura de pavimento del área peatonal y posteriormente efectuar una estabilización mecánica del terreno natural compactando al 90% de su P.V.S.M. determinado según la prueba Próctor Estándar.
- Conformación de **capa de 10 cm de espesor con material de banco compactada al 100 % de su P.V.S.M.** indicado en la prueba Porter de acuerdo a la Norma ASTM-D1557 y que cumpla con calidad de **subbase** de acuerdo a las normas de S.C.T.

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para sub-bases

CARACTERÍSTICAS	VALOR %	
	$\Sigma L < 10^{(01)}$	$\Sigma L > 10^{(01)}$
Límite líquido ⁽²⁾ , máximo	30	25
Índice plástico ⁽²⁾ , máximo	15	10
Valor soporte de California (CBR) ⁽²⁻³⁾ , mínimo	50	60
Equivalente de arena ⁽²⁾ , mínimo	25	30
Desgaste Los Angeles ⁽²⁾ , máximo	50	40
Grado de compactación ⁽²⁻³⁾ , mínimo	95	95

Tabla 10.- Requisitos de calidad de los materiales para sub-bases



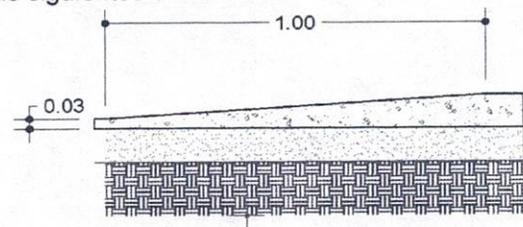
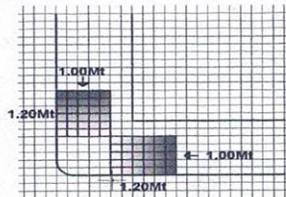
3. Colocación de **hidráulico premezclado de 10 cm de espesor con MR=36 kg/cm²**, T.M.A. 3/4" y acabado en escobillado, curada con membrana blanca base agua colocada con aspersor

Banquetas y guardalosas

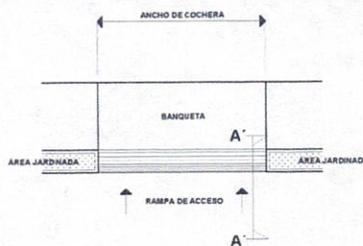
REQUISITOS DE CALIDAD

Banqueta de concreto hidráulico premezclado de 8 cm de espesor con un F'c = 150 kg / cm², T.M.A. 3/4" y acabado en escobillado, curada con membrana blanca base agua colocada con aspersor, asentada sobre base de material de banco de 10 cm de espesor compactada al 90% de su P.V.S.M. indicado en la prueba Porter de acuerdo a la Norma ASTM-D1557 y que cumpla con calidad de subrasante de acuerdo a las normas de S.C.T.

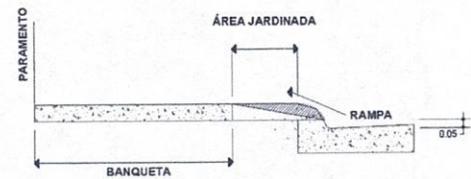
- Construcción de **rampas** en esquinas de acuerdo a las siguientes dimensiones:



- Construcción de **rampas en accesos a cocheras** de acuerdo al siguiente croquis.



CORTE A' - A'



Las dimensiones de las **guardalosas** proyectadas deben ser de **20 X 30 cm con concreto F'c = 300 kg/cm²** con revenimiento 6 ± 2.5 cm y tamaño máximo de agregado $1 \frac{1}{2}$ ".



Aunado a lo plasmado en estas bases, deberá respetar lo plasmado en los artículos 166 y 167 del Código Reglamentario de Desarrollo Urbano para el Municipio de León, Guanajuato.

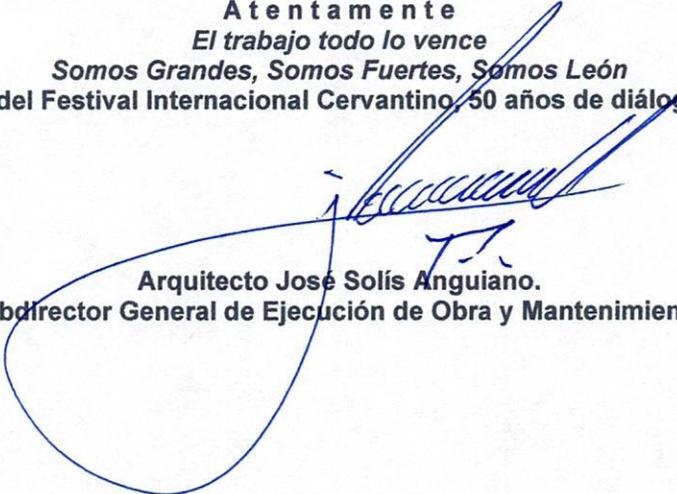
Artículo 166.-La capa de rodamiento para los sistemas viales primario y secundario será de concreto hidráulico. Sin perjuicio de lo anterior, la Dirección de Obra podrá autorizar que se utilice otro tipo de pavimento, siempre y cuando el diseño de éste, garantice una vida útil mínima de 30 años.

Las características y espesores de las capas que conformen la estructura de pavimento, se determinarán a partir de los estudios de geotecnia y diseño de pavimento presentados por el desarrollador, el cual deberá ser avalado por parte de la Dirección de Obra. El criterio para la autorización de una determinada estructura de pavimento, se basará en el cumplimiento de adecuadas características de resistencia, durabilidad, comportamiento y seguridad.

Artículo 167.-El espesor mínimo para la capa de rodamiento de las vialidades que conforman el sistema vial terciario será de 15 centímetros en concreto hidráulico y con una resistencia mínima a la flexión de $M_r=38 \text{ kg/cm}^2$. Sin perjuicio de lo anterior, la Dirección de Obra podrá autorizar que se utilice otro tipo de pavimento, siempre y cuando el diseño de éste presentado por el desarrollador y aprobado por la citada dependencia, garantice una vida útil mínima de 30 años.

En el caso del sistema vial alternativo la capa de rodamiento podrá ser de cualquier tipo de material aprobado por la Dirección de Obra, siempre y cuando se garantice la misma duración señalada por el párrafo anterior.

Atentamente
El trabajo todo lo vence
Somos Grandes, Somos Fuertes, Somos León
“2022 Año del Festival Internacional Cervantino 50 años de diálogo cultural”.


Arquitecto José Solís Anguiano.
Subdirector General de Ejecución de Obra y Mantenimiento.