

## CAPITULO 31

# PAVIMENTO DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND

### 1. DESCRIPCION

*Este trabajo consiste en la construcción de un pavimento de hormigón simple, a base de cemento Portland, construido todo sobre la base preparada, de acuerdo con lo que indiquen estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, elevaciones, espesores y secciones típicas que muestren los planos o según lo ordenado por el **Ingeniero Residente**.*

### 2. CALIDAD DEL HORMIGON

*El hormigón se considerará de una calidad satisfactoria cuando esté provisto (1) de materiales aceptados en la obra, (2) de las proporciones aprobadas para la obra y (3) en completo acuerdo con los requisitos establecidos en METODOS DE CONSTRUCCION de estas especificaciones.*

### 3. CLASES DE HORMIGON

*A menos que otra clase sea requerida u ordenada por el **Ingeniero**, se usará siempre el hormigón especificado a continuación.*

### 4. COMPOSICION DEL HORMIGÓN

*Los valores mostrados en el Cuadro No.1, son límites que gobiernan las proporciones en todos los casos a través del progreso del trabajo, sin considerar los materiales que se usen. La proporción exacta de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua será designada por el **Contratista** según el procedimiento descrito en los sub-artículos 5.1 y 5.2 del Artículo 5 (PROPORCIONES PARA EL HORMIGON) de este capítulo, de manera que requiera un factor de cemento no menor del prescrito en el Cuadro No.1. El **Contratista** indicará también el equivalente en peso de las dosis. El **Contratista** deberá*

*poner en cada dosis la cantidad de cemento y la cantidad de agua y deberá pesar, para cada dosis, las respectivas cantidades de agregados fino y grueso designadas para los materiales usados en particular.*

*Si en caso de emergencia se requieren dosis de menos de  $8m^3$  (diez yardas cúbicas) de hormigón, el **Contratista** podrá sustituir la dosificación por peso por un método aprobado de dosificación volumétrica. Si esto ocurriese no se requerirá pesar los materiales, pero los volúmenes de agregado grueso y de agregado fino medidos en cada dosis serán los designados por el diseño, previamente aprobado por el **Ingeniero**, y ajustado para ser mezclado volumétricamente.*

### 5. PROPORCIONES PARA EL HORMIGON

*Las proporciones deberán estar basadas en pruebas de control de Laboratorio y de manera que produzcan un hormigón durable, de plasticidad y manejo satisfactorio, que alcance una resistencia a la flexión no menor de  $45.7 \text{ kg/cm}^2$  ( $650 \text{ lb/plg}^2$ ) a los 28 días según AASHTO T 97. Si se hace necesario, el **Contratista** podrá usar aditivo reductor de agua y retardador, de acuerdo con AASHTO M 194, tal como se especifica en el sub-artículo 6.5 (ADITIVOS) del Artículo 6 (MATERIALES) de este capítulo.*

#### 5.1. Determinación de Proporciones y Pesos para las Dosis

*Las proporciones y pesos para las dosis se determinarán como se prescribe en los sub-artículos 5.1, 5.2 y 5.3 de este capítulo. La determinación se hará después de que los materiales suministrados por el **Contratista** hayan sido aceptados para ser usados en la obra, para lo cual el Laboratorio designado por la inspección debe tener las muestras necesarias con una anticipación de 30 días al inicio de los vaciados para aprobar o no su uso en el diseño propuesto por el **Contratista**.*

**5.1.1. Mezclas de Ensayo**

El **Contratista** determinará las proporciones basándose en mezclas de ensayo hechas con los materiales que se usarán en el trabajo. El correspondiente contenido de cemento se determinará mediante ensayos de rendimiento, de acuerdo con T 121 de la AASHTO. Las proporciones serán tales que requieran, dentro de una tolerancia de más o menos 2% el contenido de cemento mostrado en el Cuadro No.1 como el

mínimo contenido de cemento, tomando en cuenta, sin embargo, que si los materiales suministrados por el **Contratista** son de una naturaleza de gradación tales que las proporciones basadas en el contenido mínimo de cemento no pueden ser usadas sin exceder la cantidad máxima permisible de agua especificada en el Cuadro No.1, las proporciones se ajustarán hasta la mínima cantidad requerida de cemento que produzca un hormigón de la plasticidad requerida sin exceder el contenido permisible de agua.

**CUADRO No.1**

**LIMITES PATRONES**

El hormigón utilizado se conformará con los siguientes límites:

<b>Tamaño Máximo de Agregado Grueso</b>	<b>Mínimo Contenido de Cemento</b>	<b>Máximo Contenido de Agua Neta por Saco de Cemento</b>	<b>Revenimiento o asentamiento AASHTO T 119</b>
Milímetros 38.1	Ocho Sacos de 42.6 kg/M <sup>3</sup>	Litros 20.8	Milímetros 38-76 (sin vibrar) 25-50 (vibrado)
(Pulgadas) (1 ½")	Seis Sacos de 94 lb/Yd <sup>3</sup>	Galones 5.5	(Pulgadas) 1 ½-3 (sin vibrar) 1-2 (vibrado)

**5.1.2. Proporciones**

El **Contratista** designará el peso en kilogramos (libras) de los agregados fino y grueso, saturados y con la superficie seca, por saco de 42.6 kg (94 lbs.), el contenido de cemento en sacos por metro cúbico (yarda cúbica) y los litros (galones) de agua por saco de cemento que serán requeridos. Estas proporciones deberán ser previamente aprobadas por el **Ingeniero** y no podrán ser variadas durante el progreso del trabajo, excepto cuando se aplique lo previsto en el sub-artículo 5.2.3 (AJUSTE POR EXCESO DEL CONTENIDO NETO DE AGUA) de este capítulo.

aprobación del **Ingeniero** la cantidad de cada ingrediente en kilos (libras) para la dosis, considerando sin embargo, que la cantidad de agua podrá ser designada en litros (galones). Debido a que las proporciones están designadas en términos de agregado saturado y con la superficie seca, los equivalentes de los pesos de los agregados en la dosis que ha de usar el **Contratista** tendrán que ser corregidos periódicamente para tomar en cuenta el contenido actual de humedad de los agregados al momento de usarse.

**5.1.3. Peso de la Dosis**

El **Contratista** también someterá para la

**5.2. Ajustes Durante el Progreso de la Obra**

Después de haber sido designadas las proporciones originales, como se ha determinado, estas proporciones no serán cambiadas durante el progreso de la obra, excepto cuando ello sea autorizado por el **Ingeniero**.

### 5.2.1. *Ajustes para Variación en Plasticidad*

*Si se hace imposible la obtención de hormigón de*

*la deseada fluidez y plasticidad, con las proporciones originalmente indicadas por el **Contratista**, éste podrá hacer tantos cambios en el peso de los agregados como crea necesario, teniendo en consideración que en ningún caso podrá ser cambiado el contenido originalmente indicado, excepto cuando se aplique lo previsto en los sub-artículos 5.2.3 y 5.2.4 de este capítulo. Dichos cambios deberán ser aprobados por el **Ingeniero**.*

### 5.2.2. *Ajustes para Variaciones en el Rendimiento*

*Si el contenido de cemento del hormigón, determinado en función de ensayos de rendimiento, Designación T 121 de la AASHTO, varía más de 2% del valor designado, las proporciones deberán ser ajustadas por el **Contratista**, de manera que se mantenga un contenido de cemento que no varíe más de 2% del valor designado.*

### 5.2.3. *Ajuste por Exceso del Contenido Neto de Agua*

*Si, cuando se use el contenido de cemento designado, resulta imposible obtener un hormigón que tenga la consistencia requerida sin exceder en el contenido máximo de agua neta permisible, especificado en el Cuadro No.1, el contenido de cemento deberá aumentarse siguiendo instrucciones del **Contratista**, de modo que el máximo contenido de agua no sea excedido. Si se necesitare aumentar el contenido de cemento, el **Contratista** deberá someter al **Ingeniero Residente**, por escrito, el nuevo contenido de cemento que deberá usarse.*

### 5.2.4. *Ajuste por Materiales Nuevos*

*No se hará ningún cambio de la fuente o naturaleza de los materiales sin el debido aviso al **Ingeniero Residente** y no se usarán materiales nuevos hasta que el **Ingeniero** haya aceptado tales materiales y el **Contratista** haya designado nuevas proporciones basadas en pruebas de mezclas de ensayo.*

*El **Contratista** deberá suministrar, libre de costo para el MOP, todo el material que el **Ingeniero Residente** solicite para hacer mezclas de ensayo.*

## 6. MATERIALES

### 6.1. **Cemento**

*En la ejecución de la obra deberá utilizarse solamente una marca del tipo de cemento especificado. En*

*caso excepcional, el **Ingeniero Residente** podrá autorizar por escrito, el uso de más de una marca. A menos que se especifique u ordene lo contrario, el cemento Portland se conformará con los requisitos de AASHTO M 85 ó ASTM C 150, TIPO I.*

*A fin de procurar un fraguado más rápido en el hormigón, el **Contratista** podrá a su costa y opción, usar cemento adicional en cada dosis, pero, sin excederse de 10.5 sacos por metro cúbico (8 sacos por yarda cúbica).*

*El **Contratista** proveerá medios adecuados para el almacenamiento del cemento y su protección contra la humedad y cualquier otra contingencia. El cemento que, por cualquier razón se haya endurecido parcialmente, tenga terrones o esté engrumado, será rechazado y reemplazado a costo del **Contratista**.*

*No se permitirá el uso de cemento que pueda recuperarse de aquél que se haya descartado. Cuando hayan sacos incompletos de cemento sano, éstos se podrán utilizar siempre y cuando sean debidamente pesados en bolsas de 42.6 kg (94 lbs.) para garantizar la dosificación designada.*

*El **Ingeniero Residente** podrá autorizar el uso de cemento a granel bajo la absoluta responsabilidad y riesgo del **Contratista**. Esta prerrogativa será suspendida si se comprueba que es perjudicial para la cantidad o para el adecuado control del trabajo. En el evento de que el **Contratista** proponga usar aditivos para aeración del hormigón, tendrá que notificarlo por escrito al **Ingeniero** y las condiciones en que dicho aditivo habrá de aplicarse tendrán que ser acordadas por escrito entre el **Ingeniero** y el **Contratista**, antes de que su empleo sea permitido.*

*Los aditivos para la inclusión de aire deberán cumplir con AASHTO M 154.*

### 6.2. **Agua**

*Toda el agua para la mezcla o curado del hormigón estará sujeta a la aprobación del **Ingeniero Residente**. Deberá estar razonablemente clara y libre de aceites, ácidos, álcalis, sustancias vegetales y si el **Ingeniero Residente** lo requiere, será aprobada mediante comparación con agua de calidad satisfactoria reconocida.*

### Capítulo 31

La comparación se hará aplicando las pruebas de cemento típicas para solidez, período de endurecimiento y resistencia del mortero. Cualquier falla en la solidez, cambio apreciable en el período de endurecimiento o una variación de más de 10% en resistencia, de los resultados

obtenidos con mezclas que contienen agua de una calidad satisfactoria reconocida, será suficiente motivo para el rechazo del agua así sometida a prueba. En caso de agua de calidad dudosa, ésta se probará de acuerdo con AASHTO T 26.

#### 6.3. Agregado Fino

El agregado fino para el hormigón consistirá de arena natural. Cuando sea solicitado por el **Contratista** y aprobado por escrito por el **Ingeniero Residente**, podrán usarse otros materiales inertes con características similares. El agregado fino de distintas fuentes de abastecimiento no será mezclado o almacenado en la misma pila, ni usado alternadamente en la construcción del pavimento, o en una misma porción de éste, sin permiso escrito del **Ingeniero Residente**.

El agregado fino no deberá contener sustancias perjudiciales en exceso de los siguientes porcentajes:

	AASHTO METODO DE PRUEBA	PORCEN- TAJE POR PESO
Terrones de Arcilla	T 112	1
Carbón de Piedra y Lignito	T 113	1
Material que Pasa el Tamiz 200	T 11	3

Otras sustancias perjudiciales (tales como esquisto, álcali, mica, granos revestidos, partículas suaves y laminadas) deberán ser removidas del agregado fino a satisfacción del **Ingeniero Residente**.

Cuando el agregado fino se someta a cinco pruebas alternas de solidez con sulfato de sodio, usando el Método T 104 de la AASHTO, el peso del porcentaje de pérdida no debe ser mayor del 10% del peso de la muestra. El agregado fino que no cumpla los requisitos para solidez,

### Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

podrá ser aceptado si se demostrase al **Ingeniero Residente**, en forma evidente, que el hormigón de proporciones comparables, hecho de agregados similares de la misma fuente, ha sido expuesto a las inclemencias del tiempo en condiciones similares, por un período de por lo menos cinco años, sin desintegración apreciable.

Todo el agregado fino deberá estar libre de impurezas orgánicas perjudiciales. Los agregados sujetos a pruebas colorimétricas para impurezas orgánicas, método T 21 de la AASHTO, que produzcan un color más oscuro que el típico serán rechazadas, a menos que pasen la prueba de resistencia de mortero, especificada más adelante. Si el agregado muestra un color más oscuro que aquél de las muestras originalmente aprobadas para el trabajo, su empleo será suspendido hasta que se hagan, a satisfacción del **Ingeniero Residente**, pruebas para determinar si el incremento en el color es indicativo de una cantidad suficiente de sustancias perjudiciales.

Cuando las muestras de mortero que contengan agregado fino, se prueben de acuerdo con el Método T 71 de la AASHTO, deberán adquirir una resistencia a la compresión, a los siete días, cuando se ha usado cemento, conforme a la Especificación M 85, Tipo 1, de la AASHTO ó ASTM- C 150, no menor de 85% de la resistencia desarrollada por un mortero preparado en la misma forma con el mismo cemento y arena de gradación Ottawa que tenga un módulo de fineza de  $2.40 \pm 0.10$ .

El agregado fino será bien gradado, conformándose con los siguientes requisitos de gradación, cuando se prueben de acuerdo con el Método T 27 de la AASHTO:

El agregado fino que no satisfaga el mínimo requerido, para el material que debe pasar los tamices N°50 y/o N°100, podrá ser usado si se le agrega material fino inorgánico, aprobado para corregir la deficiencia en la gradación.

Los requisitos de gradación, dados arriba, son los límites extremos que deben usarse en la escogencia de materiales aceptables en todas las posibles fuentes de abastecimiento. La gradación del material de cualquier fuente será razonablemente uniforme y no deberá pasar en composición los límites de los valores que gobiernan en la selección de cualquier fuente de abastecimiento. Para el efecto de determinar el grado de uniformidad, se procederá a la determinación del módulo de fineza de las muestras representativas, sometidas por el **Contratista**, procedentes de las distintas fuentes que se propone usar. El agregado fino de cualquier fuente que tenga una variación en el módulo de fineza mayor de 0.20, más o menos, respecto al módulo de fineza de la muestra representativa sometida por el **Contratista**, será rechazado o, a discreción del **Ingeniero Residente** podrá ser aceptado sujeto a aquellos cambios que él ordene en las proporciones.

El módulo de fineza del agregado fino será determinado sumando los porcentajes de material por peso totales del material retenido en tamices típicos números 4, 8, 16, 30, 50, 100 y dividiendo por 100. El módulo de fineza no será menor de 2.40 ni mayor de 3.00.

**6.4. Agregado Grueso**

El agregado grueso para el hormigón consistirá en piedra triturada, cascajo u otro material inerte aprobado con características similares, constituido por fragmentos duros, fuertes, durables y libres de revestimientos adheridos.

El agregado grueso no deberá contener sustancias perjudiciales en exceso de los siguientes porcentajes:

	<b>METODO DE PRUEBA</b>	<b>PORCENTAJE POR PESO</b>
Terrones de Arcilla	AASHTO T 112	0.25
Material que Pasa por el Tamiz #200	AASHTO T 11	1
Fragmentos Delgados o Alargados (Largo Mayor de 5 Veces el Espesor Promedio)	ASTM D 2359	15
Fragmentos Suaves	AASHTO T 189	2
<b>Denominación de Tamiz</b>	<b>Porcentaje por Peso que Pasa por el Tamiz de Malla Cuadrada (AASHTO T 27)</b>	
9.5 mm (3/8")	100	
#4	95 – 100	
#8	80 – 100	
#16	45 – 85	
#30	25 – 50	
#50	10 – 30	
#100	2 – 10	

Otras sustancias perjudiciales (tales como esquistos, álcali, mica, granos revestidos, partículas suaves y laminadas) deberán ser removidas del agregado grueso a

## Capítulo 31

### satisfacción del **Ingeniero Residente**.

Las sustancias perjudiciales (incluyendo materias orgánicas tales como astillas o briznas de madera, raíces y hojas, etc.) deberán ser removidas totalmente del agregado grueso.

El agregado grueso deberá tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40% a 500 revoluciones, como se determina en el método T 96 de la AASHTO (Prueba "Los Angeles").

Cuando el agregado grueso se someta a cinco pruebas alternadas de solidez con sulfato de sodio, usando el método T 104 de la AASHTO, la pérdida de peso no será mayor del 12%.

El agregado grueso se conformará con la Especificación M 80 de AASHTO y su granulometría, en porcentajes por peso, que pasan los tamices de laboratorio de malla cuadrada, se ajustará a lo especificado en la norma AASHTO M 43, antes de ser usado y a fin de facilitar la dosificación, el agregado grueso deberá separarse tamizando a través de cedazos de abertura cuadrada de 50.8 mm (2") y 19.0 mm (3/4"), respectivamente.

### 6.5. **Aditivos**

Si el **Contratista** se propone usar aditivos para inclusión de aire o de cualquier otro tipo, deberá notificarlo por escrito al **Ingeniero** y las condiciones en que dicho aditivo habrá de aplicarse tendrán que ser acordadas por escrito entre ambas partes antes de que su empleo sea permitido.

Los aditivos para la inclusión de aire deberán cumplir con AASHTO M 154 y los otros aditivos químicos, si es que se aprueba su uso, deberán cumplir con AASHTO M 194. El **Ingeniero Residente** podrá requerir, previamente o en cualquier momento durante la construcción, que el aditivo escogido por el **Contratista** sea aprobado posteriormente para determinar su efecto en la calidad del hormigón producido.

### 6.6. **Espigas y Barras de Amarre**

Las espigas y barras de amarre se conformarán

### Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

con AASHTO M 31 ó M 42. Las espigas serán barras redondas y lisas sin protuberancias u otras deformaciones que restrinjan su deslizamiento dentro del hormigón.

Las barras de amarre serán deformadas. No se permitirá el uso de acero relaminado para barras de amarre que hayan de doblarse y enderezarse durante la construcción.

### 6.7. **Casquetes o Camisas para Espigas**

Los casquetes se construirán de láminas de metal calibre 32 mínimo (U.S. Standard) y tendrán la forma y dimensiones mostradas en los planos. Tendrán un extremo cerrado impermeable y deberán ceñirse ajustadamente a la espiga, permitiendo un juego no menor de 25 mm (1") para el movimiento de ésta.

No se permitirá usar casquetes de papel alquitranado o de material semejante.

### 6.8. **Materiales para Relleno de Juntas**

El material de sello vertido para las juntas deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 173 o de silicón según subcláusula 6.8.1.

Las láminas de relleno premoldeadas deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 33 ó M 153 ó M

213 ó M 220 ó como lo indiquen los planos.

A las láminas de relleno premoldeadas se les perforarán agujeros del diámetro apropiado para recibir adecuadamente las espigas.

#### 6.8.1. **Selladores de silicón para las juntas**

El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas sin agrietarse, debiéndose emplear productos a base de silicón o similar, los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente.

A menos de que se especifique lo contrario, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua

Capítulo 31

o incrustación de materiales incomprensibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el **Ingeniero**.

Para todas las juntas de la losa de concreto se permite emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para autonivelarse y no requerir de formado adicional.

El sellador de silicón de bajo módulo deberá cumplir con los siguientes requisitos y especificaciones de calidad:

<b>ESPECIFICACION</b>	<b>METODO DE ENSAYO</b>	<b>REQUISITOS</b>
Esfuerzo de tensión a 150% de elongación (7 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa).	ASTM D 412	3.2 kg/cm2 max.
Flujo a 25° C ± 5° C	ASTM C 639 (15% Canal A)	No deberá fluir del canal.
Tasa de extrusión a 25° C ± 5° C	ASTM C 603 (1/8" @ 50 psi)	75-250 g /minuto
Gravedad Específica	ASTM D 792 (método A)	1.01 a 1.51
Dureza a - 18° C (7 días de curado a 25° C ± 5° C)	ASTM C 661	10 a 25
Resistencia al interperismo después de 5000 horas de exposición continua	ASTM C 793	No agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies con polvos por desintegración.
Superficie seca a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 679	Menor de 75 minutos.
Elongación después de 21 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45 % a 55% de humedad relativa.	ASTM D 412	1,200 %
Fraguado al tacto a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 1640	Menos de 75 minutos
Vida en el contenedor a partir del día de embarque.	--	6 meses mínimo
Adhesión a bloques de mortero	AASHTO T 132	3.5 kg/cm2
Capacidad de movimiento y adhesión. Extensión de 100% a 18° C después de 7 días de curado al aire a 25° C ± 5° C, seguido por 7 días en agua a 25° C ± 5° C.	ASTM C 719	Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 5 ciclos.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los

Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

planos de construcción aprobados. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

Las tirillas de respaldo impiden la adherencia de los selladores al fondo de la caja, en la siguiente tabla se indica el tamaño adecuado para los distintos anchos de juntas.

Ancho de la caja (mm)	Diámetro de cordón de respaldo (mm)
3	6
5	6
6	8
8	10

10	13
13	16
16	19

## Capítulo 31

19	22
22	25
25	32
32	38
38	50

### 6.9. **Materiales para el Curado del Concreto Hidráulico**

#### 6.9.1. **Esteras de Algodón o Arpillera**

Cumplirán con la designación AASHTO M 182.

#### 6.9.2. **Cubierta de Polietileno Opaco Blanco**

Cumplirá con la designación AASHTO M 171.

#### 6.9.3. **Compuestos Líquidos Formadores de Membrana Impermeable**

Cumplirán con las designaciones AASHTO M 148 y ASTM C-309

## 7. **EQUIPO - GENERALIDADES**

Los equipos y las herramientas necesarias, para ejecutar la obra en todas sus partes, deberán estar en ésta antes del inicio del trabajo, para que puedan ser examinados y aprobados por el **Ingeniero Residente**.

Cualquier equipo que no se mantenga en buenas condiciones de trabajo o que sea usado por el **Contratista** en forma que no sea la adecuada, será mejorado, substituido y/o aumentado en su número de unidades, según indique el **Ingeniero Residente**.

### 7.1. **Planta y Equipo para Dosificación**

#### 7.1.1. **Generalidades**

La planta dosificadora deberá incluir tolvas pesadoras y básculas para el agregado fino y para cada tamaño de agregado grueso. Si el cemento es empleado a granel, deberá incluirse un depósito, tolva y báscula para el cemento. Las tolvas pesadoras deberán estar debidamente selladas y contar con ventilación adecuada que evite el levantamiento de polvo al estar operando. Se deberá contar con dispositivos de seguridad aprobados, y se mantendrá en

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

buen estado tanto para la protección de todo el personal ocupado en la operación de la planta, así como el de la inspección y laboratorio. La planta dosificadora deberá estar equipada con un medidor adecuado, no re-ajutable, que marque correctamente el número de cargas proporcionadas.

### 7.1.2. **Depósitos y Tolvas**

Los depósitos que tendrá la planta deben tener compartimientos adecuados, separados para cada clase de agregado grueso.

### 7.1.3. **Básculas**

Las básculas para dosificar los agregados y el cemento deberán ser de cualesquiera de los dos tipos: de balancín o de disco sin resorte. Deberán ser exactas dentro

de un margen de tolerancia de 0.5%. Cuando se utilice una báscula de balancín, se proporcionará un dispositivo de aviso en forma de disco, para indicar al operador que se está llegando al punto de la carga requerida en la tolva pesadora.

Las balanzas deberán tener contrapesos capaces de acerrojarse en cualquier posición, para evitar cualquier cambio no autorizado en la dosificación. El brazo de la balanza y el dispositivo de aviso deberán encontrarse a la vista del operador, quien tendrá libre y fácil acceso a todas sus partes.

Las básculas deberán ser inspeccionadas y selladas con la frecuencia que el **Ingeniero Residente** considere necesario, para asegurar su continua exactitud. **El Contratista** deberá tener disponibles no menos de 10 pesas de 22.68 kilogramos (50 libras) cada una para la comprobación frecuente de todas las básculas y deberá proporcionar la manera de izar las pesas cuando fuese necesario.

### 7.1.4. **Dispositivos Automáticos para Pesar**

A opción del **Contratista**, las plantas de dosificación podrán estar equipadas para dosificar los agregados y el cemento a granel, con dispositivos pesadores automáticos aprobados por el **Ingeniero Residente**.

### 7.2. **Equipo Mezclador**

#### 7.2.1. **Generalidades**

## Capítulo 31

*El hormigón podrá ser mezclado en el lugar de la construcción, o en un punto central, o totalmente o en parte en camiones mezcladores. Cada mezcladora deberá tener fijada, en un lugar prominente, una placa del fabricante, que indique la capacidad del tambor en términos de volumen de hormigón mezclado, así como la velocidad de rotación del tambor mezclador o de las aspas.*

### 7.2.2. Mezcladoras

*El mezclado deberá hacerse en una mezcladora aprobada, con capacidad para combinar los agregados, cemento y agua en una masa completamente homogénea y uniforme, dentro del período específico de la mezcla, y para descargar la mezcla para su colocación, sin segregación alguna, en la rasante preparada. Toda mezcladora móvil o estacionaria deberá estar equipada con un dispositi-*

*tivo contador de tiempo, aprobado, que automáticamente asegure la palanca de descarga cuando el tambor haya sido cargado y automáticamente desenganche la palanca al final del período de mezclado. Ese dispositivo deberá estar equipado con un timbre u otro sistema de aviso adecuado, que se ajuste para dar una señal claramente audible cada vez que se desenganche el seguro. En caso de falla del dispositivo contador de tiempo, la mezcladora podrá ser utilizada durante el resto del día mientras se esté reparando, siempre que cada carga sea mezclada durante 90 segundos. Si después de 24 horas el contador prosigue dañado, será prohibido el uso de la mezcladora hasta cuando terminen todas las reparaciones que sean necesarias.*

*La mezcladora también deberá estar equipada con un contador de cargas adecuado, no re-ajustable, que correctamente vaya marcando el número de cargas mezcladas.*

*Las mezcladoras deberán ser limpiadas a intervalos apropiados. El recogedor y las aletas lanzadoras en el tambor o tambores deberán ser reparadas o repuestas cuando se desgasten 19.1 mm (3/4") o más. El **Contratista** deberá: (a) tener disponible en el lugar de la obra una copia del diseño del fabricante, que muestre las dimensiones y el orden de colocación de las aletas respecto a la altura y profundidad originales, o (b) proporcionar señales permanentes en las aletas que muestren los puntos de desgaste de 19.1 mm (3/4") o más, en comparación con sus condiciones cuando estaban nuevas. Se recomienda taladrar agujeros de 6.4 mm. (1/4") de diámetro cerca de cada extremo y en el punto medio de cada aleta.*

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

### 7.2.3. Camiones Mezcladores y Camiones Agitadores

*Los camiones mezcladores empleados para el mezclado y transporte del hormigón y los camiones agitadores empleados para transportar hormigón desde una planta central de mezclado, deberán ajustarse a los requisitos de AASHTO M 157.*

### 7.2.4. Camiones No Agitadores

*Las cajas del equipo no agitador, para el transporte de hormigón deberán ser lisas, a prueba de escurrimiento del mortero, recipientes de metal capacitados para descargar el hormigón a una velocidad controlada y satisfactoria, sin segregación. El hormigón deberá ser descargado desde el fondo del recipiente. En caso que la descarga se efectuase inclinando la caja del camión, la*

*superficie de la carga deberá ser retenida por un deflector apropiado. Cuando fuesen necesarias para protección, el **Contratista** proporcionará lonas impermeables.*

### 7.3. Equipo para el Acabado

#### 7.3.1. Máquina Esparcidora o Pavimentadora

*Los equipos de extendidos y compactación del concreto entre formaletas fijas deben ser de un tipo aceptado por el Ingeniero Residente. Para espesores de compactación inferiores a 25 cm la vibración se puede hacer con la ayuda de equipos de rodillos o regla vibratorias. Para espesores de compactación mayores de 25 cm debe adoptarse un mecanismo de vibración interna por medio de vibradores automáticos. El equipo debe garantizar una densificación uniforme en profundidad y planta.*

*La máquina esparcidora o pavimentadora deberá estar equipada cuando menos con dos reglas maestras o llanas enrasadoras del tipo oscilante transversal u otra forma aceptable similar para enrasar el hormigón, según lo requerido en el sub-artículo 20.1 (ENRASADO Y CONSOLIDACION) de este capítulo.*

#### 7.3.1.1 Extendido con Equipo de Formaletas deslizantes

*Para el extendido con formaletas deslizantes el contratista debe verificar la totalidad del equipo y su funcionamiento en obra de tal forma que se cumpla con todos los artículos siguientes:*

1. El concreto se colocará por los medios

## Capítulo 31

*apropiados para evitar la segregación de los materiales esparciéndolos con extendedoras o pavimentadoras autopropulsadas, con forma-letas deslizantes especificados dependiendo del modelo de la pavimentadora.*

2. *Este equipo contará con sensores de nivel y la orilla de la losa formara un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie. Para garantizar la perfecta colocación del concreto, se deben verificar los siguientes aspectos:*

- *Alineación*
- *Altura de varillas*
- *Anclajes de los pines*
- *Calidad de hilo guía*

*La compactación del concreto se llevara adecuadamente con vibradores de inmersión desde la superficie, que deberán formar parte de la pavimentadora de formaleta deslizante.*

*Para la utilización de las máquinas de formaletas deslizantes, se deben cumplir con las siguientes características:*

- *El concreto debe ser vaciado entre la capa de sub-base, las formaletas laterales, y la formaleta superior.*
- *La longitud de trabajo varía de 3 a 15 metros.*
- *Las orugas van en dirección de la calzada y van apoyadas sobre el terreno*

### 7.3.2. Vibradores

*Los vibradores, para la vibración de todo el ancho de las losas del pavimento de hormigón, podrán ser del tipo de plancha superficial o del tipo inmerso, bien sea con tubo sumergido o de cabezas vibratoras múltiples. Podrán estar fijados a la máquina esparcidora o montados sobre un transporte aparte. No deberán hacer contacto con el acero de las juntas, con los dispositivos transmisores de carga, con la superficie de la base ni con las formaletas.*

*La frecuencia de los vibradores superficiales o reglas vibratorias no deberá ser menor de 8000 impulsos por minuto. La frecuencia para los de tipo interno no deberá ser menor de 5000 impulsos por minuto para los vibradores de tubo sumergido y no menor de 7000 impulsos por minuto para los de cabeza vibradora.*

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*Cuando los vibradores internos del tipo de cabeza sean operados a mano o conectados a máquinas esparcidoras y se utilicen cerca de las formaletas, deberán tener una frecuencia de no menos de 3500 impulsos por minuto.*

### 7.4. Sierra para Hormigón

*El Contratista deberá proporcionar el equipo adecuado para el aserrado de juntas, en número de unidades y potencia, para completar el aserrado con una hoja de sierra de filo de diamante, enfriada por agua, o con una rueda abrasiva de las dimensiones y con la velocidad*

*requerida. El Contratista también deberá contar por lo menos con una sierra de reserva, en buen estado de funcionamiento. Durante todo el tiempo que duren las operaciones de aserrado, el Contratista deberá mantener una amplia existencia de hojas para aserrar, en el lugar mismo de la obra. El Contratista deberá proporcionar las facilidades adecuadas de luz artificial para el aserrado durante la noche. Todo el equipo mencionado deberá estar disponible en la obra tanto antes como continuamente durante el vaciado del hormigón.*

## 8. PREPARACION DE LA BASE

*La base deberá estar de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales mostrados en los planos y deberá ajustarse a los requisitos establecidos en el Capítulo 22 y 74 (BASE DE AGREGADOS PETREOS O RELLENO FLUIDO) de estas especificaciones.*

*El Contratista será responsable por el mantenimiento o conservación de la base, a sus expensas, hasta que el pavimento se haya construido. El mantenimiento o conservación incluirá el acondicionamiento final de la base justamente antes de que el hormigón sea colocado.*

## 9. FORMALETAS

*Las formaletas laterales serán metálicas con un espesor no menor de 5.6 milímetros (7/32"); tendrán una profundidad igual al espesor indicado en los planos para el borde del pavimento y sin conexiones para junta*

## Capítulo 31

longitudinal. Se suministrarán en secciones no menores de 3.05 m de largo (10 pies).

Para curvas con radios de 30 m o menos, usarán formaletas flexibles o curvas de radio apropiado.

Las formaletas estarán provistas de dispositivos adecuados para asegurar su fijación de manera que durante el vaciado resistan, sin deflexión o asentamiento, el impacto y la vibración del equipo de consolidación y acabado. Las riostras de ala se extenderán hacia afuera en la base no menos de 2/3 de la altura de la formaleta. Las formaletas dobladas, torcidas, quebradas o con superficies superiores inclinadas serán eliminadas. Las formaletas reparadas no serán usadas antes de haber sido inspeccionadas y aprobadas por el **Ingeniero Residente**.

La cara superior de la formaleta no deberá tener variaciones mayores de 3.0 mm (1/8") en 3.00 m (10 pies), y la cara vertical no deberá tener variaciones mayores de 6.0 mm (¼") en 3.00 m (10 pies).

## 10. COLOCACION DE FORMALETAS

Después que la capa de base haya sido preparada como ya se ha indicado, las formaletas serán colocadas como se establece a continuación:

La base bajo las formaletas deberá estar dura y al nivel correcto, de modo que cuando se coloquen las formaletas éstas queden firmemente en contacto con la base a todo lo largo y al nivel especificado.

Toda sección de la capa de base en que la cota se encuentre debajo del nivel establecido para la formaleta será rellenada, hasta alcanzar la elevación deseada en capas de 12.7 milímetros (½") o menos por una distancia de 45 centímetros (18") a cada lado de la base de la formaleta, compactándola adecuadamente.

Las imperfecciones o variaciones sobre el nivel establecido para las formaletas serán corregidas tomando los criterios que fuesen necesarios.

Después que las formaletas hayan sido colocadas al nivel correcto, la capa de base de la estructura será debidamente compactada, por medios mecánicos o a mano, en el borde interior y exterior de la base de la formaleta.

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

En casos excepcionales el **Ingeniero Residente** podrá requerir que se claven estacas al nivel establecido bajo la base de la formaleta para darle firmeza adicional. No se permitirá el asentamiento o la deflexión de las formaletas bajo la máquina pavimentadora.

Las formaletas deberán ser fijadas usando por lo menos tres pasadores del largo necesario para asegurar la firmeza de la formaleta por cada sección de 3.05 m (10 pies). Se deberá colocar un pasador a cada lado de toda junta o empalme. Las secciones de formaleta deberán ser unidas fuertemente por medio de una junta libre de todo juego o movimiento en cualquier dirección.

La conformidad del alineamiento y elevación de la formaleta con el alineamiento y elevación mostrados en los planos o indicados por el **Ingeniero Residente** deberán ser verificados por el **Contratista** y las correcciones necesarias serán hechas por el **Contratista** inmediatamente antes del vaciado del hormigón.

Donde cualquier formaleta haya sido movida o la base se encuentre inestable, la formaleta deberá ser reacondicionada y verificada nuevamente.

Las formaletas deberán ser limpiadas y aceitadas antes del vaciado del hormigón.

## 11. ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA BASE

Después que la colocación de las formaletas haya sido aprobada, la capa de base será verificada finalmente, en cuanto a corona y elevación se refiere, por medio de una plantilla aprobada provista de dientes (espigas), sostenidas en posición vertical, moviéndola hacia adelante y hacia atrás sobre las formaletas. La plantilla deberá estar montada sobre ruedas visibles y deberá estar diseñada de tal manera que su extremo inferior dentado roce la superficie de la capa de base, cuya sección transversal debe reproducir.

Cualquier material en exceso indicado por las rasgaduras producidas por las espigas, deberá ser removido. Las áreas bajas deberán ser rellenadas y compactadas a la elevación correcta con material similar al

Capítulo 31  
utilizado para la base.

*La capa de base deberá estar uniformemente húmeda al momento de vaciar el hormigón. El riego deberá aplicarse en tal manera que no forme lodo o charcos de agua.*

*En todo momento, durante las operaciones de vaciado, por lo menos 150 m de capa de base deberán estar debidamente preparados y aprobados, adelante de la pavimentadora, listos para recibir el hormigón.*

## 12. MANEJO, MEDICION Y DOSIFICACION DE MATERIALES

*La ubicación de la planta dosificadora, la disposición del equipo de la misma, el equipo de transporte de materiales y las disposiciones para el vaciado, deberán ser de tal índole que aseguren un abastecimiento continuo de materiales para la obra. El apilado de agregados para existencia deberá efectuarse subiendo las pilas en capas menores de un metro de espesor. Se terminará cada capa antes de iniciar la siguiente, previniendo la formación de conos sobre la capa anterior. Los agregados de diferentes fuentes y granulometrías se mantendrán separados.*

*Todos los agregados lavados y los agregados producidos o manipulados por medio hidráulicos, deberán ser apilados o almacenados en depósitos para que escurran, por lo menos doce horas antes de su empleo. En el caso de que los agregados tuviesen un contenido de humedad alto o no uniforme, el **Ingeniero Residente** podrá exigir el almacenamiento o apilado durante períodos mayores de 12 horas.*

*El agregado fino y cada clase de agregado grueso deberán ser pesados separadamente en tolvas pesadoras para comprobar las cantidades respectivas fijadas en el diseño aprobado por el **Ingeniero** para el mezclado en la obra. El cemento se medirá por bolsas o por peso. Para pesar el cemento se utilizarán básculas y tolvas aparte, que cuenten con un dispositivo para indicar positivamente la descarga completa de la dosis de cemento en la caja o*

Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*recipiente. Un peso de 42.6 kg (94 lbs.) de cemento a granel se considerará como el equivalente de un saco. No se permitirán cargas que incluyan fracciones de sacos, excepto cuando se trate de cemento a granel.*

*Cuando la mezcla se efectúe en el sitio de la obra, los agregados deberán ser transportados de la planta de dosificación hasta la mezcladora en vehículos de compartimientos dosificadores u otros recipientes de capacidad y construcción adecuada para llevar debidamente el volumen que sea requerido. Las divisiones para separar dosis deberán ser adecuadas y efectivas para evitar el derrame de un compartimiento a otro en el acarreo o al ser descargado el material.*

*Cuando se emplea el cemento a granel, el **Contratista** deberá hacer uso de un método adecuado para el manejo de cemento, desde la tolva pesadora al recipiente de transporte, para evitar el desperdicio del cemento y proporcionar la dosis completa especificada.*

*El cemento a granel deberá ser transportado a la mezcladora en compartimientos herméticos que lleven la cantidad total de cemento requerida para cada dosis o colocada entre el agregado fino y el grueso. Cuando el cemento sea puesto en contacto con los agregados, las cargas podrán ser rechazadas en caso de que no se efectúen las mezclas dentro de ½ hora después de dicho contacto. El cemento en los envases originales de embarque podrá ser transportado encima de los agregados llevando en cada compartimiento el número de sacos requeridos para la mezcla.*

*Las dosis deberán ser entregadas en la mezcladora por separado e intactas. Cada dosis deberá ser vaciada dentro de la mezcladora sin derrame de cemento y cuando más de una dosis fuese transportada en el camión, sin derrame de material de un compartimiento a otro. La dosificación deberá ser efectuada en tal forma que resulte en los pesos de cada material necesario, dentro de una tolerancia del 1% para el cemento y el 2% para los agregados.*

*El agua podrá ser medida tanto por volumen como por peso. La exactitud en la medición del agua deberá estar dentro de un límite de error que no exceda de 1%. A menos que el agua tenga que ser pesada, el equipo*

### Capítulo 31

medidor de agua incluirá un tanque auxiliar del cual se abastecerá el tanque medidor. Este estará equipado con una llave y válvula exterior para verificar el ajuste del mismo, a menos que se proporcionen otros medios para determinar rápida y precisamente la cantidad de agua en el tanque. El volumen del tanque auxiliar deberá ser por lo menos igual al del tanque medidor.

## 13. MEZCLA DEL HORMIGÓN

El hormigón puede ser mezclado en el sitio de la obra, en una planta central de mezclado o en camiones mezcladores. El mezclador deberá ser de tipo y capacidad aprobados. El tiempo de la mezcla se computará desde el momento en que todos los materiales, excepto el agua,

estén en el tambor. El hormigón premezclado deberá ser mezclado y entregado de acuerdo con los requisitos de la AASHTO M 157. Las revoluciones exigidas para el hormigón mezclado en camiones podrán ser reducidas al mínimo recomendado por el fabricante, cuando éstos se encuentren en tránsito hacia el sitio de colocación del hormigón. El número de revoluciones recomendadas por el fabricante deberá estar indicado en la placa de serie fijada al mezclador. El **Contratista** deberá presentar pruebas aceptables para el **Ingeniero Residente** confirmado que la marca y modelo del mezclador producirán un hormigón uniforme, conforme las disposiciones de AASHTO M 157, al número reducido de revoluciones mostrado en la placa de serie. Cuando se haga el mezclado en el sitio de la obra o en una planta central, el tiempo de éste no deberá ser menor de 50 segundos ni mayor de 90 segundos. El tiempo del mezclado termina cuando se abre la canaleta de descarga. El tiempo de traslado para mezcladores de tambor múltiple está incluido en el tiempo del mezclado. El contenido de un tambor mezclador individual deberá ser desalojado todo antes que la dosis siguiente sea vaciada en el mismo.

El mezclador deberá ser operado a la velocidad del tambor mostrada en la placa del fabricante. Cualquier hormigón mezclado en tiempo inferior al especificado, deberá ser rechazado, y el **Contratista** dispondrá de ese material por su propia cuenta. El volumen de hormigón mezclado por dosis, no deberá exceder de la capacidad nominal, mostrada en la placa de capacidad normal que el fabricante fija en el mezclador, excepto que una sobrecarga hasta del 10% sobre la

### Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

capacidad nominal del mezclador podrá ser permitida siempre que los datos de ensayo del hormigón respecto a resistencia, segregación y consistencia uniforme sean satisfactorios, y también siempre que no ocurra derrame del hormigón.

La carga deberá ser alimentada al tambor en tal forma que una parte del agua para el mezclado deberá entrar antes que el cemento y los agregados. El flujo del agua deberá ser uniforme y toda el agua deberá estar en el tambor al final de los primeros 15 segundos del período de mezclado. El cucharón y la entrada del tambor deberán ser conservados limpios de acumulaciones que puedan restringir el libre paso de los materiales.

El hormigón mezclado, procedente de la planta central mezcladora, deberá ser transportado en camiones mezcladores, camiones agitadores, o camiones no agitadores, según quedó especificado en los puntos 3 y 4 del subartículo 7.2 (EQUIPO MEZCLADOR) de este capítulo. El tiempo que transcurra desde que el agua sea añadida a la mezcla hasta que el hormigón sea depositado en el lugar de la obra, no deberá exceder de 30 minutos, cuando el hormigón es acarreado en camiones no agitadores, ni de 60 minutos cuando el acarreo se haga en camiones mezcladores o en camiones agitadores.

No será permitido reincorporar la trabajabilidad del hormigón añadiéndole agua, ni por otros medios, excepto que, cuando el hormigón sea entregado por camiones mezcladores o agitadores, podrá añadirsele agua a los materiales de la carga y efectuarse un mezclado adicional para aumentar el asentamiento o revenimiento y satisfacer los requisitos especificados, si fuese permitido por el **Ingeniero Residente**, siempre que todas estas operaciones fuesen llevadas a cabo dentro de los 45 minutos siguientes a la operación inicial de mezclado. No deberá ser utilizado el hormigón que al tiempo de colocarlo esté fuera de los límites de asentamiento especificados.

Siempre que se suspenda la operación de mezcla, por un período mayor de una hora, se lavará la mezcladora completamente. Cuando se reanude la operación de mezcla, la primera dosis de los materiales para el hormigón, introducida en la mezcladora, contendrá suficiente arena, cemento y agua para cubrir las paredes interiores del tambor sin disminuir el contenido de mortero

Capítulo 31  
en la mezcla.

*No se permitirá mezclar el hormigón a mano.*

#### **14. LIMITACIONES PARA LA COLOCACION DEL HORMIGON**

*No se deberá mezclar, colocar, ni terminar ningún hormigón cuando la luz natural sea insuficiente, a no ser que se cuente con un sistema de alumbrado artificial adecuado y aprobado por el **Ingeniero Resistente**.*

*No se permitirá colocar el hormigón, cuando haya peligro de lluvia. El **Contratista** regulará el trabajo en forma que el vaciado de hormigón termine sin contratiempos antes de que se presente una lluvia.*

*El **Contratista** controlará la evaporación del agua superficial del hormigón y cualquier otro agente perjudicial, como el viento y el polvo, usando dispositivos aprobados por el **Ingeniero Residente**.*

*El **Contratista** deberá tener a mano dispositivos adecuados, aprobados por el **Ingeniero Residente**, para cubrir el hormigón recién vaciado, por lo menos en una longitud de 50 m, que aseguren su acabado en caso de presentarse una lluvia inesperada.*

*A juicio del **Ingeniero Residente**, todo hormigón dañado por efecto de la lluvia, será removido y reemplazado por el **Contratista**, a sus expensas y a la mayor brevedad posible.*

#### **15. COLOCACION DEL HORMIGON**

*El hormigón deberá ser colocado sobre la base sin segregación y en forma que requiera un mínimo de manejo. Será descargado sin segregación sobre la base o podrá ser descargado sobre ésta usando un dispositivo aprobado que evite la segregación. En cualquier caso el hormigón deberá ser enrasado con la máquina esparcidora,*

Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*regla vibratoria o rodillo vibratorio en forma continua entre juntas transversales sin el empleo de tabiques divisorios intermedios. El esparcido manual, que fuera estrictamente necesario, deberá hacerse con palas y no con rastrillos. No se permitirá caminar sobre el hormigón recién colocado.*

*El hormigón deberá estar completamente consolidado contra y a lo largo de las caras de todas las formaletas y en ambos lados de todos los empalmes de juntas, empleando vibradores insertados en el hormigón. No se permitirá que los vibradores entren en contacto con ningún empalme de junta, con la base ni con las formaletas. En ningún caso deberá trabajarse con un vibrador más de 10 segundos en cualquier ubicación.*

*El hormigón deberá ser depositado tan cerca como sea posible de las juntas de expansión o dilatación y contracción sin alterarlas.*

*En caso que cualquier material de hormigón cayese sobre, o fuese empujado sobre la superficie de una losa terminada, deberá ser retirado inmediatamente por medio de métodos aprobados, sin producir daños al acabado.*

#### **16. MUESTRAS DE CAMPO PARA ENSAYOS**

*El **Contratista** suministrará, durante el vaciado del pavimento y libre de costo para el MOP, todo el hormigón que el **Ingeniero Residente** considere necesario para la realización de pruebas y la confección de vigas de ensayo. Las vigas serán moldeadas y curadas de acuerdo con AASHTO T 23 y se probarán según AASHTO T 97.*

#### **17. REVENIMIENTO**

*El revenimiento o asentamiento, será determinado por el Método AASHTO T 119, o con el uso de la bola Kelly, previamente calibrada, según AASHTO T 183. Deberá mantenerse continuamente un asentamiento uniforme.*

## Capítulo 31

*El asentamiento permisible será el fijado por el **Ingeniero Residente**, según los materiales usados, pero no será mayor de 76 mm (3") ni menor de 50 mm (2"), en hormigón sin vibrar.*

*Cuando el hormigón sea consolidado por vibración, el asentamiento no será menor de 25mm (1") ni mayor de 89 mm (3½").*

*La fluctuación permisible de asentamiento será de  $\pm 12.7$  mm (½"), para cualquier amasado de hormigón individual, con respecto a la mezcla de diseño especificada y aprobada.*

*Cualquier mezcla que varíe más de este valor especificado, será rechazada y quedará por cuenta del **Contratista**, quien dispondrá de ella, de acuerdo a instrucción escrita del **Ingeniero Residente**.*

## 18. CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO

*El pavimento de hormigón deberá ser construido en su ancho total en una sola operación. También podrá ser construido en secciones longitudinales de dos o más carriles individuales separados, cuando así lo establezcan específicamente los planos.*

*Cuando se construyan carriles adyacentes por separado, deberá dejarse pasar un plazo no menor de siete días entre el vaciado de éstos. La junta longitudinal deberá construirse con una llave de construcción corrida, con varillas de acero para amarre, según lo indicado en los planos.*

*El trazo de la junta longitudinal, no deberá desviarse más de 12.7 mm (½") en ningún punto con respecto al alineamiento de los bordes del pavimento en las tangentes ni al trazo del radio de la curva, en la parte exterior de ésta.*

*Cuando se vacíen dos carriles adyacentes por separado, se proveerá a las máquinas esparcidoras y acabadoras, de ruedas del tipo de pestaña doble en la sección que descansa sobre las formaletas y ruedas planas revestidas de caucho o material conveniente con un espesor no menor de 9.5 mm (3/8") en la sección apoyada sobre el hormigón del carril ya vaciado. Las ruedas planas se colocarán de manera que operen por lo menos a 15 cm (6") del borde del hormigón.*

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*Se protegerá de manera conveniente las juntas que no hayan sido rellenadas para evitar que las ruedas de las máquinas esparcidoras y acabadoras rompan los bordes de las mismas.*

*En las curvas donde se requiera sobreancho, éste podrá vaciarse separadamente y terminarse a mano, en cuyo caso la junta se construirá con llaves y barras de amarre exactamente como se ha provisto para las juntas longitudinales principales.*

*En las secciones donde haya peralte, el carril interior se vaciará primero.*

*La mezcladora deberá operarse preferiblemente fuera de la vía que se está pavimentando, a menos que resulte prácticamente imposible hacerlo. Sólo podrá operarse equipos en la vía a pavimentar, cuando el **Ingeniero Residente** lo permita mediante autorización*

*escrita y para cada caso.*

### 18.1 Herramientas

*Flotador: Esta herramienta de acabado superficial consiste en una superficie metálica lisa rígida, provista de un mango largo articulado que al ser rotado acciona un mecanismo de elevación que le permite el deslizamiento planeado sobre la superficie de concreto. La longitud debe ser de 0.80 m y de 0.15 m de ancho, también debe tener sus bordes curvos evitando que se hunda en el concreto, su sección transversal tiene forma de canal.*

*Llanas: Esta herramienta de acabado superficial debe utilizarse para allanar, pulir y alisar la superficie después de pasado el flotador. La llana debe consistir de un plato de base metálica lisa y delgada provisto de un mango largo y articulado, que al ser rotado accione un mecanismo de elevación que permita su deslizamiento planeado sobre la superficie de concreto. La longitud del plato debe ser mínimo de 0.70 m de largo y 0.15 m de ancho, también debe tener extremos redondos. Las llanas menores o manuales se emplean puliendo esquinas y bordes donde se requiere un mayor grado de detalle.*

*Tela de yute, fique o banda de cuero húmeda : esta herramienta consta de un costal que se pasa en sentido longitudinal a la vía luego de haber realizado el*

## Capítulo 31

*allanado, se debe procurar que la tela se encuentre húmeda para garantizar que por su peso deje el microtexturizado que se requiere. La tela no debe tener costura internas que dejen marca indeseables en la superficie del pavimento.*

*Peine metálico : Esta herramienta consta de un cuerpo principal en forma de rastrillo o peine, que debe medir aproximadamente 80 cm de largo, con dientes metálicos flexibles y un mango. El peine metálico debe ser utilizado para dejar una textura estriada en la superficie de concreto. En algunos caso este puede ir montado sobre una máquina que sigue a la máquina de extendido a una distancia determinada por la consistencia del concreto.*

*Los dientes del peine deben tener un ancho de 3 mm +/- 1mm y una separación entre dientes de 20 mm +/- 2 mm. La huella que se deja en el concreto debe tener una profundidad de 3 mm a 6mm. Los dientes deben colocarse en ángulo de 45 grados para evitar que este saque los agregados a la superficie.*

## 19. JUNTAS

*Las juntas deberán ajustarse al alineamiento, dimensiones y características consignadas en los planos.*

*Todas las juntas deberán ser protegidas por el Contratista, para evitar que se les causen daños y para mantenerlas libres de materias extrañas hasta que sean selladas.*

### 19.1. Construcción de las Juntas

*Después del curado de las losas de concreto hidráulico, se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos abrasivos si se realizan los cortes en seco, o con discos de diamante en caso que se realicen con agua. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de*

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*agregado en la junta o fisuramientos de la losa; sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas, esto dentro de las siguientes 18 horas después del colado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno deberán ser demolidas y/o reparadas de acuerdo y a satisfacción del residente.*

*En el caso de que se requiera de cortes de juntas en dos etapas (escalonados), el segundo corte no deberá realizarse antes de 72 horas después del colado.*

*En la construcción de las juntas deberá considerarse la siguiente clasificación:*

- *Longitudinales de contracción aserradas con barras de amarre (Tipo A).*

- *Transversales de contracción aserradas con pasajuntas (Tipo B).*

- *Longitudinales de construcción con barras de amarre y machihembrado (Tipo C).*

- *Transversales de construcción cimbradas con pasa-juntas (Tipo D)*

*Las juntas longitudinales de contracción aserradas y con barras de amarre (Tipo A) se construirán en los sitios que indique la sección típica de los planos aprobados, de acuerdo con lo indicado en el Croquis No. 1.*

*Las juntas transversales de contracción aserradas (Tipo B) se construirán en los sitios que indique la sección típica de los planos aprobados, de acuerdo con lo indicado en el Croquis No. 2.*

*La junta longitudinal de construcción con barras de amarre y machihembrado (Tipo C) quedará formada en la unión de la junta fría entre las dos franjas de pavimentación como se indica en el Croquis No. 3.*

*Las juntas transversales de construcción con pasa-juntas (Tipo D) se construirán en los lugares predeterminados para finalizar el colado del día, coincidiendo siempre con una junta transversal de contracción y alineada perpendicularmente al eje del camino; estas juntas se construirán a tope, de acuerdo con lo indicado en el Croquis No. 4 y se colocarán pasa-juntas a todo lo ancho de la sección transversal.*

*Cuando por causas de fuerza mayor sea suspendido el colado por más de 30 minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia con la que se suspenderá el colado hasta que sea posible reiniciarlo, a menos que según el criterio del Ingeniero Residente, el concreto se encuentre todavía en condiciones de trabajabilidad adecuadas. La configuración de las juntas transversales de emergencia será exactamente igual que la de las juntas transversales de construcción (Tipo D).*

*La localización de la junta transversal de emergencia se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor que un tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la transversal de contracción*

*inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio medio de la losa, se deberá establecer la localización de la junta de emergencia cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas transversales de contracción adyacentes no sea menor que 1.5 metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para que la localización de la junta transversal de emergencia sea en el tercio medio de la losa.*

*Las juntas transversales de construcción y las juntas transversales de emergencia deberán formarse hincando en el concreto fresco una formaleta metálica que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa. Esta formaleta o cimbra deberá de contar con orificios que permitan la instalación de pasa-juntas en todo lo ancho de la losa con el alineamiento y espaciamiento correctos, independientemente de que los planos de construcción no indiquen pasa-juntas en los acotamientos. Estas juntas serán vibradas con vibradores de inmersión para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta.*

*Las ranuras aserradas deberán inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada. Toda materia extraña que se encuentre dentro de todos los tipos de juntas deberá extraerse mediante agua a presión, chorro de arena a presión (sand blasting) y aire a presión los cuales deberán ser aplicados siempre en una misma dirección. El uso de este procedimiento deberá garantizar la limpieza total de la*

**Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland**  
*junta y la eliminación de todos los residuos del corte.*

*La longitud de las losas en el sentido longitudinal será de acuerdo a lo indicado en los planos aprobados con una tolerancia de 5 centímetros en más o en menos y coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el centro de la longitud de las pasa-juntas. El alineamiento de las juntas longitudinales será el indicado en el proyecto, con una tolerancia de 5 centímetros en más o en menos.*

*Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar que se dañen los bordes de las juntas por impactos del equipo o de la herramienta que se estén utilizando en la obra. En el caso de que produzcan daños en las juntas, el contratista deberá corregirlos sin cargo alguno formando una caja mínima de 50 centímetros de*

*ancho por 50 centímetros de largo por un medio del espesor de la losa de profundidad por medio de la utilización de cortadoras de disco. Se deberá evitar el uso de equipos de impacto para el formado de la caja, con el fin de no producir daño estructural alguno en la losa. El concreto a ser empleado en la reparación deberá ser del tipo que no presente contracción ni cambio volumétrico alguno por las reacciones de hidratación del cemento.*

## **19.2. Dispositivos para Transferencia de Cargas**

*Cuando las juntas transversales requieran espigas, éstas se colocarán de conformidad con los planos, paralelas a la superficie del pavimento y al eje del mismo, fijándolas por medio de un dispositivo metálico que quedará dentro del hormigón. El dispositivo metálico será de diseño y rigidez tal que mantenga cada espiga en posición y alineamiento correcto durante las operaciones de vaciado y permita posteriormente el libre juego de la junta.*

*En las juntas de expansión se proveerá al extremo de las espigas con un casquete metálico aprobado. Estos casquetes se colocarán alternadamente en los extremos opuestos de las espigas. Igualmente se aplicará una capa de grasa pesada aprobada, no derivada del petróleo, a la mitad de la barra que tiene el casquete.*

*Las espigas y los casquetes deberán cumplir con lo establecido en los sub-artículos 6.6 y 6.7 de este capítulo.*

## **19.3. Acabado del Hormigón y de las Juntas**

## Capítulo 31

*El hormigón se depositará sobre la base lo más cerca posible de las juntas de expansión, sin tocarlas. Se paleará simultáneamente hacia la junta manteniendo igual presión en ambos lados. Se depositará hasta una altura de aproximadamente 5 cm (2") más que la profundidad de la junta, teniendo cuidado de que sea compactado por debajo de las espigas de transmisión de carga. El hormigón no se vaciará directamente de la mezcladora sobre o contra las láminas de relleno de las juntas, ni será paleado o regado directamente encima de los soportes.*

*Al colocar el hormigón contra los rellenos de las juntas de expansión, lo mismo que al operar el vibrador cerca de ellos, los trabajadores evitarán pararse sobre, o*

*alterar en cualquier forma, los rellenos o los aparejos sostenedores de las espigas, ya sea antes o después de haber sido éstos cubiertos con hormigón. El hormigón adyacente a las juntas deberá compactarse firmemente, sin intersticios, ni segregación, contra las láminas de relleno, lo mismo que alrededor y debajo de todos los artefactos y transmisores de carga u otras partes semejantes diseñadas para quedar incrustadas dentro del pavimento. Si se hace necesaria la vibración mecánica cerca de las juntas, se hará con el cuidado que se especifica arriba. Si alguna parte del conjunto de la junta se desplaza durante esta operación, debe ser realineada antes de que la máquina acabadora pase sobre la junta.*

*Después de que el hormigón ha sido vibrado y paleado cerca de las juntas, la máquina acabadora se moverá hacia adelante, operándola de manera que evite daños o malos alineamientos en las juntas. Si la operación ininterrumpida de la pavimentadora ocasiona segregación del agregado grueso, daño o desalineamiento a las juntas, la máquina deberá pararse cuando la llana delantera esté aproximadamente a 20 cm (8") de la junta. El agregado grueso segregado deberá removerse del frente y de la junta. La llana delantera se levantará y se colocará directamente encima de la junta y el movimiento hacia adelante de la máquina pavimentadora continuará. Cuando la segunda llana esté lo suficientemente cerca, que permita que el exceso de mortero que lleva por delante fluya por encima de la junta, se levantará y colocará encima de la misma. Después de esto, la máquina podrá correrse encima de la junta sin levantar las llanas siempre que se tenga cuidado de que no haya agregado grueso segregado justamente entre la llana y la junta o sobre la junta. Después que el hormigón*

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*ha sido colocado y emparejado a ambos lados de la lámina de relleno, el perfil acanalado se removerá cuidadosamente; con hormigón fresco adicional, se corregirá cualquier defecto y el hormigón a ambos lados de la lámina de relleno premoldeada se vibrará total y cuidadosamente.*

*Inmediatamente después que las operaciones de acabado del pavimento, incluyendo el escobillado, hayan sido terminadas y antes que el hormigón se endurezca, todas las juntas se cantearán. El canteador se manejará de manera que se obtenga un acabado del hormigón liso y denso con un radio bien definido y continuo a lo largo de la junta.*

*Todas las juntas se verificarán con un gálibo antes que el hormigón se haya endurecido y se corregirá cualquier desnivel en los dos lados de la junta y ésta misma, si queda más alta o más baja que las losas adyacentes.*

*Deberá removerse todo residuo de hormigón que hubiere sobre las láminas premoldeadas de las juntas o dentro de las ranuras de las mismas.*

*Después que se remuevan las formaletas de los lados del pavimento, los extremos de las láminas premoldeadas de las juntas transversales deberán estar completamente expuestas en todo el espesor de la losa entre los bordes verticales del pavimento.*

## 20. CONSOLIDACION Y ACABADO - GENERALIDADES

*Después que el hormigón ha sido vaciado sobre la base, la secuencia de las operaciones será la que se establece a continuación:*

*Se utilizará el método mecánico para consolidar y enrasar, excepto en las áreas donde el ancho de la losa varía y la máquina pavimentadora no tuviera dispositivo para el cambio gradual de sección, en cuyo caso podrá usarse el método a mano.*

*No se permitirá aplicar agua a la superficie del hormigón, para ayudar las operaciones de acabado.*

*El Contratista suministrará puentes de trabajo y el equipo apropiado, para tener acceso a la superficie del*

## Capítulo 31

pavimento, para su enrasado, acabado y llevar a cabo las correcciones que sean necesarias.

*Todo el equipo para el acabado se limpiará tan a menudo como lo pidan las circunstancias o lo ordene el **Ingeniero Residente**.*

### 20.1. Enrasado y Consolidación

#### 20.1.1. Método Mecánico

*El hormigón será distribuido tan pronto como sea colocado, usando una esparcidora o pavimentadora mecánica que lo enrasará y consolidará. El enrasamiento y emparejamiento deberá satisfacer la sección transversal*

*indicada en los planos y se ejecutará a tal elevación que cuando el hormigón sea consolidado y acabado, la superficie del pavimento quede a la elevación indicada en los planos y libre de áreas porosas.*

*La máquina pavimentadora o esparcidora será flotadora y emparejadora, diseñada y operada tanto para enrasar como para consolidar; deberá pasar por cada área de pavimento tantas veces y a tales intervalos como sean necesarios para dar la debida compactación y que quede una superficie de textura uniforme y densa. Por lo menos se necesitarán dos pasadas, pero si es necesario y para asegurar la debida densidad y acabado, se harán pasadas adicionales. Se deberá evitar una operación prolongada sobre un área dada.*

*Si la tasa a la cual se está colocando el hormigón, en opinión del **Ingeniero Residente**, excede la cantidad que la pavimentadora o esparcidora pueda enrasar y consolidar de acuerdo con estas especificaciones, se deberá utilizar otra esparcidora adicional.*

*Las operaciones de consolidación y acabado deberán hacerse en todo momento de tal forma que se obtenga una superficie satisfactoria, de acuerdo con estas especificaciones.*

*Si en opinión del **Ingeniero Residente** no se ha obtenido una superficie satisfactoria, las operaciones de pavimentación serán suspendidas y al **Contratista** no se le permitirá continuar hasta cuando se hayan hecho las correcciones necesarias y se obtengan resultados satisfactorios.*

*La parte superior de las formaletas deberá*

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*librarse de acumulaciones por medio de cualquier artefacto efectivo adaptado a la esparcidora, o a mano, y el tránsito de la máquina sobre las formaletas se mantendrá parejo sin levantamientos, balanceos o cualquier otra vibración que afecte adversamente la precisión del acabado.*

*La máquina esparcidora o pavimentadora deberá estar diseñada para pavimentar la transición, con los cambios de la sección transversal, entre las tangentes y las curvas.*

#### 20.1.2. Método a Mano

*El método de acabado a mano se permitirá solamente con la aprobación del **Ingeniero Residente**, bajo las condiciones que se establecen a continuación:*

*En caso de falla del equipo mecánico, los métodos manuales podrán ser empleados para acabar el hormigón ya depositado en la base, cuando ocurrió la falla. Las herramientas necesarias para el acabado a mano, de emergencia, deberán estar prontamente disponibles en el lugar de la obra.*

*En áreas limitadas o en superficies de formas irregulares, en las que el funcionamiento del equipo mecánico se vería entorpecido, el trabajo podrá ser terminado empleando métodos manuales.*

*El hormigón, tan pronto como sea colocado, deberá ser emparejado y enrasado. Para esto último deberá emplearse una regla maestra enrasadora portátil aprobada.*

*La enrasadora para la superficie deberá ser por lo menos 60 cm (2 pies) más larga que la anchura máxima de la losa que se vaya a enrasar. Deberá también ser de diseño aprobado, suficientemente rígida para mantener su forma, y estar hecha de metal o de otro material recubierto con metal.*

*La consolidación se obtendrá mediante el empleo de un vibrador adecuado u otro equipo aprobado.*

*La regla maestra enrasadora deberá moverse de frente sobre las formaletas con un movimiento combinado de cizallamiento longitudinal y transversal, siempre*

## Capítulo 31

moviéndose en la dirección en que está avanzado el trabajo y se manipulará de manera que sus dos extremos siempre descansen sobre las formaletas laterales durante el proceso del enrasado. En caso necesario éste será repetido hasta que la superficie quede con una textura uniforme, fiel respecto a la rasante y a la sección transversal, así como libre de superficie porosas.

### 20.2. Flotamiento Longitudinal

Después que el hormigón ha sido enrasado y consolidado por la pavimentadora o esparcidora, se alisará y consolidará aún más por medio de una flota longitudinal, si es necesario. (Según el equipo artículo 18.1)

#### 20.2.1. Método Mecánico

La flota mecánica longitudinal deberá estar en buenas condiciones de trabajo. Los carriles desde donde opera la flota serán ajustados con exactitud a la sección transversal requerida para el pavimento. La flota deberá adaptarse con precisión y coordinación a los ajustes de la máquina transversal de acabado, de tal manera que la flota longitudinal lleve siempre por delante una pequeña cantidad de mortero. La velocidad de la máquina hacia adelante deberá ajustarse de manera que la flota cubra la distancia requerida en cada viaje transversal. La flota deberá pasar sobre cada área de pavimento por lo menos dos veces, pero no se permitirá un exceso de flotación. Todo exceso de agua o de material aguado se botará por encima de las formaletas de los lados. Se removerá todo mortero o residuo acumulado en las formaletas o pavimento adyacente antes de pasar las ruedas de la máquina flotadora longitudinal.

#### 20.2.2. Método a Mano

El método de flotamiento longitudinal a mano se permitirá solamente con la aprobación del **Ingeniero Residente** y bajo las condiciones que se establecen en el sub-artículo 20.1.2 (METODO A MANO) de este capítulo.

La flota longitudinal, operada a mano, no será menor de 3.66 m (12 pies) de largo y 15 cm (6") de ancho, para pavimentos de 3.05 m (10 pies) de ancho, debidamente reforzada para evitar flexibilidad y torceduras. La flota longitudinal se trabajará desde puentes apoyados en las formaletas laterales, que no toquen el hormigón. Se deberá manejar con un movimiento de cizallamiento o de sierra mientras se mantiene en posición de flotación paralela a la línea central de pavimento y pasando gradualmente de un

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

lado al otro de éste, entre las formaletas. El movimiento hacia adelante, a lo largo de la línea central del pavimento se deberá hacer en avances sucesivos, no mayores que la mitad del largo de la flota. Cualquier exceso de agua o material aguado, se botará por encima de las formaletas laterales, en cada pasada.

En caso necesario, después del proceso de flotamiento longitudinal, se removerá el exceso de agua y nata y se alisarán y rellenarán las áreas de textura abierta que tuviera el pavimento, usando para ello una llana de mango largo (ver equipos 18.1). que tenga una hoja no menor de 1.50 m (5 pies) de largo y 15 cm (6")

de ancho, teniendo cuidado de no alterar la corona del pavimento durante la operación.

Los arrastres transversales sucesivos de la flota, serán traslapados a la mitad del largo de la hoja. El uso de esta flota de madera de mango largo, deberá ser limitado a un mínimo. Puede usarse detrás de la flota longitudinal para corregir las superficies disparejas que no han sido arregladas por ésta, pero no deberá usarse para flotar toda la superficie del pavimento en lugar de la flota longitudinal.

### 20.3. Corrección de la Superficie

Después que la operación de flotamiento longitudinal haya sido terminada y el exceso de agua removido, pero mientras el hormigón esté aún en estado plástico, se verificará la superficie de la losa con una regla o escantillón.

Para este propósito, el **Contratista** proveerá y usará una regla de bordes precisos de 3.05 m (10 pies) de longitud sostenida por un mango con un metro (3.28 pies) de largo mayor que la losa. La regla se mantendrá en posiciones sucesivas paralelas a la línea central de la carretera en contacto con la superficie y el área entera será verificada de un lado de la losa al otro, según sea necesario. El avance a lo largo de la carretera será en etapas sucesivas de no más de la mitad del largo de la regla. Cualquier depresión que se encuentre será llenada inmediatamente con hormigón fresco, enrasado, consolidado y vuelto a acabar. Las superficies altas serán rebanadas y vueltas a acabar.

La nivelación y corrección de la superficie deberá continuar hasta cuando satisfaga las condiciones de nivel y perfil exigidos por la sección transversal.

#### 20.4. Acabado Final

*En caso de que la superficie del pavimento requiera para su acabado el uso de correa o banda, ésta se aplicará cuando las correcciones de la superficie con el escantillón hayan terminado y el brillo del agua desaparecido prácticamente.*

*Justamente antes que el hormigón pierda su plasticidad, la superficie se frotará con una correa o banda de lona de dos capas sin costuras, de no menos de 20 cm de ancho y por lo menos un metro más larga que el ancho del pavimento. Las bandas deberán tener agarraderas adecuadas, que permitan su manipulación controlada y uniforme; serán operadas con movimientos cortos, transversalmente a la línea central del pavimento y con un avance rápido en el sentido de la pavimentación.*

*Cuando la superficie del pavimento requiera un acabado con rastra, la rastra consistirá en una franja de arpillera húmeda o tela de henequén, sin costuras, que deberá producir una superficie uniforme de textura arenosa o de papel de lija grueso, al ser arrastrada longitudinalmente, paralela a la línea central de la carretera y en todo el ancho del pavimento.*

*Cuando el ancho del pavimento tratado, sea mayor de cinco metros, la rastra deberá estar montada en un puente con ruedas, que correrá sobre las formaletas o sobre la base.*

*Las dimensiones de la rastra, serán tales, que una franja de arpillera, de por lo menos 90 cm de ancho, esté en contacto con todo el ancho de la superficie del pavimento cuando la rastra esté en uso. La rastra consistirá en no menos de dos capas de arpillera, con la capa inferior aproximadamente 15 cm más ancha que la capa inferior. La rastra deberá mantenerse en tal condición que los surcos producidos en la superficie sean uniformes en su aspecto y con una profundidad aproximada no mayor de 1.6 mm (1/16 pulg.).*

*Las rastras deberán conservarse limpias y libres de hormigón endurecido; las rastras que no puedan limpiarse debidamente, serán desechadas por nuevas.*

*Posteriormente se procederá a realizar el texturizado transversal mediante una rastra de alambre, o peine metálico, descrito en el punto 18.1 (Herramientas); Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado, pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.*

*La superficie acabada en esa forma, no deberá presentar partes excesivamente ásperas ni porosas, ni irregularidades resultantes de un manejo inadecuado del peine metálico.*

#### 20.5. Canteado

*Después del acabado final, pero antes que el hormigón haya alcanzado su fraguado inicial, los bordes del pavimento en los costados de cada losa, y a cada lado de las juntas transversales de expansión, juntas transversales de contracción y juntas de construcción deberán conformarse con un canteador aprobado, redondeándolos al radio indicado en los planos. La operación deberá resultar en un canteado bien definido y continuo, que produzca un acabado liso y denso del hormigón. La superficie de la losa no deberá ser maltratada por la inclinación del canteador durante su uso.*

*Todas las marcas del canteador que aparezcan en la losa, adyacentes a las juntas, deberán ser eliminadas con el escobillón, cuidando de no maltratar la sección redondeada en el borde de la junta.*

*Todo residuo de hormigón dentro o sobre la junta deberá ser removido.*

*Todas las juntas deberán ser revisadas con el escantillón antes de que el hormigón haya fraguado y se harán inmediatamente las correcciones correspondientes si un borde de la junta está más alto que el otro, o si quedan más altos o más bajos que las losas contiguas.*

*Estas disposiciones se aplicarán a la junta central longitudinal, cuando el pavimento se construya en dos carriles.*

## 20.6. Verificación de la Superficie del Pavimento

Tan pronto como el hormigón se haya endurecido suficientemente, la superficie del pavimento se verificará con un gálibo de 3.05 m (10 pies) de largo o con cualquier otro dispositivo que apruebe el **Ingeniero Residente**.

Las áreas que muestren puntos altos o protuberancias de más de 3 mm (1/8"), pero que no excedan de 12.7 mm (1/2") en 3.05 m (10 pies) se marcarán inmediatamente y se rebajarán con una esmeriladora mecánica aprobada, hasta donde la protuberancia o punto alto no sea mayor de 3 mm (1/8") cuando sea verificada con el gálibo de 3.05 m (10 pies).

No se permitirá corregir la superficie picándola o descantillándola bajo ninguna circunstancia.

Donde la desviación con respecto a la sección correcta exceda de 12.7 mm (1/2"), el **Contratista** removerá y reemplazará el pavimento a sus expensas.

Cualquier área o sección así removida, no deberá ser menor de 3.05 m (10 pies) de largo ni menor que todo el ancho del carril afectado.

Cuando sea necesario remover y reemplazar una sección de pavimento, cualquier porción remanente de la losa que sea menor de 3.05 m (10 pies) de largo, también deberá removerse y reemplazarse.

El **Contratista** suministrará el equipo y personal necesarios para efectuar las verificaciones de la superficie del pavimento.

## 21. CURA DEL PAVIMENTO

Inmediatamente después de completar las operaciones del acabado, y tan pronto el hormigón endurezca y no haya posibilidad de estropear el pavimento, la superficie del hormigón colocado, deberá ser cubierta y curada con el empleo de uno de los siguientes métodos: En todos los casos en los que esa cura necesite el uso de agua,

### Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

el curado tendrá prioridad en el derecho sobre el uso de ésta. La falla en proveer suficiente material cubridor de cualquiera de las clases que el Contratista prefiera usar, o la falta de agua para atender adecuadamente al curado y otras necesidades, será motivo para la suspensión inmediata de las operaciones de pavimentación. El hormigón no deberá dejarse expuesto a la intemperie durante más de media hora entre las etapas de curación o durante el período de su curación.

En todos los casos la cura se extenderá hasta cubrir las caras de los bordes del pavimento.

### 21.1. Esteras de Algodón o de Arpillera

La superficie del pavimento deberá ser completamente cubierta con esterass. Las que se utilicen deberán ser de tal largo (o ancho), que al ser colocadas, se extiendan por lo menos al doble del espesor del pavimento, más allá de los bordes de la losa. La estera será colocada de manera que toda la superficie y ambos bordes de la losa queden completamente cubiertos. Antes de su colocación las esterass deberán estar completamente saturadas de agua. También deberán ser colocadas y lastradas con pesos de manera que se mantengan en contacto íntimo con la superficie cubierta, debiendo permanecer las esterass completamente mojadas en tal posición, durante las 72 horas siguientes a la colocación del hormigón.

### 21.2. Método de la Membrana Impermeable

El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Esta operación se efectuará aplicando en la superficie una membrana de curado a razón de un litro por metro cuadrado (1 L /m<sup>2</sup>), para obtener un espesor uniforme de un milímetro (1 mm), que deje una membrana impermeable y consistente de color claro que impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco. Su aplicación debe realizarse con irrigadores mecánicos a presión, con equipo del tipo CMI-TC-250 o similar.

El espesor de la membrana podrá reducirse si de acuerdo con las características del producto que se use se puede garantizar su integridad, cubrimiento de la losa y duración de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la membrana de curado.

Se rociará a presión con un equipo mecánico que deberá ser de tipo atomización completa, equipado con un

### Capítulo 31

agitador del tanque. Al tiempo de emplearlo, el compuesto deberá encontrarse en un estado de mezclado completo, con el pigmento dispersado uniformemente por todo el vehículo. Durante la aplicación, el compuesto deberá ser continuamente agitado por medios mecánicos efectivos. Se permitirá la aspersion manual de lugares con anchos o formas irregulares, como también en los bordes del hormigón al quedar expuestos por el retiro de las formaletas. El compuesto de cura no deberá penetrar en las caras internas de juntas que se vayan a sellar. Deberán tomarse medidas aprobadas para asegurar la cura de las mismas y evitar que entre material extraño dentro de la junta, antes de que el sellado haya sido completado.

El compuesto de cura deberá ser de tal índole que la película se endurezca dentro de los 30 minutos después de su aplicación. En caso de que esta película resultase averiada por alguna causa dentro de las 72 horas del período de cura, las partes averiadas deberán ser corregidas inmediatamente, empleando compuesto adicional.

Al retirar las formaletas laterales, los costados de las losas que queden expuestos deberán ser protegidos inmediatamente para que tengan un tratamiento de cura igual al utilizarlo para la superficie.

Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas o del paso del equipo o seres vivos. El contratista será el responsable único del costo y trabajos correspondientes para la reparación de desperfectos causados en la losa de concreto o por cualquiera de las causas arriba mencionadas. El procedimiento para la reparación deberá ser previamente autorizado por el M.O.P. Los trabajos de reparación quedarán cubiertos por la misma garantía que aplica a los trabajos de pavimentación.

#### 21.3. **Cubierta de Polietileno Blanco Opaco**

La superficie y los lados del pavimento deberán ser cubiertos totalmente con lienzos de polietileno blanco opaco.

Las unidades que se utilicen deberán traslaparse cuando menos en 45 cm (18"). Los lienzos al ser colocados se les pondrán pesos encima, de manera que se mantengan en contacto íntimo con la superficie cubierta. Los lienzos o cubiertas, al ser preparados para este uso, deberán tener tal dimensión que cada pieza al ser colocada se extenderá más allá de los bordes de la losa, por lo menos dos veces el espesor del pavimento. A menos que se indique de otro

### Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

modo, los lienzos o cubiertas deberán ser conservados en sus sitios durante 72 horas después de la colocación del hormigón.

## 22. **REMOCION DE FORMALETAS**

A menos que se disponga de otra manera, las formaletas no deberán ser removidas del hormigón recién colocado, hasta que éste haya fraguado por lo menos 12 horas. Se exceptúan las formaletas auxiliares usadas temporalmente en las áreas de ensanche y aquellas que

obstaculicen el empleo de sierras para el corte de cada tercera junta transversal de contracción, como se indica en el sub-artículo 19.2.1 (JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCION ASERRADAS) de este capítulo.

Las formaletas deberán removerse cuidadosamente, de manera que se evite daños al pavimento.

Tan pronto como las formaletas hayan sido removidas, los extremos de todas las juntas deberán ser limpiados de manera que el ancho total de las mismas, quede expuesto en toda su profundidad.

Inmediatamente después de remover las formaletas, los costados de las losas deberán curarse de acuerdo con uno de los métodos descritos en el artículo anterior. Igualmente se procederá a corregir las áreas afectadas con comejenes.

Las áreas reducidas de panales de abeja deberán ser limpiadas, humedecidas y restauradas esmeradamente con mortero de consistencia adecuada a razón de una parte de cemento por dos partes de agregado fino, determinadas por peso.

Las áreas extensas con panales de abeja profundos, serán consideradas defectuosas y deberán ser eliminadas y repuestas a expensas del **Contratista**.

Cualquier área o sección que sea necesario remover no deberá ser menor de 3.05 m (10 pies) de largo, ni menor de todo el ancho del carril afectado.

Cuando sea necesario remover una sección de pavimento, cualquier porción remanente de la losa, que sea menor de 3.05 m (10 pies) de largo, también deberá removerse y reemplazarse.

## 23. SELLO DE JUNTAS

*Antes de que el pavimento sea abierto al tránsito y lo más pronto posible después de terminar el periodo de cura, las juntas serán selladas con material que se conforme con estas especificaciones.*

*Inmediatamente antes de sellar las juntas con el material especificado, éstas deberán estar secas, se limpiarán de todo polvo, residuos de hormigón o cualquier otro material objetable, incluyendo la membrana del compuesto de cura, por medio de aire a presión u otro*

*método aprobado por el **Ingeniero Residente**.*

*Las juntas se llenarán a presión con equipo aprobado por el **Ingeniero Residente**.*

*El material de sello deberá ser aplicado en cada ranura de junta, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y se rebajará cualquier exceso hasta 6 mm (¼") desde la superficie del pavimento, usando una recortadora o rebanadora apropiada.*

*La superficie deberá quedar limpia y libre de rebabas. No se permitirá el uso de desperdicios de materiales de sello, ni el uso de arena o material semejante para cubrir el sello.*

*El **Contratista** mantendrá en la obra un termómetro apropiado para el control de la temperatura del material de sello si así lo requiere dicho material. La falta de este termómetro será suficiente causa para la suspensión de las operaciones de sello.*

## 24. PROTECCION DEL PAVIMENTO

*El **Contratista** deberá proteger el pavimento y sus accesorios, contra daños producidos por el tránsito de personas y de vehículos, animales y cualquier otra causa que pueda afectarlo adversamente.*

*El **Contratista** erigirá y mantendrá letreros y luces de aviso, barreras, puentes sobre el pavimento y todos los dispositivos necesarios, ubicándolos debidamente, para proteger el pavimento y proporcionar facilidades adecuadas para el tránsito.*

*Toda parte del pavimento, dañada antes de la aceptación final de la obra, deberá ser reparada o*

Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*reemplazada por el **Contratista**, a sus expensas y de manera satisfactoria para el **Ingeniero Residente**.*

## 25. APERTURA AL TRANSITO

*El **Ingeniero Residente** decidirá cuándo el pavimento podrá ser abierto al tránsito. El pavimento no podrá ser abierto al tránsito hasta que las vigas de ensayo, moldeadas y curadas de acuerdo con los requisitos del Artículo 16 (MUESTRAS DE CAMPO PARA ENSAYOS) de este capítulo hayan alcanzado una resistencia a la flexión igual o mayor a la indicada en los planos, al ser*

*aprobadas por el método de los tercios centrales, de acuerdo con AASHTO T 97.*

*Antes de la apertura al tránsito, el pavimento deberá limpiarse y las juntas serán terminadas y selladas por completo, según se establece en el Artículo 23 (SELLO DE JUNTAS) de este capítulo.*

## 26. PAVIMENTACION CON FORMALETAS DESLIZANTES

*A menos que se estipule lo contrario en cualquiera de los documentos contractuales, a opción del **Contratista** y con la aprobación del **Ingeniero Director**, el pavimento podrá construirse por el método de formaletas deslizantes.*

*En cualquier momento que el equipo y método utilizados por el **Contratista** en la pavimentación con formaletas deslizantes no den los resultados requeridos en estas especificaciones, las operaciones de pavimentación serán suspendidas inmediatamente y no se reanudarán hasta que el **Contratista** tome las medidas adecuadas y obtenga resultados satisfactorios aprobados por el **Ingeniero Residente**.*

*En caso de emplearse el método de pavimentación con formaletas deslizantes, se deberán aplicar las disposiciones que se establecen a continuación:*

### 26.1. Equipo

*El equipo de pavimentación deberá estar provisto de formaletas deslizantes con las dimensiones, forma y resistencia tales, para soportar el hormigón lateralmente por el tiempo necesario, durante su colocación, para producir un pavimento de hormigón de acuerdo con las*

## Capítulo 31

secciones transversales indicadas en los planos y los requisitos especificados.

La máquina pavimentadora deberá estar dotada de dispositivos que realicen, en forma automática, los ajustes en la flota y los que sean necesarios para acabar el hormigón a la rasante establecida para el pavimento.

La máquina pavimentadora de formaletas deslizantes deberá ser capaz de disminuir la corona gradualmente en las áreas de transición hasta quedar en línea recta para la pavimentación de peralte en las curvas. Al efectuar dicha transición, la pavimentadora deberá mantener automáticamente el control de alineamiento y de la rasante en relación con la línea que le sirve como guía a los sensores de línea y niveles con que debe estar equipada dicha máquina.

### 26.2. Acondicionamiento Final de la Base

Antes de colocar el hormigón, deberá dársele a la base el acondicionamiento final, conformándola y compactándola debidamente.

Los requisitos establecidos en el Artículo 8 (PREPARACION DE LA BASE), y en el Artículo 11 (ACONDICIONAMIENTO FINAL DE LA BASE) de este capítulo, y en el Capítulo 22 (BASE DE AGREGADOS PETREOS) de estas especificaciones, se aplicarán para el acondicionamiento final de la base, sobre la cual se pavimentará por el método de formaletas deslizantes.

La superficie final de la base acondicionada se verificará por medio de un gálibo o por cualquier otro método aprobado por el **Ingeniero Residente**.

No se permitirá ningún punto alto en la superficie final de la base acondicionada. Las áreas bajas deberán ser rellenadas y compactadas a la elevación correcta con material similar al usado para la base.

### 26.3. Colocación del Hormigón

El hormigón deberá ser colocado por una pavimentadora de formaletas deslizantes aprobada, diseñada para extender, consolidar, enrasar y flotar el hormigón recién colocado, en una pasada completa de la máquina, en tal forma que un mínimo de acabado a mano sea necesario para producir un pavimento denso y homogéneo y en conformidad con lo indicado en los planos y en las especificaciones. El hormigón deberá ser esparcido uniforme e ininterrumpidamente en su posición

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

final por la pavimentadora de formaletas deslizantes.

La máquina deberá vibrar efectivamente el hormigón en todo el ancho y profundidad del pavimento que se está colando. Dicha vibración deberá efectuarse por medio de vibradores de tipo de plancha superficial o del tipo de tubos o brazos inmersos, bien sea con tubo sumergido o de cabezas vibratoras múltiples.

Las formaletas deslizantes deberán ajustar rígidamente en forma lateral para evitar su desplazamiento. Cualquier desmoronamiento o deformación en el borde del pavimento, mayor de seis milímetros ( $\frac{1}{4}$  pulg.) que no sea el canteo requerido, deberá ser corregido antes que el hormigón se haya endurecido. El alineamiento y la rasante del pavimento estarán controlados automáticamente por los sensores de línea y nivel en continuo contacto con la línea guía.

El hormigón deberá ser mantenido a una consistencia uniforme con un asentamiento o revenimiento que no exceda de 6.35 cm ( $2\frac{1}{2}$  pulg.)  $\pm$  1.27 cm ( $\frac{1}{2}$  pulg.).

La pavimentadora con formaletas deslizantes deberá ser operada con un movimiento de avance tan continuo como fuese posible, y todas las operaciones de mezcla, entrega y colocación del hormigón deberán ser coordinadas en tal forma que proporcionen un avance uniforme a la pavimentación, manteniendo al mínimo las paradas y arranques de la máquina. En caso de que por algún motivo fuese necesario detener el avance de la pavimentadora, los elementos vibratorios y de apisonamiento también deberán ser detenidos inmediatamente. A la máquina no se le deberá aplicar ninguna fuerza de tracción, excepto aquella que es controlada desde la misma máquina.

No se permitirá insertar barras de amarre en los lados sin apoyo de la losa recién vaciada. El método que se use para la colocación de las barras, en los lugares requeridos, no deberá producir ningún daño ni rotura al hormigón, y deberá ser aprobado por el **Ingeniero Residente**.

En sitios inaccesibles para la pavimentadora de formaletas deslizantes, el pavimento de hormigón será colocado por los métodos y equipo que se conformen con los requisitos establecidos en el sub-artículo 20.1.2 (METODO A MANO) de este capítulo. En dichos sitios el uso de formaletas laterales fijas se conformará con los requisitos establecidos en estas especificaciones.

### 26.4. Corrección de la Superficie

*Después que al hormigón se le haya dado el acabado con los recursos incorporados en la pavimentadora con formaletas deslizantes, la superficie del hormigón fresco deberá ser verificada por el Contratista con una regla o escantillón no menor de 3.05 m (10 pies) de largo.*

*Cualquier divergencia o desviación que aparezca al pasar la regla antes citada, se tratará como se especifica en el Artículo 20.3 (CORRECCION DE LA SUPERFICIE) de este capítulo.*

### **26.5. Acabado Final**

*La textura y el acabado final de la superficie del hormigón colocado por el método de pavimentación con formaletas deslizantes se conformará con los requisitos establecidos en los sub-artículos 20.4 (ACABADO FINAL), 20.5 (CANTEADO), y en el 20.6 (VERIFICACION DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO) de este capítulo.*

### **26.6. Cura**

*La cura del hormigón vaciado de acuerdo con el método de pavimentación con formaletas deslizantes será hecha de conformidad con los procedimientos establecidos en el Artículo 21 (CURA DEL PAVIMENTO) de este capítulo.*

*La cura se aplicará uniforme y totalmente a todas las superficies y bordes del pavimento.*

### **26.7. Juntas**

*Todas las juntas se construirán de acuerdo con el Artículo 19 (JUNTAS) y serán selladas según el Artículo 23 (SELLO DE JUNTAS) de este capítulo.*

*Las juntas transversales de contracción del pavimento vaciado con el equipo de pavimentación con formaletas deslizantes, deben ser cortadas con sierra o aserradas.*

### **26.8. Protección Contra la Lluvia**

*El Contratista deberá tener a mano dispositivos adecuados, aprobados por el Ingeniero Residente, para proteger la superficie y los bordes del hormigón no endurecido, en cumplimiento con lo establecido en el Artículo 14 (LIMITACIONES PARA LA COLOCACION DEL HORMIGON) de este capítulo.*

## **27. RUGOSIDAD Y TOLERANCIAS EN EL ESPESOR DEL PAVIMENTO**

*El pavimento deberá construirse cumpliendo con el espesor mostrado en los planos. El pavimento que no cumpla con este requisito estará sujeto al siguiente procedimiento relativo al ajuste en su precio unitario o a su remoción y reemplazo:*

*El Ingeniero Residente debe previo a la colocación del hormigón, verificar que las formaletas o el nivel, en caso de pavimentadora deslizante, son los correctos para obtener el espesor especificado.*

*De existir deficiencias deben corregirse de inmediato.*

*Una vez vaciado el hormigón la medición del espesor del pavimento será verificada o comprobada por el Ingeniero Residente mediante mediciones del espesor de núcleos de ensayo, de acuerdo con AASHTO T 148. El Ingeniero Residente determinará los espesores del pavimento por medio de sondeos en el hormigón aún plástico.*

*Para establecer el precio unitario ajustado para el pavimento, éste se considerará separadamente por carriles en unidades de 250 m lineales o fracción.*

*El Ingeniero Residente tomará al azar en cada unidad tantos sondeos en el hormigón plástico como considere necesario, y conjuntamente con el Contratista llevará un registro de éstos. En caso que se requiera la verificación o complementación de tales mediciones, el Ingeniero Residente extraerá, por lo menos, dos núcleos de ensayo por unidad.*

*Con base en las mediciones antes indicadas, el Ingeniero Residente determinará el espesor promedio del pavimento, aplicable a cada unidad o fracción.*

*En el cálculo del espesor promedio, todas las mediciones que excedan el espesor exigido en los planos por más de 5 mm (0.2 pulg.) serán consideradas como dicho espesor exigido más 5 mm solamente y todas las mediciones que sean menores que el espesor exigido, en más de 12.7 mm (½ pulg.) serán excluidas del cálculo del espesor promedio.*

## Capítulo 31

Cuando el espesor promedio del pavimento en una unidad es el exigido en los planos, el área de la unidad considerada se pagará al precio unitario fijado en el Contrato.

Cuando el espesor promedio en una unidad esté deficiente, pero no en más de 12.7 mm (0.5 pulg.) con respecto al espesor exigido en los planos, el precio unitario para el área de esa unidad será ajustado de acuerdo con lo establecido en el sub-artículo 30.2 (AJUSTE DE PAGO) del Artículo 30 (PAGO) de estas especificaciones.

Cuando se compruebe que alguna medición del espesor del pavimento tenga una deficiencia mayor de 12.7 mm (0.5 pulg.) con respecto al espesor exigido en los planos, se procederá a extraer núcleos de ensayo exploratorios a intervalos no menores de 5 m, paralelos a la línea central del pavimento y en ambas direcciones del punto deficiente, hasta encontrar un espesor que no difiera del exigido en los planos en más de 12.7 mm (0.5 pulg.).

No se hará ningún pago por secciones de pavimento cuya deficiencia en espesor sea mayor de 12.7 mm (0.5 pulg.) con respecto al espesor indicado en los planos. Tales secciones serán removidas por el **Contratista** a sus expensas, y deberán ser reemplazadas por el **Contratista** con un pavimento del espesor exigido en los planos.

La sección en estos casos será el área de pavimento localizada entre dos juntas transversales a todo el ancho del pavimento, pero el **Ingeniero Residente** podrá aplicar esto solamente a la remoción del hormigón localizado en un carril completo entre dos juntas transversales.

Los núcleos de ensayo adicionales para determinar los límites del área con espesores deficientes en más de 12.7 mm (0.5 pulg.) no serán utilizados en el cálculo del espesor promedio para los ajustes de precios unitarios.

Cuando el espesor promedio resulte mayor que el exigido en los planos, el precio unitario del pavimento se pagará sin efectuar ningún ajuste.

El **Contratista** deberá rellenar, sin ningún pago adicional, las perforaciones resultantes de la extracción de los núcleos de ensayo, con hormigón similar al usado en la construcción del pavimento.

### 27.1 Especímenes de Prueba

Se deberán tomar muestras de concreto para

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto. Especímenes de prueba adicionales podrán ser necesarios para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad limite la apertura del pavimento al tránsito. El procedimiento seguido para el muestreo del concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 172.

La frecuencia de muestreo será de 4 especímenes mínimos para pruebas.

### 27.2. Calidad de la Superficie Terminada (rugosidad) de la Losa de Concreto

#### 27.2.1. Antecedentes

El contratista deberá proveer y mantener durante el tiempo que dure la obra un perfilómetro que cumpla con las especificaciones ASTM E 1274. La calibración del equipo, siguiendo los lineamientos de la misma especificación, deberá ser verificada por la Inspección antes de su uso en el proyecto. Los resultados del ensayo del perfilómetro serán evaluados por el MOP.

#### 27.2.2. Alcance

El ensayo de la superficie de pavimento será limitado a aquellos pavimentos con más de 200 metros de longitud de construcción.

Aquellos pavimentos con curvas horizontales que tengan un radio de curvatura al eje del camino menor que 300 metros no serán ensayados, al igual que las transiciones de la sobre-elevación correspondiente a dichas curvas. El pavimento comprendido dentro de los 5 metros subsecuentes a un pavimento existente no colocado dentro de este proyecto, o a una estructura o losa de aproximación, no será ensayado por medio del perfilómetro. Para estos casos deberá emplearse una regla de 3 metros de longitud, y las irregularidades comprendidas en cualquier dirección (en el caso de que existan) no deberán exceder 5 milímetros. Para la corrección de irregularidades que no cumplan con la tolerancia aquí especificada se empleará aquel método aprobado previamente por el **Ingeniero Residente** con cargo al contratista.

#### 27.2.3. Perfiles del Pavimento

Cada carril de circulación deberá ser evaluado como a continuación se indica.

## Capítulo 31

La obtención del perfil del pavimento comenzará a 5 metros dentro del concreto previamente colocado, y será medido a lo largo de las líneas imaginarias que son paralelas a aquellas que delimitan cada carril de circulación, y que están ubicadas aproximadamente a 1 metro dentro del carril que está siendo evaluado. Las mediciones efectuadas a lo largo del pavimento siendo evaluado serán divididas en tramos consecutivos de 200 metros cada uno, con el fin de establecer las posibles secciones que tendrán una deducción debido a la calidad de la superficie terminada. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de las dos mediciones tomadas dentro del ancho de cada carril de circulación evaluado.

Alternativamente, cuando se lleve a cabo pavimentación completa del ancho de corona en una sola pasada del tren de pavimentación, y la sección transversal del pavimento esté compuesta por al menos dos carriles de circulación mas los acotamientos correspondientes, se podrá obtener sólo un perfil del pavimento por carril de circulación para efectos de esta evaluación. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de todas las mediciones tomadas en la sección transversal que cumpla con lo aquí estipulado.

### 27.2.4 Arranque de las Operaciones de Pavimentación

Durante el comienzo de las operaciones de pavimentación, ya sea el arranque de la pavimentación o después de tiempos prolongados de inactividad, la superficie del pavimento será ensayada con el perfilómetro tan pronto como sea posible sin que se dañe la superficie del pavimento. El propósito de este ensaye es ayudar al **Contratista** y al MOP a evaluar los métodos y equipos de pavimentación. La longitud de esta sección de prueba inicial no deberá exceder 400 metros. Cuando los métodos de pavimentación empleados y el equipo empleado produzcan un índice de perfil de 16 centímetros por kilómetro o menos, el contratista podrá proceder con las operaciones de pavimentación. En el caso de que este índice de perfil inicial exceda 16 centímetros por kilómetro, el contratista deberá efectuar correcciones en sus operaciones de pavimentación, las cuales deberán ser aprobadas por el **Ingeniero Residente**, antes de que pueda proceder a pavimentar y evaluar otra sección de prueba de un máximo de 400 metros.

### 27.2.5 Índice de Perfil Promedio Diario

Un día de pavimentación será definido como un

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

mínimo de 200 metros de longitud de pavimento colocado durante un mismo día. Cuando la colocación de concreto de un solo día no exceda 200 metros de longitud, dicha pavimentación deberá ser agrupada con la del día de pavimentación inmediato siguiente. Los perfiles del pavimento deberán medirse tan pronto como sea práctico y posible, pero no más tarde que el siguiente día de trabajo.

El índice de perfil promedio deberá ser determinado para cada día de pavimentación por medio del promedio aritmético de todos los índices de perfil calculados por cada una de las secciones de 200 metros comprendidas dentro de la longitud de pavimentación del día correspondiente. Cuando el índice de perfil promedio diario exceda 25 centímetros por kilómetro, las operaciones de pavimentación, deberán ser suspendidas inmediatamente hasta que el contratista efectúe las correcciones pertinentes que sean aprobadas por el **Ingeniero Residente**. Para reanudar las operaciones de pavimentación, el contratista deberá cumplir con lo estipulado en el procedimiento correspondiente al arranque de las operaciones de pavimentación, incluido en esta especificación.

### 27.2.6 Evaluación del Pavimento y Correcciones

Después de que la superficie del pavimento sea ensayada, todas aquellas áreas que presenten una desviación igual o mayor a 10 milímetros en 7.5 metros o menos deberán corregirse. Después de su corrección deberán ensayarse de nuevo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Después de la corrección individual de todas las desviaciones, cualquier sección de 200 metros de longitud que presente un índice de perfil mayor que 25 centímetros por kilómetro deberá ser corregida para reducir dicho índice a 16 centímetros por kilómetro o menor. Estas secciones de pavimento donde se han requerido correcciones deberán ser ensayadas una vez que dicha correcciones estén incluidas para asegurar que efectivamente se ha reducido el índice de perfil de 16 centímetros por kilómetro o menos.

Cuando el índice de perfil de cualquier sección de 200 metros exceda 16 centímetros por kilómetro, pero no exceda 25 centímetros por kilómetro, el contratista podrá elegir entre corregir la calidad de la superficie terminada o aceptar una penalización dentro de su precio unitario de pavimento debido a la calidad deficiente de dicha superficie terminada.

## Capítulo 31

*Todos los trabajos de corrección que deberán efectuarse a la superficie terminada del pavimento serán con cargo al contratista. Todo método de corrección de la superficie del pavimento deberá ser aprobado por la Inspección. No se le permitirá al contratista efectuar trabajos de corrección por medio del empleo de equipos de*

*impacto que puedan dañar la estructura de pavimento ni mediante resanes o productos superficiales adheridos.*

*La corrección implicará la escarificación de la superficie afectada y una metodología sustentada técnicamente, que defina el tipo de junta mecánica o de adherencia entre el pavimento escarificado y la solución propuesta a ejecutar.*

*Una vez que se efectúen los trabajos de corrección de la superficie del pavimento donde así se requiera, el contratista deberá restablecer a satisfacción de la Inspección, la textura de dicha superficie.*

*Todos los trabajos de corrección de calidad de superficie del pavimento deberán ser efectuados antes de que se determinen los espesores de losa para pago según la especificado.*

## 28. HOMBROS

*La construcción, conformación y cualquier otro tratamiento necesario para los hombros deberá realizarse lo más pronto posible después de terminar la operación de sello de juntas y antes de pintar las líneas y marcas para el control del tránsito.*

*La colocación del material para los hombros deberá hacerse en tal forma que su manejo y compactación no produzcan daños en la superficie del pavimento, sus bordes, ni en las juntas.*

*Las fuentes de materiales para hombros deberán drenarse adecuadamente y ofrecer una apariencia nítida al ser abandonadas. Todo el material de los cortes, dentro del camino, deberá obtenerse ensanchando las cunetas o mediante banquetas nítidamente terminadas, sin alterar las líneas de los taludes.*

*Todo el material excedente deberá ser esparcido uniformemente sobre los taludes de los terraplenes o fuera del área de construcción.*

*Los hombros terminados deberán presentar un*

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

*corte nítido, conforme a las líneas, pendientes y sección transversal típica mostrada en los planos.*

## 29. MEDIDA

*La cantidad de pavimento de hormigón de cemento Portland que se medirá para efectos de pago, será el número de metros cuadrados de pavimento de hormigón construido de acuerdo en todo con lo indicado en los planos y en estas especificaciones, debidamente aceptados y medidos en su sitio. Se usarán las medidas longitudinal en su proyección horizontal y la transversal planar (neta) para las mediciones de área superficial.*

*El ancho del pavimento será el mostrado en la sección transversal típica de los planos, más el sobreancho donde se requiera o como lo hubiera ordenado por escrito el **Ingeniero Residente**. La longitud será medida horizontalmente a lo largo de la línea central del camino.*

*No se medirá, para efectos de pago directo, ningún tipo de acero que se requiera para espigas o dispositivos para transferencia de cargas, ni para barras de amarre. Tampoco se medirá para efectos de pago directo el acero de refuerzo que se requiera para las losas de acceso a las estructuras. Todo este acero se considerará como parte integrante del pavimento de hormigón de cemento Portland y su costo se incluirá en el precio unitario del metro cuadrado de pavimento.*

## 30. PAGO Y AJUSTES

### 30.1. Generalidades del Pago

*En las losas de concreto hidráulico que constituirán el pavimento, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado, sujeto a los ajustes de precio correspondientes al cumplimiento de las tolerancias indicadas en estas especificaciones en cuanto a espesores de losa e índice de perfil.*

*Las cantidades de pavimento de hormigón de cemento Portland, medidas como se ha especificado, se pagarán al precio unitario fijado en el Contrato; con la salvedad de que cualquier pavimento cuyo espesor se encuentre deficiente con respecto al espesor exigido en los planos o su rugosidad sea mayor que la especificada aceptable, se ajustará como se estipula en el sub-artículo 30.2 que sigue. Dichos precios y pagos constituirán compensación total por el suministro y colocación de todos*

Capítulo 31

los materiales y trabajos necesarios para la construcción del pavimento de hormigón de cemento Portland, incluyendo las espigas de acero o dispositivos para transferencia de cargas, las barras de amarre, acero de refuerzo y todo el material requerido para las juntas.

Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

**30.2. Ajustes de Pagos**

**30.2.1. Ajuste de Pago por Deficiencias de Espesores**

El precio unitario del Contrato se ajustará conforme al cuadro siguiente, por unidad de 300 m:

No se efectuará ningún ajuste en el precio unitario fijado en el contrato en las unidades donde el espesor promedio resulte mayor que el exigido en los planos.

Deficiencia en Espesor Determinada mediante Testigos		Porcentaje del Precio del Contrato a Deducir
(mm)	(pulg.)	(%)
< 4	< 5/32	10
De 4 a < 7	De 5/32 a < de 9/32	20
De 7 a < 10	De 9/32 a < de 25/64	30
De 10 a < 12.7	De 25/64 a < de 32/64	35
Mayor de 12.7	Mayor de 32/64	Remover y Reemplazar

**30.2.2. Ajuste de Pago por Deficiencia en la Rugosidad**

Los ajustes en el precio unitario de la losa de concreto por calidad de la superficie terminada del pavimento serán de acuerdo a la siguiente tabla.

AJUSTE DEL PRECIO UNITARIO POR CALIDAD DE SUPERFICIE TERMINADA DEL PAVIMENTO	
Indice de Perfil en cm por km Por cada sección de 200 m	Porcentaje del Precio del Contrato a Deducir
< de 16.0	0.00
16.1 a 18.5	5.00
18.6 a 20.0	8.00

La deducción por calidad de superficie terminada del pavimento será calculado para cada sección de 200 metros.

NOTA: Si hay deficiencias tanto en espesores como en rugosidad, se aplicará la deducción especificada para cada deficiencia y se sumarán los montos a deducir del precio del contrato.

**30.3. Abono por Progreso en el Trabajo**

Podrán hacerse abonos sobre el valor del trabajo terminado, según los porcentajes indicados en la tabla siguiente:

1. Losa de Hormigón 90%
2. Juntas Terminadas 10%

Estos abonos no implican la aceptación definitiva del trabajo ejecutado sobre el cual se aplican, ni relevan al **Contratista** de las obligaciones y responsabilidades contraídas en este Contrato sino hasta que la aceptación final de la obra tenga lugar.

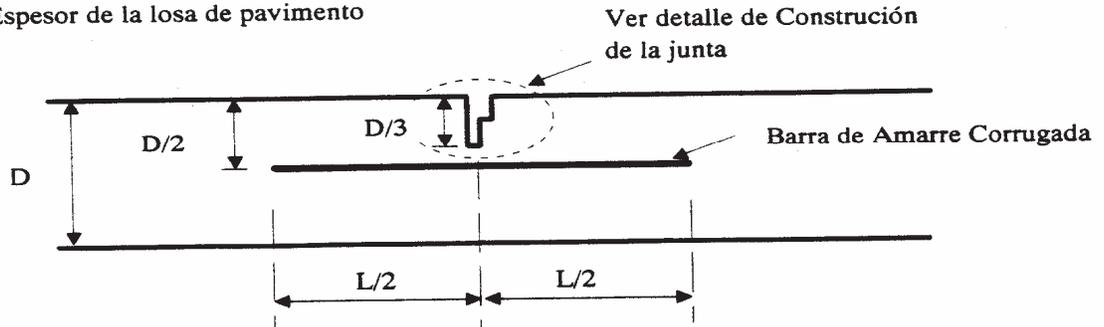
El pago se hará bajo el detalle siguiente:

- a) Pavimento de Hormigón de Cemento Portland de \_\_\_\_\_ mm (pulg.) de espesor..... por METRO CUADRADO

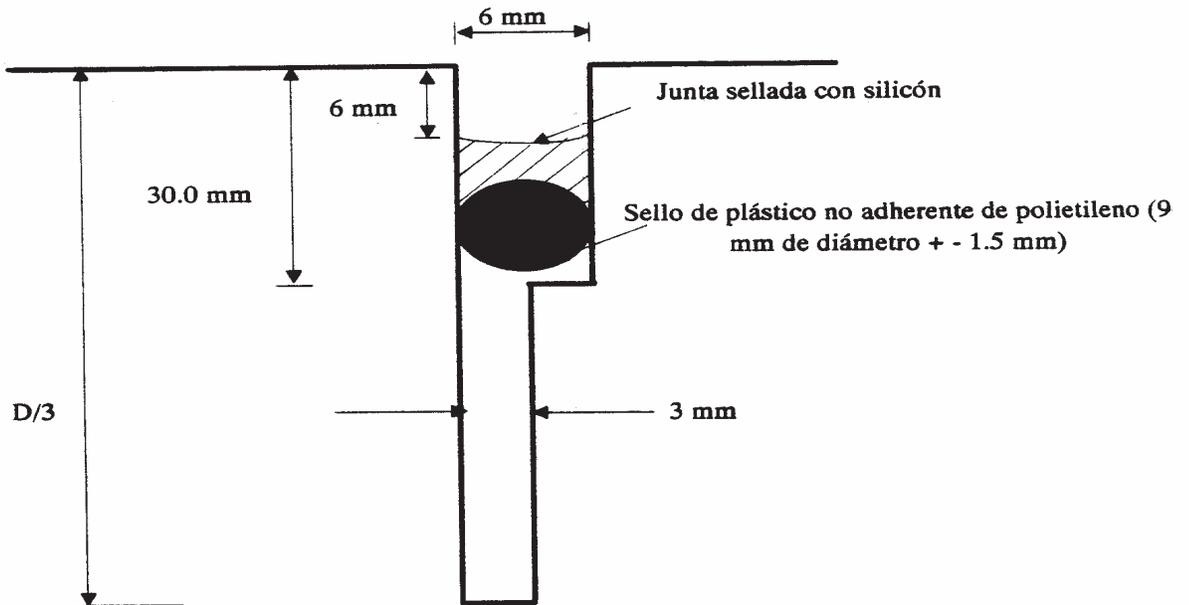
20.1 a 21.5	10.00
21.5 a 23.0	12.00
23.0 a 25.0	15.00
más que 25.0	CORREGIR

**CROQUIS No. 1  
CORTE Y SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCIÓN LONGITUDINAL  
CON BARRA DE AMARRE (TIPO A)**

D = Espesor de la losa de pavimento



**Detalle de construcción de la junta**

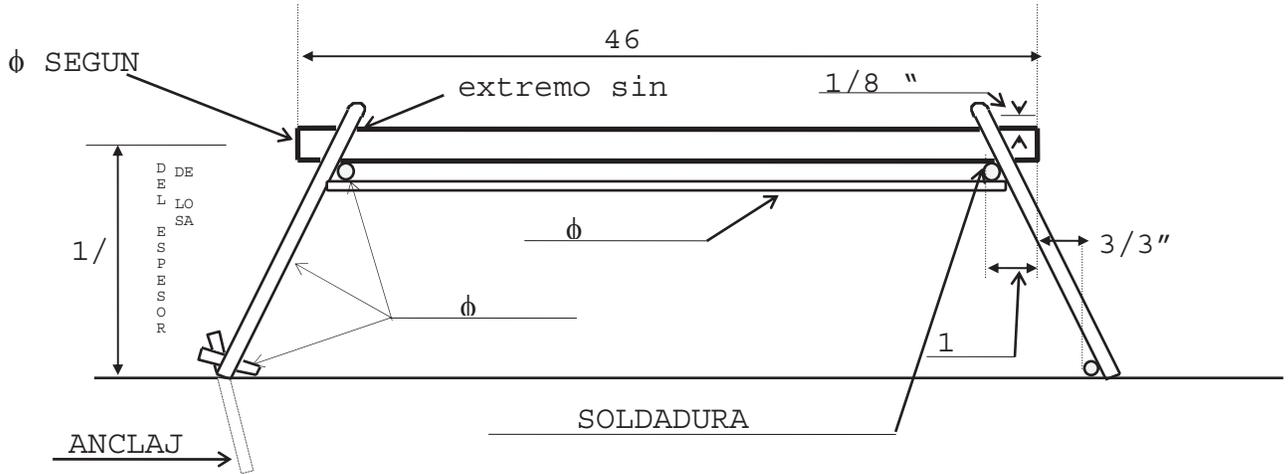


**NOTA:**

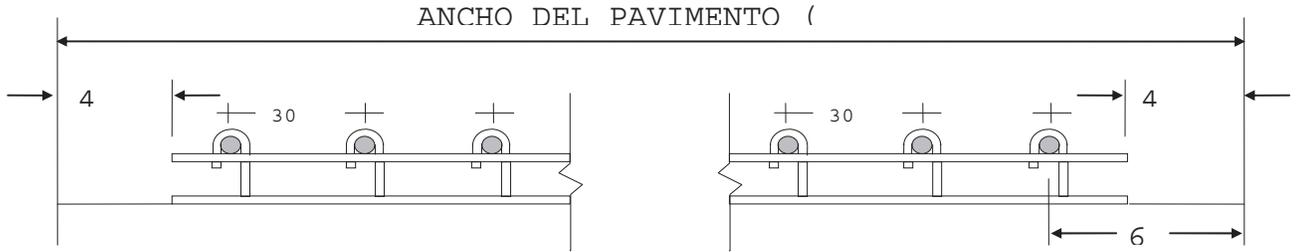
La relación ancho/profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y como máximo 2:1.

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 desportillamiento. El corte adicional para formar el depósito de la junta de

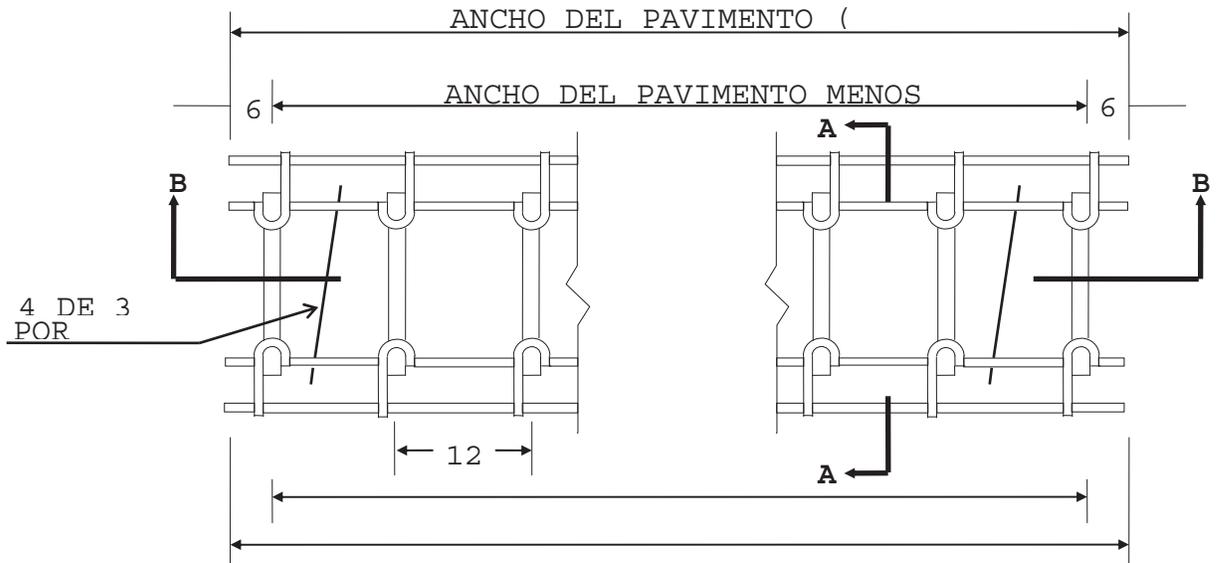
**CANASTILLAS PARA PASAJUNTAS EN JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCION**



**CORTE A - A**

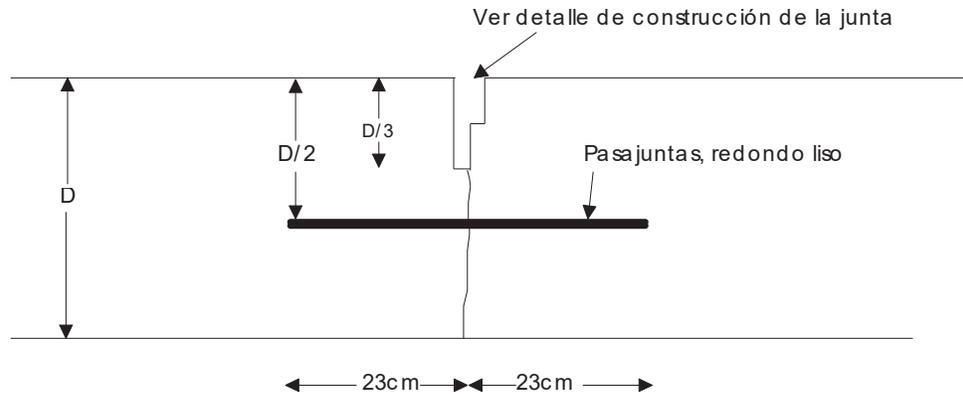


**CORTE B - B**

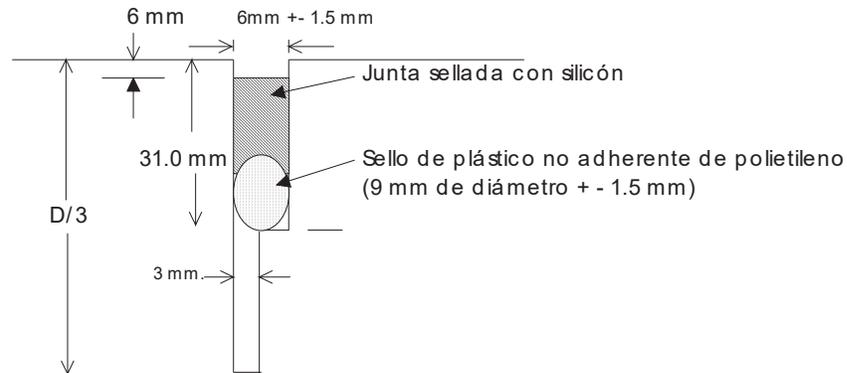


**CROQUIS No. 2  
CORTE Y SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCION TRANSVERSAL  
CON PASAJUNTAS (TIPO B)**

D = Espesor de la losa de pavimento



**Detalle de construcción de la junta**



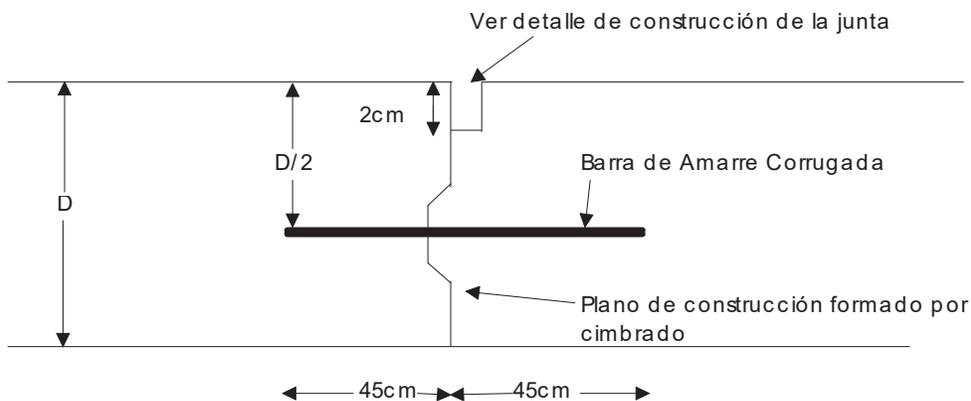
**NOTA:**

La relación ancho / profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y como máximo 2:1.

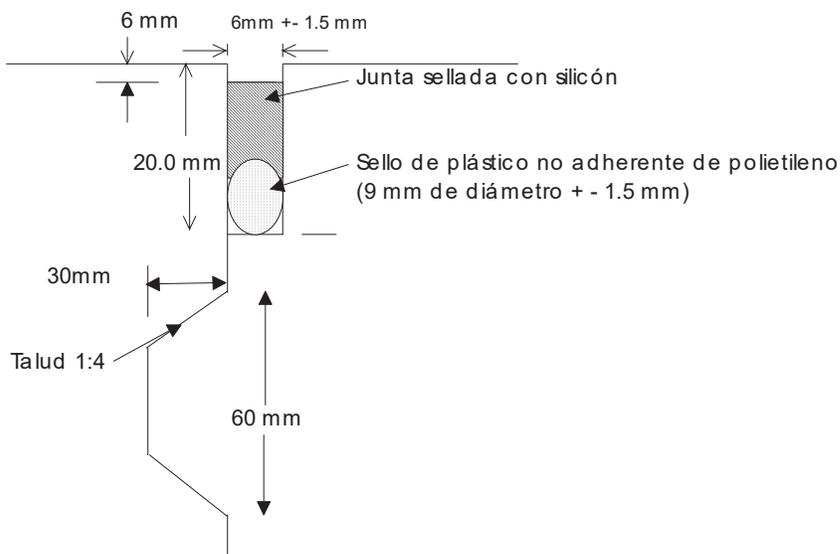
La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá ser hecha en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o el despostillamiento. El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después del colado.

**CROQUIS No. 3**  
**CORTE Y SELLADO DE JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCION**  
**CON PASAJUNTAS (TIPO C)**

D = Espesor de la losa de pavimento



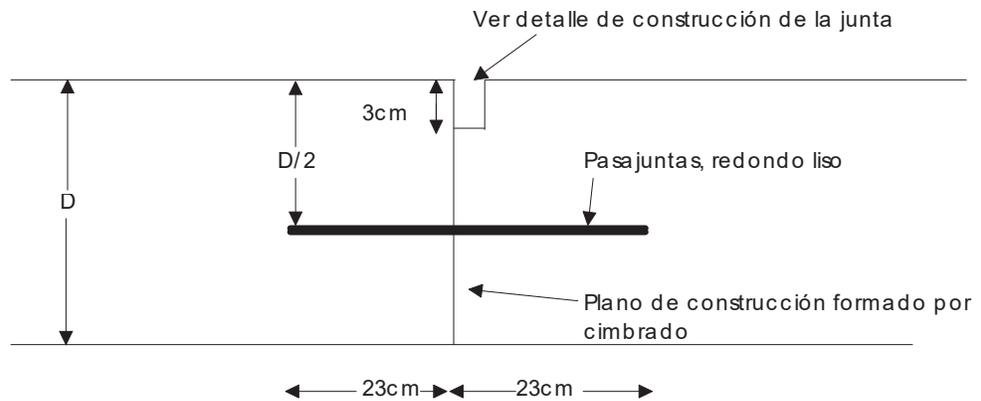
**Detalle de construcción de la junta**



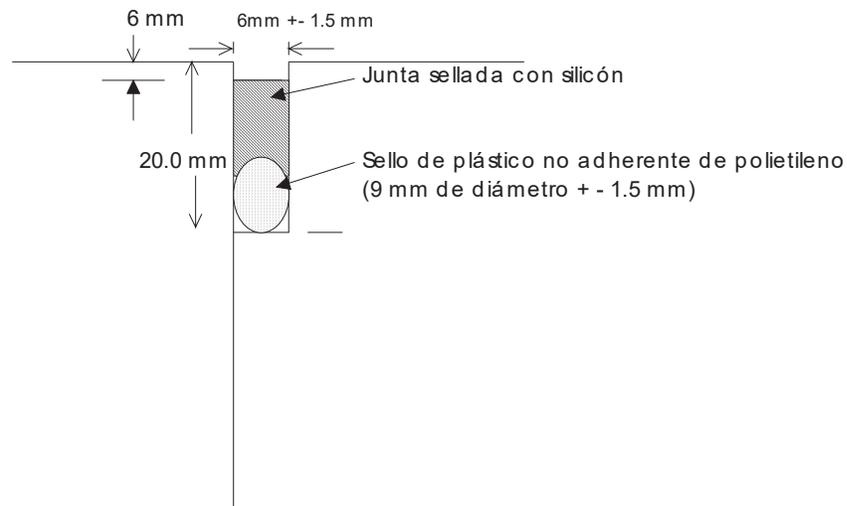
NOTA:  
 La relación ancho / profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y como máximo 2:1.

**CROQUIS No. 4**  
**CORTE Y SELLADO DE JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCION**  
**CON PASAJUNTAS (TIPO D)**

D = Espesor de la losa de pavimento



**Detalle de construcción de la junta**



NOTA:  
 La relación ancho / profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y como máximo 2:1.

