

# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

**CAPITULO 13****ESTRUCTURAS DE HORMIGON****1. DESCRIPCION**

Este capítulo comprende la construcción de estructuras de hormigón y/o de las partes de hormigón de estructuras compuestas. También determina las normas que se deberán cumplir en cuanto a la dosificación, la fabricación, suministro y colocación del hormigón requerido en otros capítulos de estas especificaciones. Todas las estructuras serán construidas con las dimensiones, líneas y rasantes que aparecen en los planos o como lo apruebe el Ingeniero Residente.

**2. EQUIPO**

El **Contratista** deberá poseer todo el equipo necesario para cumplir efectivamente con el trabajo de hormigonado que indiquen los planos, incluyendo las instalaciones y aparatos que permitan una medición satisfactoria de los componentes del hormigón para su dosificación, así como los necesarios para su fabricación y colocación en el lugar de empleo, de tal manera que se garantice una resistencia del hormigón que sea la más uniforme posible.

**3. MATERIALES**

Los materiales utilizados para la fabricación del hormigón podrán ser los siguientes:

- a. Cemento
- b. Agua
- c. Agregado Fino
- d. Agregado Grueso
- e. Aditivos

Todos los materiales deberán cumplir con los requisitos establecidos en estas especificaciones, en los planos o en cualquier otro documento del Contrato.

**3.1. Cemento**

El cemento que se utilice para la fabricación del hormigón será cemento Portland en sus tipos: I, II, III, IV

y V, los cuales deberán cumplir con los requisitos AASHTO M 85 o ASTM C-150; sin embargo, a menos que en los planos se especifique otra cosa, deberá entenderse que se usará cemento Portland Tipo I.

En el caso de que el **Contratista** requiera usar cemento de fraguado rápido, en alguna estructura o parte de ella, deberá someterlo por escrito a consideración del **Ingeniero**, quien aprobará o rechazará la solicitud también por escrito.

En la ejecución de una obra deberá utilizarse solamente una marca de cemento y en casos excepcionales el **Ingeniero** podrá autorizar por escrito el uso de más de una marca.

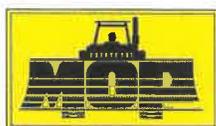
El **Contratista** deberá disponer de instalaciones adecuadas para el almacenamiento del cemento, con el fin de protegerlo contra la humedad y de cualquier otro agente que altere sus propiedades.

El uso de cemento a granel requerirá aprobación previa y por escrito del **Ingeniero**.

No se permitirá el uso del cemento que esté parcialmente endurecido, que tenga terrones o grumos o que esté apelmazado; ni tampoco el sobrante, aparentemente útil, de los sacos así desechados. Cuando haya sacos de cemento sano incompletos, éstos se podrán utilizar siempre y cuando sean debidamente pesados para garantizar la dosificación proyectada.

**3.2. Agua**

El agua que se utilice para la mezcla o curado del hormigón estará sujeta a la aprobación del **Ingeniero Residente**, deberá ser de calidad potable y por ello deberá ser razonablemente clara y estar libre de aceites, ácidos, álcali y sustancias orgánicas. En caso de agua de calidad dudosa, ésta se probará como se indica en el método AASHTO T 26, y si el **Ingeniero Residente** lo requiere será probada también mediante comparación con agua de calidad satisfactoria y reconocida. La comparación se hará aplicando las pruebas de cemento típicas para solidez, periodo de endurecimiento o de fraguado y resistencia del mortero. Cualquier falla de la



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

solidez, cambio apreciable en el período de fraguado o una variación de más de 10% en resistencia de los resultados obtenidos contra los de mezcla que contienen agua de calidad reconocida como buena, será motivo de rechazo.

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcali, mica, granos revestidos, partículas suaves y laminadas deberán eliminarse previamente.

**3.3. Agregado Fino**

El agregado fino para el hormigón consistirá de arena natural y otros materiales inertes de características similares, constituidos por partículas duras, fuertes y durables, las cuales se someterán a su debida aprobación. El agregado de diferentes fuentes de abastecimiento no será mezclado ni almacenado en la misma pila, como tampoco será usado alternadamente en la misma construcción, sin permiso del **Ingeniero**.

Cuando el agregado fino sea sometido 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 exceder el 10% del peso de la muestra. El agregado fino que no responda a los requisitos para la solidez podrá ser aceptado si se demostrase al **Ingeniero**, en forma evidente, que hormigón de proporciones comparables obtenido de agregado similar de la misma fuente, ha sido expuesto a las inclemencias del tiempo bajo condiciones similares durante un período no menor de cinco años, sin desintegrarse de manera apreciable. Los requisitos para solidez podrán dispensarse en el caso de agregados usados en estructuras o porciones de estructuras no expuestas a las inclemencias del tiempo.

El agregado fino no deberá contener sustancias perjudiciales en exceso, a los siguiente porcentajes:

**CUADRO 3.3**

	<b>Método de Prueba AASHTO <sup>(1)</sup></b>	<b>Límite Permisible Recomendado, por Peso</b>	<b>Límite Máximo Permisible, por Peso</b>
Terrones de Arcilla	T 112	0.5 %	1.0 %
Carbón de Piedra y Lignito	T 113	0.25 %	1.0 %
Material que pasa el Tamiz #200	T 11		
a) En hormigón sometido a desgaste superficial		2.0 %	4.0 %
b) Todas las otras clases de hormigón, no más de		3.0 %	5.0 %

<sup>(1)</sup> Se usará la última revisión AASHTO vigente al momento de la Licitación.

Todo agregado fino deberá estar libre de impurezas orgánicas perjudiciales. Los agregados sometidos a pruebas colorimétricas para impurezas orgánicas, método T 21 de la AASHTO, que produzcan un color más oscuro que el típico, serán rechazados a menos

que pasen la prueba de resistencia de mortero especificada más adelante. Si el agregado muestra un color más oscuro que aquel de las muestras normales de referencia aprobadas para el trabajo, su empleo será suspendido hasta cuando se hicieren a satisfacción del **Ingeniero**



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

**Residente, pruebas para determinar si el incremento en la escala del color es indicativo de la presencia de sustancias perjudiciales. Cuando las muestras de mortero que contengan ese agregado fino se prueben con el método T 71 de la AASHTO, habiendo usado cemento conforme a la norma M 85 de la AASHTO, deberán desarrollar una resistencia relativa a la compresión a los 7 y 28 días calculada de acuerdo con la sección 10 de AASHTO T 71, no menor de 95%.**

El agregado fino será bien gradado y en lo posible se conformará con los requisitos de gradación siguientes, cuando se pruebe con el método T 27 de la AASHTO:

Porcentaje por Peso que Pasa por el Tamiz de Malla Cuadrada (AASHTO M 6):

**Denominación del Tamiz**

<u>Tamiz</u>	<u>%</u>
9.5 mm	100
Nº4	95 - 100
Nº16	45 - 80
Nº50	10 - 30
Nº100	2 - 10

El agregado fino que no satisfaga el mínimo requerido para el material que debe pasar los tamices Nº50 ó Nº100, podrá ser usado si se le agrega material fino inorgánico, aprobado, para corregir la deficiencia en la gradación.

Los requisitos de gradación dados arriba representan los límites extremos que deben gobernar el escogimiento de materiales aceptables en todas las posibles fuentes de abastecimiento. La gradación del material de cualquier fuente será razonablemente uniforme y no variará en contraposición a los límites de los calores que gobiernan, al seleccionar 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, respecto al módulo de fineza de la muestra representativa sometida por el **Contratista**,

será rechazado o, a discreción del **Ingeniero**, podrá ser aceptado si se somete a cambios en las proporciones conforme él lo apruebe.

El módulo de fineza del agregado fino será determinado sumando los porcentajes acumulados por peso del material retenido en tamices normalizados U.S., Nº. 4, 8, 16, 30, 50, 100 y dividiendo por 100. Sus límites serán de 2.30 a 3.10.

**3.4. Agregado Grueso**

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

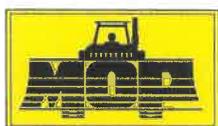
Las otras sustancias perjudiciales que se encuentren presentes deberán eliminarse previamente.

El agregado grueso tendrá un porcentaje de desgaste no mayor de 40 en 500 revoluciones, como se determine por el método T 96 de la AASHTO. Cuando el agregado grueso se someta a cinco pruebas alternadas de solidez con sulfato de sodio, empleando el método T 104 de la AASHTO, la pérdida de peso no será mayor del 12%.

El agregado grueso al mezclarse proporcionalmente como lo apruebe el **Ingeniero Residente** se conformará, en lo posible, con los requisitos del Cuadro 3.4.2, Requisitos para Gradación del Agregado Grueso, para el tamaño o tamaños designados, y será bien graduado entre los límites específicos.

Excepto como se contempla más adelante, se usará el agregado grueso de los tamaños designados a continuación, para las clases de hormigón respectivas:

- Clase A : 38.1 mm a Nº4
- Clase AA: 25.4 mm a Nº4
- Clase B : 50.8 mm a Nº4
- Clase C : 63.5 mm a Nº4
- Clase D : 25.4 mm a Nº4
- Clase S : 38.1 mm a Nº4
- Clase X : 50.8 mm a Nº4
- Clase Y : 19.0 mm a Nº4



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

### CUADRO 3.4.1

*El agregado grueso no contendrá sustancias perjudiciales en exceso, de los siguientes porcentajes:*

	<i>Método de Prueba AASHTO<sup>1</sup></i>	<i>Límite Permisible Recomendado, por Peso</i>	<i>Límite Máximo Permisible, por Peso</i>
<i>Fragmentos suaves</i>	<i>T 189</i>	<i>2.0 %</i>	<i>5.0 %</i>
<i>Carbón de piedra y Lignito</i>	<i>T 113</i>	<i>0.25 %</i>	<i>1.0 %</i>
<i>Terrones de Arcilla</i>	<i>T 112</i>	<i>0.25 %</i>	<i>0.25 %</i>
<i>* Material que pasa el Tamiz #200</i>	<i>T 11</i>	<i>0.5 %</i>	<i>1.0 %</i>
<p><i>* En el caso de agregado triturado si el material que pasa el Tamiz #200 consiste de polvo de la trituración, esencialmente libre de arcilla o de esquisto, los porcentajes pueden incrementarse al 1.0 y 1.5%, respectivamente.</i></p>			
<p><sup>1</sup> <i>Se usará la última versión AASHTO, vigente al momento de la Licitación.</i></p>			

### CUADRO 3.4.2

#### REQUISITOS PARA GRADACION DEL AGREGADO GRUESO

<i>Tamaño Designado:</i>	<i>Porcentajes por Peso que pasan los Tamices de Malla Cuadrada (AASHTO M 80)</i>								
<i>mm</i>	<i>63.5</i>	<i>50.8</i>	<i>38.1</i>	<i>25.4</i>	<i>19.0</i>	<i>12.7</i>	<i>9.5</i>	<i>#4</i>	<i>#8</i>
<i>12.7 a #4</i>	---	---	---	---	100	90-100	40-70	0-15	0-5
<i>19.0 a #4</i>	---	---	---	100	90-100	---	20-55	0-10	0-5
<i>25.4 a #4</i>	---	---	100	95-100	---	25-60	---	0-10	0-5
<i>38.1 a #4</i>		100	95-100	---	35-70	---	10-30	0-5	---
<i>50.8 a #4</i>	100	95-100	---	35-70	---	10-30	---	0-5	---
<i>38.1 a 19</i>	---	100	90-100	20-55	0-15	---	0-5	---	---
<i>50.8 a 25.0</i>	100	90-100	35-70	0-15	---	0-5	---	---	---



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

### 3.5. Aditivos

Esta denominación incluye a los materiales que no son Portland, agua, ni agregados, los cuales son añadidos al hormigón inmediatamente antes o durante su mezcla. Se usan para modificar las propiedades del hormigón, tales como mejorar su trabajabilidad, aumentar su resistencia, retardar o acelerar su fraguado, etc. Generalmente el aditivo afecta más de una propiedad del hormigón, por consiguiente el efecto que produce en todas las propiedades del hormigón debe tenerse presente al usarlo.

Los aditivos deberán tener características apropiadas para un clima tropicalizado como el de nuestro país y pueden ser de las siguientes Clases:

1. Incluidores de Aire
2. Reductores de Agua
3. Retardadores
4. Aceleradores
5. Mezclas Puzolanas
6. Misceláneos

Si el **Contratista** se propone usar aditivos para inclusión de aire o de cualquier otro tipo, deberá notificarlo por escrito al **Ingeniero Residente** 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 deberán cumplir con AASHTO M 194.

## 4. CLASES DE HORMIGON

La clase de hormigón empleada en cada parte de la estructura deberá ser la señalada en los planos o la aprobada por el **Ingeniero**. A no ser que en otra forma fuese estipulado en los planos o en las disposiciones especiales, todo hormigón deberá ser preparado incluyendo aire, dentro del límite especificado para cada clase. Salvo especificación contraria, deberá ser empleado el hormigón Clase "A". Las clases de hormigón "A" y "AA" se recomiendan para ser empleados en obras que estén expuestas al agua salada, y para secciones reforzadas excepto en los casos indicados en las Clases "B", "X" y "Y".

El hormigón de Clase "B" se recomienda para ser

usado en secciones masivas, ligeramente reforzadas.

El hormigón Clase "C" se recomienda para ser usado en secciones masivas no reforzadas.

El hormigón de la Clase "D" se recomienda para ser usado en las secciones de hormigón pretensado.

El hormigón de la Clase "X" se recomienda para ser usado en las secciones masivas ligeramente reforzadas, cuando se desea una clase de hormigón superior al de la Clase "B".

El hormigón de la Clase "Y" se recomienda para ser usado en las secciones delgadas, reforzadas.

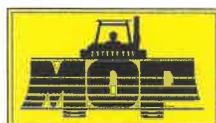
El hormigón de la Clase "S" se recomienda para ser colocado bajo el agua.

## 5. DISEÑO DE LA MEZCLA PARA EL HORMIGON

El diseño de la mezcla será responsabilidad y correrá por cuenta del **Contratista**, quien lo presentará al **Ingeniero** para su aprobación previa, por lo menos 30 días antes del inicio de las obras. El diseño se hará siguiendo los métodos establecidos en la publicación "Diseño y Control de Mezclas de Hormigón" de la Asociación del Cemento Portland (última Edición), y cumpliendo con las recomendaciones establecidas en estas especificaciones. El Cuadro 4.1, bajo el título "Composición del Hormigón con Inclusión de Aire para Estructuras", se suministra como información para los licitantes y contratistas, con el objeto de que les sirva para fijar aproximadamente las cantidades de agregados que se necesitarán.

Los materiales para la fabricación de la mezcla proyectada serán dosificados por peso, con excepción del agua, la cual podrá proporcionarse por peso o volumen.

Durante la fabricación del hormigón, el **Contratista** deberá mantener en todo caso el contenido mínimo de cemento por metro cúbico y la relación agua-cemento máxima establecidos en la mezcla proyectada por el **Contratista** y aprobada por el **Ingeniero**. El **Ingeniero Residente** por su parte, observará directamente o con ensayos que se cumpla con la dosificación y la consistencia de la mezcla proyectada. El hormigón deberá alcanzar una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) a los 28 días no menor de



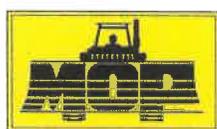
# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Estructuras de Hormigón

Capítulo 13

*la especificada en los planos, la cual se indicará en Kilogramos por centímetro cuadrado ( $kg/cm^2$ ) ó megapascals (MPa).*



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

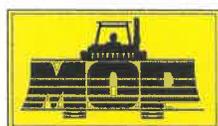
Estructuras de Hormigón

### CUADRO 4.1

#### COMPOSICION <sup>(5)</sup> DEL HORMIGON CON INCLUSION DE AIRE PARA ESTRUCTURAS\* <sup>(4)</sup>

			TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO (LIMITES)				PESO APROXIMADO (3) DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS POR SACO DE 42.63 KG					
Clases de Hormigón	Resistencia mínima a la compresión	Método de Colocación	Contenido mínimo de cemento	Dosificación Normalizada	Dosificación Optativa	Máxima Relación Agua/cemento	(1) Asentamiento (Límites)	(2) Aire incluido (Límites)	Agregado		Angular	
									fino	grueso	fino	grueso
	kg/cm <sup>2</sup> (#/Pulg <sup>2</sup> )		Sacos/M <sup>3</sup>	mm a Tamiz #	mm a Tamiz #	Lt. por Saco	mm	%	Kg	Kg	Kg	Kg
A	280/(4000) 280/(4000)	Vibrado	8.50	38.1 - #4	25.4 - #4	20.80	25.4 - 76.2	2.5±0.5	62.00	151.20	70.50	142.70
A	210/(3000) 210/(3000)	No vibrado	8.50	38.1 - #4	25.4 - #4	20.80	50.8 - 101.6	2.5±0.5	70.50	142.70	79.00	134.20
AA	245/(3500)	Vibrado	7.80	25.4 - #4	19.0 - #4	22.70	25.4 - 76.2	3.00±0.5	79.40	152.50	88.70	143.20
AA	245/(3500)	No vibrado	7.80	25.4 - #4	19.0 - #4	22.70	50.8 - 101.6	3.00±0.5	88.70	143.20	98.00	133.70
B	140/(2000)	Vibrado	5.90	50.8 - #4	38.1 - #4	26.50	25.4 - 50.8	2.00±0.5	93.00	242.80	106.40	229.40
B	140/(2000)	No vibrado	5.90	50.8 - #4	38.1 - #4	26.50	50.8 - 76.2	2.00±0.5	106.40	229.40	119.80	216.00
C	105/(1500)	Vibrado	4.60	63.5 - #4	50.8 - #4	32.20	25.4 - 50.8	1.75±0.50	118.50	329.90	136.40	312.00
C	105/(1500)	No vibrado	4.60	63.5 - #4	50.8 - #4	32.20	50.8 - 76.2	1.75±0.50	136.40	312.00	154.30	294.00
D	310/(4500)- 350/(5000)	Vibrado	8.50/ 9.80	25.4 - #4	19.0 - #4	20.80	25.4 - 76.2	3.00±0.50	58.00	132.10	65.60	124.50
X	210/(3000)	Vibrado	7.20	50.8 - #4	38.1 - #4	22.70	25.4 - 50.8	2.00±0.50	68.50	197.00	79.10	186.40
X	210/(3000)	No vibrado	7.20	50.8 - #4	38.1 - #4	22.70	50.8 - 76.2	2.00±0.50	79.10	186.40	89.70	175.80
Y	350/(5000)	Vibrado	9.10	12.7 - #4	19.0 - #4	20.80	25.4 - 76.2	4.00±0.50	86.10	105.40	93.80	97.70
Y	350/(5000)	No vibrado	9.10	12.7 - #4	19.0 - #4	20.80	50.8 - 101.6	4.00±0.50	93.80	97.70	101.50	90.00
S	310/(4500)	No vibrado	9.10	25.4 - #4	38.1 - #4	22.70	101.6 - 203.2	3.00±0.50	66.70	122.70	74.30	130.30

\* Tolerancia de más o menos 2.0 en el Artículo 9, no será aplicable al hormigón de la Clase "D".  
<sup>(1)</sup> El asentamiento se calculará según AASHTO T 119, excepto cuando la prueba de la bola Kelly se utilice en lugar del asentamiento, con el fin de controlar, después de equiparar las penetraciones correspondientes a los límites de asentamiento.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

- (2) El contenido de aire se fijará de acuerdo con AASHTO T 152 ó T 121, para hormigón de grava y piedra ASTM C 173 para hormigón de escorias.
- (3) Saturado, seco superficialmente, gravedad 2.65, Módulo de fineza 2.75
- (4) Pueden ser empleados tamaños diferentes, sujetos a la aprobación previa y escrita del Ingeniero Residente.
- (5) La Composición del Hormigón es sólo de carácter informativo (ver Artículo 5).

### 6. PROPORCIONES Y PESOS DE LAS MEZCLAS

*El proporcionamiento de las mezclas aprobadas no se cambiará a menos que sea necesario efectuar algún ajuste en la dosificación. En ese caso se procederá de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 13 de este capítulo. Además, el Contratista determinará los pesos de los agregados en la mezcla después de haber establecido los contenidos de humedad y las correcciones respecto a la humedad libre de los pesos saturados con superficie seca.*

*En mezclas con un volumen menor de 15 m<sup>3</sup> de hormigón, el Ingeniero podrá aprobar que los agregados sean proporcionados por volumen en lugar de hacerlo por peso. La unidad volumétrica de medida deberá ser aprobada por el Ingeniero y de ser necesario, se realizarán los ajustes que amerite garantizar la resistencia especificada.*

### 7. MEZCLA DE PRUEBA

*El Contratista, al someter a la aprobación del Ingeniero el proporcionamiento para la dosificación de cada clase de hormigón que vaya a utilizar en la obra, deberá suministrar las hojas de cálculo de dichos proporcionamientos y en el resumen de ellas deberá indicar los pesos de los componentes por cada saco de cemento de 42.6 kg, así como el módulo de fineza de la arena.*

*También suministrará informes certificados, por un laboratorio de reconocida experiencia, con los resultados de la resistencia a la compresión de, por lo menos, dos cilindros probados a los 3, 7, 14, 21 y 28 días de edad, que fueron fabricados según el proporcionamiento calculado por el Contratista. En el informe deberán incluirse las recomendaciones y conclusiones respecto a las características de los componentes del hormigón, incluyendo la marca del cemento utilizado.*

*El Contratista deberá además, suministrar al Laboratorio, muestra de los mismos materiales con los cuales fabricó su mezcla de prueba y contempla fabricar el hormigón del proyecto, en cantidades suficientes para que el laboratorio, a su vez, pueda fabricar un mínimo de cuatro cilindros, y realizar las pruebas de revenimiento, rendimiento y contenido de aire y verificar los resultados presentados por el Contratista.*

### 8. PRUEBAS PARA LA ACEPTACION DEL DISEÑO DE LA MEZCLA PROYECTADA

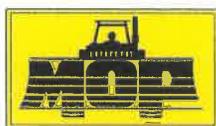
*Todas las pruebas o ensayos que se exijan en este capítulo se harán con el propósito de verificar que el hormigón fabricado cumpla, a los 28 días de edad, con la resistencia indicada en los planos y para la cual fue proyectada la mezcla por el Contratista (f'c). Estas pruebas se realizarán previo al inicio de las obras que impliquen vaciado de hormigón, por lo menos a 30 días antes del inicio de las obras de hormigón.*

*La resistencia del hormigón se determinará por medio de pruebas de cilindros sometidos a compresión, las cuales se harán siguiendo los métodos AASHTO T 22, T 23 y T 24.*

*Se considera que un hormigón fabricado cumple con la resistencia a la compresión proyectada con la aprobada por el Ingeniero, si a los 28 días de edad el promedio de al menos dos cilindros satisface la resistencia especificada.*

### 9. FABRICACION

*La medición y la dosificación de los materiales para el hormigón deberá hacerse en una planta o con equipos especiales.*



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

**9.1. Cemento Portland**

Cuando el cemento se suministre en bolsas no podrán incorporarse fracciones de ellas en la dosificación, a menos que hayan sido pesadas. Cuando el cemento se suministre a granel deberá almacenarse en dispositivos adecuados, cuya forma de dosificar y sistema de cierre deberán ser aprobados por el **Ingeniero Residente**. La precisión en la entrega de las cargas será de más o menos 1% del peso exigido.

**9.2. Agua**

El agua se incorporará midiéndola por volumen o por peso. Cuando sea por volumen, se hará desde un recipiente de medición calibrado, servido por otro auxiliar igual o mayor que el primero. El recipiente calibrado estará provisto de toma y válvulas exteriores para facilitar la medición. La precisión en la entrega del agua por cualquier método no será mayor de 1% de la cantidad requerida.

**9.3. Agregados**

Los agregados finos y gruesos se almacenarán, medirán, dosificarán y manejarán en forma previamente aprobada por el **Ingeniero Residente**. Al apilarlos, el tamaño de las pilas, su ubicación y las medidas para evitar segregación deberán ser aprobadas previamente por el **Ingeniero Residente**. Los agregados de distintas fuentes de origen o distintas gradaciones se almacenarán por separado.

Los agregados se manejarán en forma tal que llegue al sitio de dosificación y mezcla, un material homogéneo, uniforme y de la gradación típica requerida. No se permitirá el uso de agregados con materias extrañas o que no hayan sido secados por lo menos durante 12 horas si fueron mojados en forma alguna. Los agregados serán almacenados separadamente en tolvas desde las cuales se pesarán también separados, en las cantidades aprobadas por el **Ingeniero Residente**.

La mezcla deberá hacerse en tal forma que no se excedan los pesos de los materiales más del 2%.

**10. TOLVAS Y BALANZAS**

El sistema de pesas y balanzas deberá ser presentado al **Ingeniero Residente**, para su aprobación

previa, quedando facultado para efectuar calibraciones cuando así lo considere necesario y para suspender el uso de equipo que considere desajustado o en forma alguna impreciso.

El sistema incluirá tolvas de dosificación, fijas o móviles, con compartimientos separados, para los agregados finos y para cada tamaño de agregado grueso, descargando cada compartimiento libre y eficientemente en los embudos de pesaje, pudiéndose ajustar para descargue lentamente al aproximarse el peso requerido. Las tolvas se construirán y mantendrán en forma que la descarga sea total en el pesaje, sin acumulaciones ni vibraciones.

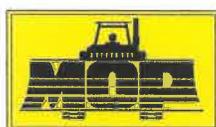
Se proveerán dispositivos adecuados para la dosificación exacta en peso de aditivos para la inclusión de aire o de otro tipo, bien que sean en polvo o líquidos.

Las balanzas para pesaje del cemento y de los agregados podrán ser del tipo de brazo horizontal o de disco sin resortes, diseñadas como parte integrante de la planta de dosificación, de construcción resistente a las exigencias del uso en el trabajo y un error máximo permisible de 0.5% de la carga neta entregada. Las balanzas deben tener contrapesos capaces de acerrojarse en cualquier posición, para evitar una carga no autorizada de material. El brazo de la balanza y el dispositivo de advertencia deberán encontrarse a la vista del operador, quien tendrá libre y fácil acceso a todas sus partes.

Las balanzas se construirán y mantendrán en perfecto estado de operación, sin fricción entre sus partes o alteraciones excesivas entre las mismas que las dejen flojas. Todos los apoyos, abrazaderas y piezas similares deberán limpiarse frecuentemente. Las balanzas se construirán de materiales no corrosivos, excluyendo materiales más suaves que el bronce. Para las verificaciones se contará con diez contrapesos de 25 kilos, las cuales efectuará el **Contratista** por su cuenta cuando el **Ingeniero Residente** lo exija.

**11. DOSIFICACION EN OBRA**

Cuando los volúmenes de hormigón a colocar resulten pequeños o por otras razones comprobadas por el **Ingeniero Residente**, fuese impracticable y onerosa la dosificación en balanzas o plataformas calibradas y aprobadas, entonces las cantidades se medirán por



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

separado, por medio de equipo que asegure una dosificación uniforme a satisfacción del **Ingeniero Residente**. Al precisar los volúmenes de los agregados, se prestará debida atención al efecto de aglutinamiento, motivado por cualquier humedad contenida en ellos.

dañarse el contador de tiempo se permitirá al **Contratista** seguir sus operaciones mientras lo estén reparando, con la condición de que proporcione un reloj aprobado con manecillas minuterías y segunderas. Si después de 24 horas el medidor prosigue dañado, será prohibido el empleo de la mezcladora con tal desperfecto, hasta cuando terminen todas las reparaciones que sean necesarias.

**12. ENTREGA DE LA MEZCLA**

El hormigón podrá mezclarse en el lugar de la construcción, en un sitio céntrico o combinando estas formas con el uso de camiones agitadores. En cualquiera de las formas en que se mezcle el hormigón, este proceso deberá ajustarse a los requisitos establecidos en AASHTO M 157.

No se permitirá retemplar el hormigón agregándole agua, ni por otros procedimientos. No deberá usarse el hormigón que no se encuentre dentro de los límites de revenimientos especificados en el momento del vaciado.

Para la mezcla en obra, el hormigón deberá mezclarse en una revolvedora cuyo tipo haya sido aprobado por el **Ingeniero Residente**. No se usarán mezcladoras con capacidad menor a un saco de cemento. El volumen de hormigón mezclado por peso para una descarga dosificada, no deberá exceder la capacidad nominal de la mezcladora indicada en la placa de clasificación del fabricante, excepto cuando se alcance una sobrecarga hasta del 10% sobre la capacidad nominal, siempre que los datos de ensayo sobre resistencia del hormigón, segregación y consistencia uniforme sean satisfactorios y no ocurra derrame alguno de mezcla. Los materiales serán cargados en el tambor de modo que una parte de agua entre antes que el cemento y los agregados. El flujo del agua se hará uniforme y toda ella se encontrará en el tambor después de los primeros 15 segundos del período del mezclado. El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en el cual estén dentro del tambor los materiales, exceptuando el agua.

**12.1. Mezcla a Mano**

No se permitirá mezclar el hormigón a mano excepto en casos de urgencia y con previo permiso escrito del **Ingeniero Residente**. Cuando tal permiso sea otorgado, las operaciones sólo podrán efectuarse sobre plataformas impermeables. La arena será distribuida uniformemente sobre la plataforma y luego se distribuirá el cemento sobre la arena. Después se usarán palas para mezclar completamente la arena seca con el cemento. Esta mezcla se hará formando un cráter central y agregándole suficiente agua para producir un mortero de la consistencia especificada. El material acumulado en la parte exterior del cráter circular se paleará hacia el centro y toda la masa será revuelta hasta obtener una consistencia uniforme. Después se procederá a humedecer bien los agregados gruesos que se introducirán en la masa revolviendo bien ésta, seis veces por lo menos, hasta cuando todas las partículas de los agregados estén totalmente cubiertas con mortero y la mezcla adquiera un color y aspecto en su totalidad uniforme. Las dosis mezcladas a mano no excederán en volumen a 0.50 m<sup>3</sup>, y no se admitirán para hormigones que deban colocarse bajo agua. Deberá tenerse especial cuidado con estas mezclas cuando se empleen aditivos que alteren las cualidades propias de ellas.

El tiempo de mezclado será de por lo menos 60 segundos para mezcladoras de 1.50 m<sup>3</sup> o menos. Para mezcladoras que tengan una capacidad mayor, el tiempo de mezclado será de 90 segundos como mínimo. Este período termina cuando se abra la canaleta de descarga.

**12.2. Cambios y Ajustes en las Dosificaciones para la Fabricación del Hormigón**

La mezcladora deberá operarse a la velocidad del tambor mostrada en la placa adherida a la máquina. Cualquier carga de hormigón mezclada en un tiempo menor del especificado será rechazada y el **Contratista** se encargará de botarla por su cuenta.

**12.2.1. Ajustes por Variación en la Manejabilidad o Rendimiento del Hormigón:** Cuando sea necesario hacer ajustes por variación en la manejabilidad o en el rendimiento del hormigón, éste último determinado con pruebas efectuadas según el método determinado con pruebas efectuadas según el método AASHTO T 121, entonces las proporciones podrán ser ajustadas por el **Contratista**, quien someterá muestras de mezclas así proporcionadas a la aprobación del **Ingeniero Residente**. El contenido de agua

El medidor del tiempo deberá estar provisto de un timbre o alarma que dé una señal que se oiga claramente una vez se desenganche el dispositivo de cierre. En caso de



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

no podrá exceder en ningún caso la cantidad máxima fijada, ni podrá exceder la relación agua-cemento el límite especificado para la mezcla aceptada. Cuando el ajuste sea necesario debido al contenido excesivo de agua, se corregirá aumentando la cantidad de cemento, sin compensación adicional para el **Contratista**.

**12.2.2. Ajustes por el Uso de Materiales Nuevos:** Los ajustes por el uso de materiales nuevos deberán notificarse al **Ingeniero** con suficiente anticipación y estos no se podrán realizar sino hasta cuando él haya aprobado el uso de tales materiales y las nuevas proporciones, con base en ensayos y mezclas de prueba.

Las nuevas mezclas de prueba con los ajustes descritos en 12.2.1 y 12.2.2 deberán seguir el mismo procedimiento en el Artículo 7, y para su aceptación deberán cumplir con lo especificado en el Artículo 8 de este capítulo.

**13. CAMBIOS**

Cuando el **Contratista** solicite, a sus expensas, un cambio en el diseño para proyectar una mezcla con (f'c) mayor que la especificada en los planos, deberá pedirlo con suficiente anticipación. Para los efectos de su aplicación, el **Contratista** solamente podrá proceder después de haber recibido la aprobación escrita del **Ingeniero**.

La nueva mezcla de prueba proyectada para la (f'c) mayor que la especificada en los planos deberá seguir el mismo procedimiento indicado en el Artículo 7, y para su aceptación deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 8 de este capítulo.

Una vez aceptada la mezcla con la (f'c) solicitada por el **Contratista** y mayor que la indicada en los planos, ésta será la que siempre se utilizará para comprobar la resistencia del hormigón a los 28 días de edad.

Desde el momento en que se acepta la mezcla con la nueva (f'c) aumentada, no deberá hacerse ninguna referencia a la (f'c) originalmente especificada en los planos como razón para justificar cualquier descenso en la (f'c) aumentada, aún en el caso de que ésta estuviera por encima de la (f'c) del plano.

Una estructura diseñada originalmente con una determinada (f'c) deberá construirse en su totalidad cumpliendo con esa resistencia especificada.

**14. CONSISTENCIA**

La consistencia, también denominada asentamiento y revenimiento, se medirá de acuerdo con el método AASHTO T 119 y deberá estar acorde con la consistencia proyectada por el **Contratista** para su mezcla.

**15. PRUEBAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL HORMIGON COLOCADO EN OBRA**

Cuando el hormigón de un miembro estructural tenga elementos trabajando en flexión o en compresión tales como: losas, vigas, fundaciones, muros de contención, columnas, arcos, marcos rígidos y elementos preesforzados íntimamente ligados y sea de la misma resistencia a la compresión (f'c), el número de cilindros que sean necesarios para la verificación de la resistencia será de tres como mínimo por cada operación de vaciado que requiera ese miembro en particular. De contar solo con tres cilindros, se probará uno a los 7 días y dos a los 28 días.

En todo caso quedará a discreción del **Ingeniero Residente** determinar el elemento del miembro estructural que corresponda a los cilindros con los cuales se probará la resistencia del hormigón y, además, el número de cilindros necesario en cada uno de los elementos de esos miembros, ya sea que estén sometidos a esfuerzos de flexión o de compresión, para controlar la calidad del hormigón en la estructura que ellos integran.

El **Ingeniero Residente** acordará un programa para la rotura de los cilindros conjuntamente con el Laboratorio de la Inspección. Esto deberá hacerse con el propósito de tener indicación sobre la resistencia del hormigón vaciado y la forma en que dicha resistencia pudiera influir en la continuación de la obra, de acuerdo con el programa de construcción aprobado.

Cuando se trate de elementos estructurales tales como cordones, aceras, barandales, diafragmas, cabezales, machones, vigas de amarre, cunetas pavimentadas y losas de alcantarillas hasta de 2 m de luz, cuyos volúmenes sean menores de 5 m<sup>3</sup>, se tomará como mínimo tres cilindros, procedentes cada uno de diferentes descargas, debiendo satisfacer la condición de que el promedio de sus resis-



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

tencias sea por lo menos igual a la resistencia proyectada para el hormigón ( $f_c$ ) especificado.

## 16. ACEPTACION O RECHAZO DEL HORMIGON

Para la construcción correcta de una estructura de hormigón en lo que al hormigón se refiere, se cumplirán dos condiciones: en primer lugar, la calidad propiamente dicha del hormigón y, en segundo lugar, el proceso de fabricación, debe cumplir con las especificaciones establecidas en este capítulo. La decisión final para la aceptación o rechazo de una estructura se basará en la buena calidad del hormigón terminado, que incluye ambos aspectos.

### 16.1. Aceptación del Hormigón con Respeto a su Buena Fabricación

El proceso de fabricación incluye varios aspectos tales como: obra falsa, encofrado, colocación, vibración y curado del hormigón que, en primera instancia pueden apreciarse visualmente en lo referente a su buena o mala condición.

Cuando durante cualquier fase en la construcción del hormigón, el **Ingeniero Residente** compruebe que existen evidencias de mala fabricación, lo hará del conocimiento del **Contratista**, quien deberá proceder inmediatamente a efectuar las medidas correctivas.

### 16.2. Aceptación del Hormigón con Respeto a la Resistencia Exigida

Si los resultados de las pruebas de los cilindros fabricados por el Laboratorio de la Inspección cumplen con lo especificado en el Artículo 8, el hormigón será aceptado. De no ser así, el hormigón podrá ser aceptado con base en suficientes datos disponibles que demuestren que otros volúmenes de hormigón, con las mismas proporciones y características de los componentes de la mezcla, fabricados en las mismas instalaciones y para esa estructura y otras adyacentes, cumplieron con lo especificado en el Artículo referido arriba. Si no existen esos datos disponibles no podrá haber aceptación sin mediar una investigación posterior del hormigón ya fraguado en la obra (in situ).

Esta investigación posterior consistirá en la

extracción y prueba de testigos cilíndricos del hormigón in situ. Los resultados que se obtengan deberán analizarse con base en el criterio descrito en el Artículo 8. Los testigos deberán extraerse con un patrón de distribución igual, procedentes de zonas donde la resistencia ( $f_c$ ) no hubiera cumplido con el criterio de aceptación original. Este patrón de distribución igual habrá que efectuarlo también en lo que concierne a diferentes profundidades de extracción respecto a la superficie exterior del hormigón. Las zonas de extracción de testigos serán ubicadas a discreción del **Ingeniero Residente** de la estructura en cuestión con relación a su seguridad. Si solamente se efectúan ensayos destructivos, se extraerá un número de diez testigos correspondientes al volumen que no cumplió con el criterio de aceptación establecido en el Artículo 8.

Si los resultados satisfacen el criterio de aceptación original o el que establezca el **Ingeniero Residente** para el caso, teniendo en cuenta las diferencias de edad y condiciones climáticas, el hormigón deberá aceptarse.

Si los resultados no satisfacen el criterio de aceptación adoptado se hará necesario una investigación ulterior para comprobar la seguridad y/o durabilidad de la estructura.

### 16.3. Factores para Evaluar la Seguridad y Durabilidad de la Estructura

De los resultados de las pruebas de los cilindros y las de los testigos, que no cumplieron con el criterio de aceptación, se obtendrá un promedio aritmético. Este promedio de resistencia representará la condición típica del volumen de hormigón en litigio.

Si ese promedio de resistencia constituye garantía relativa con respecto a la seguridad y/o durabilidad del diseño original, la estructura en cuestión será aceptada pero sujeta a la sanción correspondiente.

Si ese promedio no constituye garantía suficiente con respecto a la seguridad y/o durabilidad del diseño original, la estructura no será aceptada y se deberá emprender una investigación más a fondo sobre la calidad del hormigón en la obra.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

*Esta investigación más a fondo podrá realizarse utilizando los métodos destructivos, ya descritos, en combinación con métodos no destructivos, por ejemplo: el martillo de impacto. Cualquiera que sea el método usado, para deducir la resistencia del hormigón en cuestión, deberá ser puesto en práctica por el Laboratorio que apoya al **Ingeniero Residente**.*

*En el caso de que la estructura sea aceptada, las reparaciones y los reforzamientos que exija el **Ingeniero Residente** serán efectuados por el **Contratista** a sus expensas. Las otras reparaciones que se requieran como consecuencia de la extracción de testigos o por el uso del martillo de impacto, también serán efectuadas por el **Contratista**, a sus expensas, contando con la aprobación del **Ingeniero Residente** para la calidad de la mezcla y su método de aplicación.*

*Como último recurso se apelará a la prueba de carga, cuyo costos sufragará íntegramente el **Contratista**. El procedimiento deberá contar con la aprobación del **Ingeniero Residente**, quien supervisará su realización.*

*La prueba de carga se efectuará cargando la estructura inicialmente con una carga inferior a la de trabajo o de servicio, incrementando la carga progresivamente hasta alcanzar la totalidad de la carga de trabajo o de servicio, para determinar si los efectos que ella produce están dentro del límite elástico del hormigón investigado.*

*Si la estructura sometida a prueba de carga satisface las condiciones de la misma, entonces será aceptada, pero sujeta a la sanción correspondiente.*

*Si la estructura sometida a prueba de carga no satisface las condiciones de las mismas, se ordenará su demolición y nueva construcción.*

*Antes de construir la otra estructura nueva, el **Contratista**, con la supervisión del **Ingeniero Residente**, deberá proceder con la revisión del proceso de fabricación del hormigón para localizar cualquier deficiencia y corregirla, de manera que el hormigón fabricado resulte consistentemente con la resistencia para la cual fue proyectado.*

*Tanto la demolición, como la construcción de la nueva estructura, correrán por cuenta del **Contratista**, sin compensación adicional.*

#### 16.4. Sanción por Incumplimiento de la Resistencia Exigida al Hormigón

*En los casos de que el hormigón no hubiera alcanzado la resistencia (f'c) especificada y aprobada, pero la estructura donde esté se encuentra localizado hubiera sido aceptada, de acuerdo al punto 16.3 el **Ingeniero Residente** sancionará al **Contratista** con base en una reducción del precio unitario del hormigón fijado en el Contrato.*

### 17. OBRA FALSA

*La obra falsa se construirá sobre fundaciones con la resistencia suficiente para soportar las cargas sin asentamiento apreciable. La obra falsa que no puede cimentarse sobre bases sólidas deberá ser montada sobre pilotes. Antes de proceder a la construcción de la obra falsa, el **Contratista** presentará al **Ingeniero** los planos para su aprobación. La obra falsa deberá construirse de manera que sea posible desmontarla gradual y uniformemente, para no introducir esfuerzos no previstos en el diseño de la estructura. La aprobación de los planos para la obra falsa por parte del **Ingeniero**, no releva al **Contratista** de la responsabilidad, según el contrato, para llevar a feliz término la construcción de la estructura.*

### 18. FORMALETAS DE MADERA

*Las formaletas deberán ser diseñadas y construidas de manera que la obra final moldeada por ellas tenga la forma requerida en los planos y/o la aprobada por el **Ingeniero Residente**. Deberán ser herméticas, al paso del mortero, rígidas para resistir la distorsión por presiones o por cargas. Deberán construirse y conservarse de manera que se evite la apertura de las juntas debido a la contracción de la madera y al removerlas no deberán causarle daño al hormigón o a otras formaletas.*

*Siempre que sea posible deberán proveerse aberturas a intervalos no mayores de 3 m por medio de ventanas lo suficientemente amplias para que permitan el acceso a su interior con el propósito de inspeccionar, trabajar y compactar el hormigón.*



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

y física lo permita.

Las formaletas deberán ser inspeccionadas por el **Ingeniero Residente** al menos 8 horas antes de la colocación del hormigón. Las dimensiones y el alineamiento se verificarán y cualquier torcedura o comba indebida será corregida. Todo aserrín, suciedad y otros desperdicios o materias extrañas serán removidos.

Los moldes o formaletas de madera se construirán de madera contrachapada, machimbrada y cepillada o tablas duras de fibra prensada para las superficies expuestas, las cuales en todo caso, estarán libres de toda marca, de huecos de nudos, nudos sueltos, rajaduras, torceduras o de cualquier defecto que afecte la apariencia de la estructura terminada.

Las superficies ocultas podrán moldearse con madera sin cepillar. Toda la madera estará libre de defectos y estrictamente limpia y sana estructuralmente.

Al diseñar las formaletas, el hormigón se considerará como líquido, de  $2,400 \text{ kg/m}^3$ , para los efectos de cargas verticales y de  $1,400 \text{ kg/m}^3$ , para presiones horizontales.

En el diseño de la formaleta también se deberá tener en cuenta el efecto del hormigón al ser vibrado. Hasta donde sea practicable las marcas dejadas por las formaletas se conformarán con las líneas generales de la estructura. las aristas vistas serán achaflanadas, lo cual se tomará en cuenta al construir las formaletas.

Los separadores y anclajes de metal serán instalados en forma tal que permitan su retiro desde 2.5 cm dentro del hormigón sin dañarlo. Las cavidades se rellenarán con mortero de cemento, dejando la superficie lisa, pareja y uniforme en color y apariencia.

Las formaletas serán inspeccionadas no menos de 8 horas antes de la colocación del hormigón y cualquier defecto en ellas, en la obra falsa o en los tirantes y arriostamientos será inmediatamente corregido. No se procederá al vaciado de ninguna pieza estructural, sin contar con la aprobación escrita del **Ingeniero Residente**.

Todas las formaletas serán aceitadas con aceite especial de tipo aprobado no contaminante y/o saturadas con agua, inmediatamente antes del vaciado del hormigón. Se limpiarán entera y satisfactoriamente antes de ser usadas por segunda vez, en el caso de que su condición estructural

## 19. MOLDES O FORMALETAS DE METAL O VINYL

Las especificaciones para las formaletas o moldes de madera, en cuanto al diseño, impermeabilidad al mortero, esquinas achaflanadas, resaltes biselados, apuntalamiento, alineamiento, remoción, reuso y aceitado son aplicables a las formaletas o moldes de metal o vinyl.

Las formaletas permanentes o fijas en su lugar no serán permitidas debajo de losas de plataforma, a menos que así se indique en los planos. El metal o vinyl empleado para los moldes o formaletas deberá ser del calibre y espesor adecuado para que mantengan debidamente la forma de la sección.

Todas las cabezas de pernos y remaches deberán ser empotradas. Las grapas, espigas y otros dispositivos empalmadores deberán sujetar las formaletas rigidamente juntas para permitir su extracción sin dañar el hormigón. No se permitirá el uso de formaletas que no presenten una superficie lisa o que no tengan el alineamiento apropiado para su uso. Las formaletas deben conservarse libres de herrumbre, grasa y de otras materias extrañas.

## 20. ACCESORIOS EMPOTRADOS EN EL HORMIGÓN

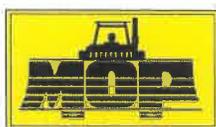
Los accesorios que queden empotrados, inmersos o superpuestos en el hormigón deberán ser colocados cuidadosamente, como se especifica a continuación:

### 20.1. Agujeros de Drenaje o Llorones

Los agujeros de drenaje o llorones deberán ubicarse y construirse como se muestren en los planos o lo indique el **Ingeniero Residente**.

Los moldes para hacer los agujeros de drenaje, a través del hormigón, podrán ser de tubería de arcilla, de hormigón o de metal o cajas de madera. En caso de utilizar cajas de madera, éstas deberán removerse después de haberse vaciado el hormigón. Las superficies expuestas de la tubería de metal para el drenaje deberán ser galvanizadas.

Los dispositivos de salida o respiraderos para



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

igualar la presión hidrostática deberán colocarse por debajo del nivel de aguas mínimas.

**20.2. Tuberías y Conductos**

Las tuberías y los conductos que vayan a quedar dentro del hormigón deberán ser instaladas por el **Contratista** antes del vaciado. De no indicarse en otra forma, la tubería dentro del hormigón deberá ser de dimensiones conocidas, con peso ligero y anticorrosiva. La tubería debería quedar firmemente sostenida en posición fija, para que no sea desplazada durante el vaciado del hormigón.

**20.3. Pernos de Anclaje**

Todos los pernos de anclaje necesarios en pilares, estribos o fundaciones deberán ser colocados en agujeros dentro del hormigón mientras se esté vaciando o en agujeros taladrados después del fraguado. Si fuese colocado en el hormigón cuando éste se vacía, el perno deberá ser colocado en una sección o tramo de tubería negra, por lo menos 5 cm más grande en diámetro que el perno, el cual se fijará al fondo del tubo pasándolo a través de una arandela pesada de acero. Los agujeros pueden hacerse insertando en el hormigón fresco clavijas de madera aceitadas, casquillos de tubería metálica u otros dispositivos aprobados por el **Ingeniero Residente** y deberán ser removidos cuando el hormigón haya fraguado parcialmente.

Los agujeros formados deberán tener por lo menos un diámetro de 10 cm. Si fuesen perforados deberán tener cuando menos un diámetro de 2.5 cm más que el de los pernos utilizados. Deberán ser colocados con exactitud y fijados con mortero de cemento que llene los agujeros completamente. El mortero deberá consistir en una parte de cemento Portland con una parte de arena fina (1:1); también podrá dosificarse usando un aditivo aprobado de tipo expansivo.

Las tuercas de los pernos de anclaje en el extremo móvil de la luz o tramo deberán ajustarse de manera que permitan el libre movimiento del tramo de la estructura.

**20.4. Placas de Apoyo o de Asiento**

Las placas de apoyo o de asiento para la superestructura deberán ser construídas preferiblemente a una cota más alta que la indicada en los planos, reflejándose luego el hormigón hasta su elevación exacta por medio de frotación.

Las placas de apoyo se construirán del material indicado en los planos y se deberán colocar solamente sobre superficies de hormigón terminadas y precisas. Podrá usarse para el propósito una placa de plomo o almohadillas laminadas de material elastomérico, separadas por refuerzo de acero o de malla, que resistan un aplastamiento no menor de 700 kg/cm<sup>2</sup>, u otro material que el **Ingeniero Residente** apruebe, tal y como está detallado en el Capítulo 41 (ASIENTOS ELASTOMERICOS) de estas especificaciones.

**21. COLOCACION**

El hormigón deberá ser colocado o vaciado hasta cuando la formaleta y el acero hayan sido revisados y aprobados. El método y secuencia del vaciado o del colado seguirán el orden que hubiese sido aprobado por el **Ingeniero Residente**.

Todo el hormigón será colocado antes que haya comenzado su fraguado inicial y en todos los casos, dentro de los 30 minutos después de su mezclado. La colocación del hormigón se efectuará de tal manera que se evite la segregación de las porciones finas o gruesas de la mezcla y el desplazamiento del acero. El trabajo deberá hacerse de forma que el agregado grueso no quede contra la superficie de las formaletas, por lo cual deberá retirarse el agregado grueso de las cercanías a las formaletas y reemplazarlo por morteros para obtener un acabado liso, libre de bolsas de aire o de cavidades. Para lograr esto se colocará la mezcla en capas horizontales cuando tal cosa sea posible. Se permitirán mezclas iniciales relativamente húmedas en losas y vigas para facilitar la aplicación del hormigón alrededor y entre las barras de refuerzo, de modo que se eliminen porosidades y burbujas de aire. Se deberán proveer suficientes barras y piones para compactar cada descarga de hormigón antes de descargar la siguiente y para evitar la formación de juntas, entre las distintas descargas de la mezcla. Además, se efectuará un apisonado adicional a lo largo de todas las caras para obtener superficies lisas. Se deberá tener cuidado que el mortero no salpique los moldes o el acero de refuerzo y que seque allí, antes del recubrimiento final con hormigón. Cuando se produzcan tales salpicaduras, las barras de refuerzo serán limpiadas con cepillo de alambre o rasqueta.

Las canales guías, canaletas cortas y bateas usadas como auxiliares en la colocación del hormigón, deberán disponerse y utilizarse de manera que los ingredientes del hormigón no resulten segregados: donde



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

## Capítulo 13

## Estructuras de Hormigón

haya inclinaciones excesivas o taludes pronunciados, las bateas serán equipadas con separadores, o serán de medida reducida, para invertir la dirección del movimiento. Todos los caños deberán mantenerse limpios y sin recubrimiento de hormigón endurecido, lavándolos cuidadosamente con agua, después de cada trabajo. El agua usada para lavados se descargará lejos del hormigón colocado. Las bateas y canaletas serán metálicas o forradas con metal y en lo posible deberán llegar hasta el punto de colocación de la mezcla. Cuando la descarga deba efectuarse en forma intermitente, se suministrará un embudo u otro dispositivo para regularla.

No se permitirá lanzar hormigón a distancias mayores de 1.50 m, ni depositar una gran cantidad en un punto cualquiera, extendiéndola luego sobre los moldes o formaletas.

La colocación del hormigón fresco deberá regularse de modo que las presiones causadas por él no excedan las consideradas al diseñar las formaletas.

Se usarán vibradores mecánicos internos de alta frecuencia, de tipo neumático, eléctrico o hidráulico, para compactar el hormigón de las estructuras donde éste requiera vibración. Los vibradores serán del tipo aprobado por el **Ingeniero Residente**, con una frecuencia mínima de 7,000 impulsos por minuto, con capacidad de compactar una mezcla bien establecida, con asentamiento de 25 mm, a una distancia de por lo menos 45 cm desde el vibrador.

Se usarán suficientes vibradores para producir la consolidación del hormigón que se vaya a trabajar dentro de los 15 minutos después de su colocación. Los vibradores no serán colocados contra las formaletas o el acero de refuerzo ni podrán utilizarse para desparramar o conducir el hormigón al lugar de su colocación. Los vibradores deberán manipularse para producir un hormigón carente de vacíos, de textura adecuada en las caras expuestas y de una consolidación máxima. No se deberá mantener los vibradores durante tanto tiempo en un mismo lugar de manera que produzca una segregación del hormigón o la superficie presente un aspecto lechoso.

El hormigón se colocará en forma continua sobre cada sección de la estructura o entre las juntas indicadas. Cuando en una urgencia fuera necesario detener la colocación del hormigón antes de completar una sección, se ubicarán tabiques o mamparas en la forma aprobada por el **Ingeniero Residente** y la junta resultante deberá construirse semejando una junta de construcción.

**21.1. Bombeo del Hormigón**

La colocación del hormigón por medio de bombas o bombeo será permitida solamente cuando se indique en los planos o cuando lo apruebe el **Ingeniero Residente** a solicitud del **Contratista**. El equipo de bombeo deberá tener cualidades adecuadas y la capacidad para la ejecución de la obra, debiendo disponerse de modo que no se produzcan vibraciones indeseables en el hormigón recién colocado.

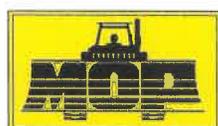
El equipo de bombeo deberá colocarse lo más cercano posible a las formaletas que sirvan de molde al volumen que se vaya a hormigonar de último.

La operación de bombeo del hormigón propiamente dicha deberá ser precedida por una mezcla de apresto. Esta podrá ser hormigón sin agregado grueso o la que recomiende el fabricante del equipo. El propósito es el de lubricar la bomba y la tubería, pero no se permitirá que esa mezcla de apresto contamine el hormigón que se vaya a vaciar en las formaletas.

Cuando el trabajo requiera una distancia grande de bombeo, se podrá considerar el sistema de bombeo por etapas, en el cual la primera bomba descarga en la tolva de la segunda.

Dentro de lo practicable, se eliminarán los quiebres estableciendo un tendido de tubería en línea recta desde la bomba hasta el sitio de colocación del hormigón. La colocación del hormigón deberá progresar en dirección hacia la bomba. Así, cuando ya no se necesite una sección de tubería, ésta podrá removerse y el bombeo continuará sin interrupción; de otro modo, habrá que añadir una sección o tramo nuevo y bombear, paulatinamente para lubricarlo en forma apropiada. Además, cuando la colocación del hormigón progrese hacia la bomba cada sección de tubería puede limpiarse y almacenarse al ser removida, simplificándose así el trabajo al final de la jornada.

Cualquiera que sea el método, debidamente aprobado por el **Ingeniero Residente**, que use el **Contratista** para alimentar la bomba, éste deberá velar para que la tolva permanezca llena siempre, con el objeto de producir un flujo continuo de hormigón. Si se usan camiones mezcladores, el **Contratista** deberá establecer un itinerario y hacer que se cumpla para evitar interrupciones.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

Para obtener una mezcla lo más homogénea posible, el camión que llega deberá comenzar a descargar dentro de la tolva unos minutos antes de que el camión que esté por partir haya terminado su descarga. Así la primera parte de la carga de un camión no entrará en la bomba con la parte final, remanente del otro.

Cuando por alguna circunstancia se produzca una demora de corta duración, la bomba deberá trabajar a menos velocidad para mantener algún movimiento en el hormigón y evitar que se obstruya. Para demoras más largas, se hará que el hormigón permanezca en la tolva el mayor tiempo posible, moviéndolo ocasionalmente en la línea por medio de impulsos producidos por la bomba. Si la demora la ha ocasionado un tramo o sección de tubería obstruída, se podrá continuar el bombeo cuando ésta haya sido limpiada. Si después de la demora no es posible hacer que el hormigón fluya en la línea, se deberá limpiar todo el sistema y comenzar nuevamente.

Para obtener un bombeo sin interrupciones, deberá mantenerse un alto control de calidad en todos los aspectos, incluyendo uniformidad en la consistencia, en la gradación de los agregados, especialmente la de los finos y en el contenido de cemento.

Al finalizar el bombeo, se expulsará el hormigón dentro de la línea cuidando que no se contamine ni que se segregue para utilizar esa porción, si el **Ingeniero Residente** lo aprueba. Inmediatamente se procederá a la limpieza total del equipo.

## 21.2. Hormigón Colocado Bajo el Agua

Si el **Ingeniero Residente** opina que las condiciones existentes hacen imposible desaguar la excavación antes de vaciar el hormigón, entonces el **Contratista** procederá a colocarlo bajo el agua con la inmediata vigilancia del **Ingeniero Residente**.

Bajo el agua solamente se colocará hormigón de la Clase "S". Para evitar el derrame y la segregación se procederá a vaciar el hormigón cuidadosamente para que resulte una masa compacta y homogénea en su posición final. Se usará un tubo-embudo, un cubo con compuerta basculante de cierre en el fondo, o cualquier otro método aprobado por el **Ingeniero Residente**. Cualquiera que sea el método que se use, la descarga no deberá descargarse sino hasta hacer contacto con el suelo o con el hormigón,

mantenerse quieta en el punto donde se coloca el hormigón y no se colocará bajo aguas corrientes ni turbulentas. El hormigón se colocará continuamente, en capas horizontales con la menor perturbación posible.

Cuando se use un tubo-embudo, éste consistirá de un tubo no menor de 25.4 cm de diámetro, construido de secciones con acoplamientos de bridas y provisto de juntas. El andamiaje de soporte deberá permitir el libre movimiento del extremo de descarga sobre toda la superficie superior del hormigón y que permita bajarlo con rapidez cuando sea necesario retardar o retener el flujo. El tubo-embudo se llenará empleando un método que evite el lavado del hormigón, el extremo de descarga deberá estar completamente sumergido todo el tiempo y el tubo estará lo suficientemente lleno de hormigón para evitar el paso del agua.

Cuando el hormigón se coloque por medio de un cubo con compuerta de cierre en el fondo éste deberá tener una capacidad mínima aproximada de 0.4 m<sup>3</sup>. El cubo se bajará gradual y cuidadosamente hasta cuando descansa sobre el suelo o sobre el hormigón ya vaciado, luego se subirá también cuidadosamente para mantener el agua tranquila evitando agitar o alterar, durante su recorrido de inmersión y retiro, la mezcla depositada.

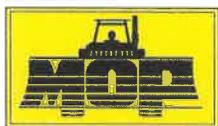
Cualquiera que sea el método usado para colocar el hormigón bajo el agua, deberá resultar en una masa monolítica y homogénea.

El hormigón deberá tener un período de cura no menor de cinco (5) días a partir de su vaciado, antes de proceder a extraer el agua; luego, el hormigón se limpiará y se le removerá las protuberancias antes de colocarle el hormigón nuevo y su refuerzo.

## 21.3. Colocación del Hormigón en Miembros y Elementos Estructurales

Para colocar hormigón, en miembros y elementos estructurales, deberán considerarse los siguientes aspectos:

**21.3.1. Fundaciones o Cimientos:** Las excavaciones para las fundaciones deberán ser ejecutadas de acuerdo con el Capítulo 8 (EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS), de estas especificaciones, a las elevaciones y con las dimensiones indicadas en los planos. Estas, sin embargo, constituyen una guía aproximada y el **Ingeniero Residente** podrá aprobar los cambios en dichas elevaciones y dimensiones para proporcionar una cimentación satisfactoria a los estribos y pilastras.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

### Capítulo 13

### Estructuras de Hormigón

**21.3.2. Columnas:** El hormigón para columnas deberá colocarse preferiblemente en una operación continua, a menos que el **Ingeniero Residente** apruebe que se haga en forma diferente. El hormigón se deberá dejar fraguar durante un mínimo de 12 horas antes de colocar los casquetes para apoyar los fondos de vigas, a menos que los planos contengan otra indicación.

**21.3.3. Vigas y Losas de Hormigón:** Las vigas y losas de hormigón con luces de 10 m o menores, deberán vaciarse en una sola operación continua.

Las vigas y losas con luces mayores de 10 m podrán vaciarse en dos etapas, siendo la primera la del alma hasta el fondo de la losa o hasta el comienzo de las cartelas en las vigas; la segunda etapa será la del vaciado de la losa. Se deberán proveer llaves contra cizalladura insertando bloques de madera aceitados, dentro del hormigón fresco, en la parte superior de cada viga. La inserción deberá hacerse hasta una profundidad mínima de 4 cm, y con un ancho no mayor que la mitad del de la viga. Se empleará un número suficiente de dichos bloques para cubrir uniformemente por lo menos la mitad de la longitud de la viga y se retirarán tan pronto como el hormigón haya fraguado lo suficiente para conservar la forma de la llave.

El periodo entre el primer vaciado correspondiente al de la viga, y el segundo relativo al de la losa será de por lo menos 24 horas. Inmediatamente antes del vaciado de la losa, el **Contratista** deberá revisar toda la obra falsa, incluyendo las formaletas, para comprobar cualquier contracción o asentamiento de las mismas ajustando todas las cuñas para asegurar una deflexión mínima debido al peso adicional de la losa.

La superficie interior de vigas en voladizo y losas salientes deberán llevar una ranura en forma de "V", de medio o de cuarto redondo, de 1.3 cm de profundidad, colocada a no más de 10 cm de la cara exterior, con el objeto de detener el escurrimiento de agua.

**21.3.4. Barandas y Parapetos:** Los parapetos de hormigón no se colocarán hasta cuando las formaletas o los andamios del tramo hayan sido retirados. Deberá tenerse especial cuidado para obtener formaletas o moldes lisos y de buen ajuste, que puedan ser mantenidos rigidamente alineados y emparejados, permitiendo su retiro sin dañar el hormigón. Todas las molduras, paneles y franjas biseladas

deberán construirse de acuerdo con los planos de detalles, con juntas bien destacadas. Todas las aristas en la obra terminada deberán ser nítidas, agudas y bien cortadas, debiendo carecer de fisuras, escamaduras u otros defectos.

Los miembros premoldeados de barandas se construirán en moldes herméticos que impidan el escape del mortero. Dichos miembros premoldeados serán sacados de sus moldes tan pronto el hormigón haya fraguado suficientemente y se mantendrán luego cubiertos con una arpillera saturada de agua o con una lona impermeable, durante tres días. Después de este tratamiento, el curado deberá completarse con una inmersión completa en agua, o con un regado, dos veces al día, durante un periodo no inferior a siete (7) días.

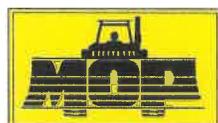
El método de almacenamiento y manejo deberá ser tal que los bordes y esquinas se mantengan inalterados en lo referente a su exactitud y uniformidad. Todo miembro premoldeado que resulte astillado o agrietado, antes o durante el proceso de su colocación, será rechazado y retirado de la obra.

En la construcción de las barandas vaciadas en sitio y en la de los coronamientos de los postes, en lo referente a postes prefabricados, éstos deberán protegerse contra deterioro y deformación, durante el proceso de colocación y terminación del hormigón.

**21.3.5. Pilares y Estribos:** La carga de la superestructura se podrá imponer sobre los pilares y los estribos terminados solamente después de que el **Ingeniero Residente** lo apruebe, pero el tiempo mínimo que deberá concederse para el endurecimiento del hormigón en la subestructura, antes de que cualquier carga de la superestructura le sea impuesta, será de siete (7) días cuando se use cemento Portland normal y de dos (2) días cuando se use cemento de alta resistencia inicial.

**21.3.6. Arcos:** El andamiaje, que constituye la obra falsa y la formaleta para los arcos, deberá construirse de acuerdo con los planos de construcción aprobados previamente por el **Ingeniero**. El andamiaje que soporta el arco deberá ser bajado gradual y simétricamente para evitar sobreesfuerzos en el arco.

Cuando el **Ingeniero Residente** lo apruebe, la formaleta del arco deberá colocarse sobre gatos para corregir cualquier asentamiento ligero que se produzca después de que el hormigón haya sido vaciado. Cualquier corrección necesaria deberá hacerse antes del fraguado



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

inicial del hormigón. Las barandas y su coronamiento no se construirán sino hasta cuando el andamiaje haya sido retirado y el arco pueda sostenerse por sí mismo.

Para arcos cerrados o sea achatados, la construcción de las paredes o cortinas, las columnas y los asientos que las soportan deberán posponerse hasta cuando las formaletas se hayan asentado debidamente, para evitar juntas de construcción innecesarias.

Para arcos que deben ser rellenados con tierra o con cualquier otro material indicado en los planos o que apruebe el **Ingeniero Residente**, el relleno entre las paredes o cortinas, el arco y la losa de la calzada deberá hacerse de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 8 (EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS), debiendo rellenarse dicho espacio en capas horizontales, bien compactadas, distribuidas simétrica y uniformemente, desde los extremos de apoyo hacia el centro. No se permitirá rellenar secciones en forma de cuñas.

Todo el hormigón deberá vaciarse en el orden que indiquen los planos o que apruebe el **Ingeniero Residente**. Las llaves o juntas de construcción se deberán colocar donde lo indiquen los planos.

**22. JUNTAS**

Cualquiera que sea el tipo de junta deberá localizarse y construirse en los sitios y de la manera que indiquen los planos y/o apruebe el **Ingeniero Residente**.

**22.1. Juntas de Construcción o de Vaciado**

Las juntas de construcción o de vaciado deberán ubicarse donde los planos lo indiquen y generalmente donde el esfuerzo de corte sea mínimo.

En las juntas horizontales de construcción se deberán colocar tiras calibradas de 3.8 cm de espesor dentro de las formaletas, a lo largo de todas las caras visibles, para darle a las juntas una forma rectilínea. Antes de vaciar el hormigón fresco, la superficie de las juntas de construcción se limpiarán y frotarán con un cepillo de alambre y se inundarán hasta la saturación con agua y deberán permanecer así hasta cuando se coloque el hormigón nuevo. Inmediatamente antes del vaciado de éste, las formaletas deberán ser rectificadas y apretadas en su lugar contra el hormigón existente y toda la superficie será cubierta con una lechada, cuya relación agua-cemento no deberá ser mayor que la empleada en la fabricación del hormigón.

El hormigón de las subestructura se deberá colocar de manera que todas las juntas horizontales de construcción resulten realmente así y de ser posible en los sitios que no queden a la vista cuando se termina la estructura.

Cuando se requieran juntas verticales de construcción, se extenderán barras de acero de refuerzo a través de la junta, de manera que la estructura trabaje en forma monolítica. Se deberá tener cuidado especial para evitar juntas de construcción a través de muros de ala, de antepechos o de otras superficies extensas que vayan a recibir algún tratamiento posterior para efectos arquitectónicos.

Las espigas, otros dispositivos para transferir cargas y accesorios para producir adherencia, deberán colocarse donde lo indiquen los planos o lo apruebe el **Ingeniero Residente**.

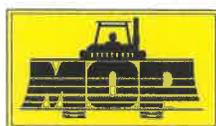
**22.2. Juntas de Expansión o de Dilatación**

Las juntas de expansión o de dilatación podrán ser abiertas o rellenas, deberán construirse en los sitios, con la forma y del material indicado en los planos.

Las juntas abiertas se construirán por medio de la inserción de tiras de madera, metálicas o de cualquier otro material aprobado por el **Ingeniero Residente** y su posterior remoción. La inserción y remoción de la tira deberá hacerse sin deformar o desmenuzar las aristas del hormigón. No se deberá extender el acero de refuerzo a través de las juntas abiertas, a menos que así lo indiquen los planos.

Las juntas rellenas se construirán en forma similar a la de las abiertas.

Cuando se requiera el uso de juntas de expansión premoldeadas, el espesor del material de relleno a instalar será el fijado en los planos. Dicho relleno será cortado con la misma forma y tamaño que la superficies que deban juntarse. Luego el relleno será fijado firmemente contra la superficie del hormigón existente de modo que se evite un desplazamiento del material cuando se coloque el hormigón nuevo contra el mismo. Cuando sea necesario usar más de una pieza de relleno para cubrir una superficie, las piezas empotradas se colocarán en estrecho contacto y la unión entre las mismas será cubierta con una capa de fieltro de techar saturado con asfalto de 18 kg (40 libras), un lado del cual será cubierto con asfalto caliente para asegurar una adecuada retención. Inmediatamente después de retirar las



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

### Capítulo 13

### Estructuras de Hormigón

formaletas, las juntas de expansión serán inspeccionadas cuidadosamente. Todo hormigón que haya quedado dentro de la junta deberá ser cortado y removido minuciosamente. Cuando durante la construcción, se produzca una abertura de 3.2 mm o más de una junta que será sometida al tránsito, dicha abertura deberá ser rellenada totalmente con alquitrán caliente o asfalto, según lo indique el **Ingeniero Residente**.

Las espigas, dispositivos de transferencia de cargas y otros elementos similares, se colocarán según lo indiquen los planos o lo ordene el **Ingeniero Residente**.

#### 22.3. Juntas de Acero

Las chapas, ángulos u otros elementos estructurales, deberán terminarse con precisión en el taller para darles la forma exacta concordante con la sección del piso de hormigón. Su fabricación y pintura deberán de estar de acuerdo con las exigencias fijadas en el Capítulo 16 (ESTRUCTURAS DE ACERO) de estas especificaciones. Cuando los planos así lo exijan, estas piezas serán galvanizadas en lugar de pintadas. Deberá tenerse cuidado de que las superficies terminadas sean rectas y carezcan de torceduras. Se emplearán métodos seguros al ubicar las juntas en su lugar, para mantenerlas en una posición correcta durante la colocación del hormigón. La luz de la abertura en las juntas de expansión deberá ser la fijada en los planos a temperatura normal y se tomarán precauciones para evitar la variación de dicha luz.

#### 22.4. Sellos o Tapajuntas

Los sellos o tapajuntas serán metálicos o de goma y se colocarán en los sitios, con la forma y del material indicado en los planos o que apruebe el **Ingeniero Residente**.

### 23. CURADO DEL HORMIGON

Todas las superficies de hormigón se mantendrán bajo proceso de cura por lo menos siete (7) días después de su colocación en caso de haberse usado cemento Portland normal y durante tres (3) días cuando el cemento empleado sea de fraguado rápido o de alta resistencia inicial. El curado deberá hacerse por medio de uno de los métodos que se describen a continuación, quedando a opción del **Ingeniero Residente** determinar las superficies que puedan ser curadas usando uno u otro de esos métodos, para garantizar siempre la presencia de humedad. El hormigón

que no sea curado en forma apropiada se considerará defectuoso y el **Ingeniero Residente** podrá suspender las operaciones de vaciado del **Contratista**, hasta cuando el procedimiento de cura sea hecho satisfactoriamente.

#### 23.1. Método de Agua

Consiste en añadir agua que garantice la presencia de humedad, lo cual podrá hacerse anegando o regando las superficies. Todas las superficies, en especial las losas, deberá mantenerse mojada constantemente. Las losas de hormigón deberán protegerse cuanto antes cubriéndolas con arena, tierra colocada sobre las envolturas de cemento, cubiertas de arpillera, henequén o con materiales similares aprobados por el **Ingeniero Residente**, los cuales se mantendrán mojados. Las aceras, paredes, barandales y otras superficies que requieren acabado por frotación podrán quitársele provisionalmente las cubiertas para hacer el acabado, pero deberán colocarse nuevamente tan pronto como sea posible. El material de recubrimiento de las losas no deberá ser removido antes de que el hormigón tenga 21 días de edad. No se permitirá el uso de material de recubrimiento que manche o descolore la superficie de hormigón.

En el caso de que las formaletas deban permanecer en sitio durante el período del curado, deberán mantenerse húmedas todo el tiempo para evitar que se abran en las juntas.

El agua para el curado deberá estar limpia y libre de materias extrañas o perjudiciales.

#### 23.2. Método de Recubrimiento con Membrana o Película

Este método consiste en prevenir que el hormigón pierda su humedad aplicando una membrana o película impermeable que impida la evaporación del agua contenida en el hormigón.

A todas las superficies se les deberá dar el acabado exigido antes de la aplicación del compuesto de cura. Durante el periodo el acabado del hormigón deberá protegerse según el método de curado con agua.

La tasa o régimen de aplicación del compuesto de cura será la indicada en las especificaciones del producto, suministradas por el **Contratista** y aprobadas por el **Ingeniero Residente**.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

La membrana de cura deberá ser aplicada inmediatamente después de haberse aceptado el acabado del hormigón y deberá cubrir uniforme y homogéneamente toda la superficie. Durante la aplicación de la membrana de cura, las superficies que no estén siendo rociadas deberán mantenerse mojadas.

La membrana de cura deberá ser protegida contra daños durante un periodo de diez (10) días como mínimo después de su aplicación. Toda sección dañada o alterada en cualquier forma deberá recibir una aplicación adicional y en caso de que esto ocurriera frecuentemente, el **Ingeniero Residente** podrá exigir que se aplique inmediatamente la cura con agua.

Cuando se utilice un compuesto de cura, éste deberá ser mezclado completamente dentro de la hora anterior a su aplicación. Si su uso produce manchas o franjas veteadas en la superficie del hormigón, el **Ingeniero Residente** lo suspenderá y se deberá recurrir inmediatamente a la cura con agua; hasta cuando la causa que produce el aspecto defectuoso sea corregida.

Durante la época seca todas las superficies a las cuales se les haya quitado los moldes o formaletas, así como las superficies no moldeadas deberán mantenerse húmedas mediante curado con agua por lo menos durante 24 horas. El curado se deberá comenzar tan pronto como el hormigón haya fraguado suficientemente para no causarles daños a su superficie. Todas las superficies de hormigón deberán conservarse completa y continuamente húmedas. Al terminar el periodo de 24 horas de cura con agua podrán ser tratadas con un compuesto que forme membrana o película. Las juntas de construcción deberán ser curadas exclusivamente por el método con agua, a menos que se use chorro de arena u otro método aprobado por el **Ingeniero Residente**, para limpiar la superficie de hormigón y el acero de refuerzo antes de vaciar el hormigón fresco.

## 24. REMOCION DE FORMALETAS

Las formaletas y los andamios no deberán removerse sin la aprobación previa del **Ingeniero Residente**. Aún en el caso de que la aprobación haya sido dada, el **Contratista** no será eximido de su responsabilidad respecto a la seguridad de la obra. Los bloques y abrazaderas deberán removerse al mismo tiempo que las formaletas y en ningún caso se permitirá la permanencia de trozos de madera en el hormigón.

Para facilitar la terminación o acabado del hormigón, las formaletas usadas en obras ornamentales, barandas, parapetos y superficies verticales expuestas podrán removerse en no menos de 12 ni más de 48 horas. Para determinar la condición del hormigón en las columnas, las formaletas de éstas se removerán antes de remover el apuntalamiento en la proximidad de vigas y vigas maestras.

En tiempo caluroso, la obra falsa y las formaletas permanecerán en su sitio bajo losas, vigas, vigas maestras y arcos por 14 días a partir del correspondiente al último vaciado, excepto las formaletas para losas con luces libres menores de 3 m, las cuales podrán removerse después de siete (7) días y en el caso en que se use cemento de fraguado rápido la remoción de las formaletas, en todas las estructuras, podrán efectuarse después de cuatro (4) días a partir del correspondiente al último vaciado.

La obra falsa y la formaleta del arco para arcos con relleno no se deberán remover sino hasta cuando se haya colocado el relleno detrás de los estribos hasta el arranque del arco.

La obra falsa para soportar la losa de estructura de marco rígido no deberán removerse sino hasta cuando el relleno detrás de las paredes verticales haya sido removido.

## 25. ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE HORMIGON

Exceptuando los casos en que el **Ingeniero Residente** lo autorice en otra forma, todas las superficies de hormigón deberán ser acabadas inmediatamente después de la remoción de las formaletas según especificaciones correspondientes.

Las superficies de hormigón deberán tener el acabado señalado en los planos de construcción.

### 25.1. Acabado Corriente para Superficies

Tan pronto como las formaletas hayan sido retiradas, todos los alambres o elementos metálicos salientes y los que atraviesan el cuerpo del hormigón, utilizados para mantener los moldes o formaletas en su lugar, serán retirados o cortados a una distancia de por lo menos 2.5 cm por debajo de la superficie de éste. Los rebordes, rebabas del mortero y todas las irregularidades originadas por las juntas de las formaletas deberán eliminarse antes de



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

proceder a resanar el área tratada. Todos los agujeros pequeños, depresiones y vacíos que aparezcan después del retiro de las formaletas, serán rellenados con un mortero de cemento preparado en iguales proporciones que las empleadas en la obra. Al reparar áreas más grandes y otros vacíos en forma de comején o de panal de abejas, todos los materiales sueltos serán eliminados hasta obtener una superficie densa y uniforme, que exponga los agregados gruesos sólidos. Los bordes serán recortados hasta formar caras perpendiculares a la superficie. Todas las superficies de la cavidad serán saturadas con agua, después de lo cual se les aplicará una lechada de cemento puro o bonding. Luego la cavidad será rellenada con un mortero denso, compuesto de una parte de cemento Portland y dos partes de arena, confinándolo bien en el lugar con dos (2) componentes modificados con polímeros o acrílicos tropicalizados. Al mortero se le dará consistencia mezclándolo dentro de los 20 minutos aproximadamente antes de usarlo. La superficie donde se aplique el mortero deberá ser flotada con una llana de madera, antes de que se produzca el fraguado inicial, sin permitir que sea retemplado. La superficie deberá quedar con un aspecto pulcro y bien acabada, el área resanada se mantendrá húmeda durante un período mínimo de cinco (5) días.

Para reparar secciones grandes o profundas, deberá adicionarse agregado pétreo al material de resane o concreto estructural, tomando cuidado especial para asegurar que éste resulte compacto, bien adherido y debidamente curado.

El **Contratista** debe usar métodos mecánicos para reparar o resanar, tal como el de inyectar mortero a presión o cualquier otro método probado. Cualquiera que sea el método mecánico que se utilice, la reparación se hará de acuerdo con las especificaciones previamente suministradas por el **Contratista** y aprobadas por el **Ingeniero Residente**.

La presencia de áreas porosas donde el panal de abejas o comején sea excesivo, a juicio del **Ingeniero Residente**, se considerará como suficiente causa para no aceptar la porción de esa estructura.

El **Contratista**, al recibir una notificación escrita del **Ingeniero Residente** notificándole que una determinada estructura o parte de ella no ha sido aceptada, deberá tomar las medidas para la mejor corrección posible de los defectos. Estas medidas correctivas, las cuales se harán a expensas del **Contratista**, cumplirán con los métodos apropiados señalados por estas especificaciones y serán

sometidas a la consideración del **Ingeniero Residente** para la debida consulta y aprobación final.

Toda superficie, que a juicio del **Ingeniero Residente**, no presente una apariencia nítida después del resane, deberá recibir un acabado frotado como se especifica en el sub-artículo 25.2 de este capítulo.

Todos los resanes serán curados como se especifica en el Artículo 23 (CURADO DEL HORMIGÓN) de este capítulo.

**25.2. Acabado, Pulido o Frotado**

Después del retiro de las formaletas, el frotado del hormigón se deberá comenzar tan pronto como su condición lo permita. Inmediatamente antes de comenzar este trabajo, el hormigón se deberá conservar completamente saturado de agua. Las superficies que se vayan a tratar deberán ser frotadas con piedra de carborundo de aspereza apropiada, empleando una pequeña cantidad de mortero en su cara. El mortero deberá ser compuesto de cemento y arena fina, mezclados en las proporciones empleadas en el hormigón en cuyo acabado se esté trabajando. El frotamiento se deberá realizar hasta cuando todas las marcas de formaleta, rebabas e irregularidades hayan sido eliminadas, todos los vacíos rellenados apropiadamente y se haya obtenido una superficie uniforme. La pasta producida por dicho frotamiento se deberá dejar en su lugar.

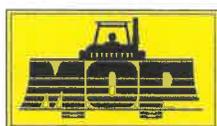
Después de que haya sido vaciado arriba de la superficie que está siendo tratada, se procederá con el acabado final frotando con una piedra de carborundo fino y agua. En frotamiento se deberá continuar hasta que la superficie adquiera una textura lisa y de color uniforme.

Cuando se haya terminado el frotamiento final y la superficie se haya secado, deberá ser frotada con arpillera para quitar el polvo suelto debiendo quedar la superficie limpia y sin marcas indeseables.

En el caso de que el hormigón se haya endurecido suficientemente se podrá usar, para el acabado de la superficie, una piedra de carborundo movida mecánicamente, siguiendo el proceso indicado anteriormente.

**25.3. Acabado con Flota o Llana**

Inmediatamente después de vaciado el hormigón, las superficies horizontales deberán ser niveladas para



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 13

Estructuras de Hormigón

eliminar el material excedente y obtener así los perfiles indicados en los planos.

Luego deberá ser acabadas a mano hasta obtener superficies lisas y parejas frotando el hormigón transversal y longitudinalmente con flotas, llanas de madera u otros medios adecuados.

Después de terminar la operación de la flota o llana y de eliminar el exceso de agua, pero con el hormigón aún plástico, se aplicará a toda la superficie una regla maestra de 3 m para comprobar su exactitud. Se avanzará a lo largo y ancho de la losa con aplicaciones sucesivas con traslapes no menores que la mitad del largo de la regla. Cualquier depresión que se encuentre deberá ser corregida inmediatamente con hormigón recién mezclado y cualquier área que sobresalga deberá ser rebajada. Después de que las depresiones y puntos altos hayan sido corregidos, la superficie deberá ser consolidada, enrasada y terminada. Se deberá tener cuidado especial para asegurar que las juntas queden satisfactoriamente formadas.

Al acabado final se le dará la textura ligera señalada en los planos, uniformemente rugosa por medio de escobillones o por otros métodos conocidos por la industria y aprobados por el **Ingeniero Residente**.

Tan pronto como el hormigón haya fraguado suficientemente se le hará a la superficie una nueva prueba de exactitud con la regla maestra de 3 m. Los lugares que muestren puntos altos, de más de 3 mm, deberán ser marcados e inmediatamente rebajados con una máquina esmeriladora o flexible apropiada, capaz de rebajar el hormigón sin romper o desplazar los agregados ni producir astillamientos.

El **Contratista** suministrará la regla maestra y con su personal efectuará el trabajo de revisión de la exactitud de la superficie, bajo la supervisión del **Ingeniero Residente**.

**26. LIMPIEZA**

Al terminar el trabajo de la estructura y antes de la aceptación de ésta, el **Contratista** deberá remover toda la obra falsa y los andamios hasta 60 cm por debajo de la línea del terreno terminado, todo el material de excavación o todo el que no tenga uso, los desperdicios, basuras y las edificaciones temporales. El **Contratista** deberá reemplazar, renovar o reconstruir las cercas dañadas y restaurar de manera aceptable toda propiedad pública o privada que

haya sido deteriorada durante la ejecución de la obra. Todo material de excavación o de la obra falsa que haya quedado en los cauces de las corrientes durante la construcción deberá ser removido por el **Contratista**. En general, el **Contratista** deberá dejar el sitio donde se hayan construido las estructuras y el camino adyacente en condiciones de limpieza y presentación satisfactorias para el **Ingeniero Residente**.

**27. MEDIDA**

La cantidad de hormigón vaciado se medirá tomando como unidad el metro cúbico de hormigón, según su clase, colocado y aceptado.

La cantidad de hormigón que se medirá será la determinada según las dimensiones mostradas en los planos, o los cambios autorizados. En este caso, la cantidad medida será ajustada en la magnitud del cambio, para el propósito de pago. No se harán deducciones por el volumen ocupado por tuberías menores de 20 cm de diámetro, por el acero de refuerzo, anclajes, conductores, agujeros para drenaje ni por el empotramiento de pilotes.

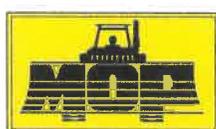
La medición no incluirá formaleas, obra falsa, ni el hormigón usado en la construcción de éstas.

Las cantidades de acero de refuerzo serán medidas en la forma especificada en el Capítulo 15 (ACERO DE REFUERZO) de estas especificaciones.

Las medidas de hormigón simple y de hormigón reforzado se tomarán separadamente.

**28. PAGO**

Las cantidades de hormigón colocadas y aceptadas, medidas en la forma descrita anteriormente, se pagarán al precio unitario por metro cúbico fijado en el Contrato para las diferentes clases de hormigón. Este pago constituirá compensación total por el suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas y todas las incidencias o imprevistos necesarios para la ejecución de la obra, de acuerdo con los requisitos especificados. El acero de refuerzo se pagará de acuerdo al precio unitario fijado en el contrato para el detalle 15.5a., Acero de Refuerzo, del Capítulo 15 (ACERO DE REFUERZO) de estas especificaciones.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Estructuras de Hormigón

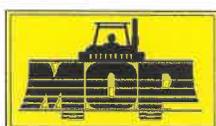
### Capítulo 13

*No se hará pago directo por formaletas, obra falsa, por ningún aumento en el contenido de cemento; por el uso de productos especiales tales como aditivos, ni por cualquier tipo de acabado descrito para las superficies de hormigón.*

*Los elementos de construcción incluidos en la estructura terminada y aceptada, tales como platinas, conductos de drenaje, sellos, etc., serán considerados para su pago en el precio unitario del hormigón, a menos que hayan detalles específicos para sus pagos.*

*El pago se hará bajo los detalles siguientes:*

- a) *Hormigón Simple Clase \_\_\_\_\_ por METRO CUBICO (M<sup>3</sup>)*
- b) *Hormigón Reforzado Clase \_\_\_\_\_ por METRO CUBICO (M<sup>3</sup>).*



## CAPITULO 19

### MURO DE HORMIGON CICLOPEO

#### 1. DESCRIPCION

*Este capítulo comprende la construcción y reconstrucción de muros de hormigón ciclópeo de cemento Portland, según estas especificaciones, y de acuerdo con los alineamientos, dimensiones, niveles, sección transversal y perfiles establecidos por el **Ingeniero Residente** o de acuerdo con los planos. El hormigón ciclópeo constará de piedras de los tamaños que se especifiquen, agregado grueso, agregado fino, agua y cemento Portland.*

*El **Contratista** proveerá, sin costo adicional alguno, un amarre apropiado con las estructuras adyacentes o terminales que se indiquen.*

#### 2. PIEDRA

*La piedra que se emplee deberá cumplir con los requisitos de AASHTO especificación M 80 y tener un desgaste no mayor de 40%, según la prueba AASHTO T 96. No deberá usarse material pétreo ligero, de baja resistencia. La piedra deberá estar limpia, libre de tierra, arcilla o de cualquier materia extraña y serán rechazadas si las materias extrañas no pueden ser removidas por agua.*

*Las piedras que se usen para el muro serán de superficies angulares, de cantera o de campo y de tal calidad que no se produzca desintegración cuando estén expuestas al agua de mar y al ambiente. No se permitirá el uso de cantos rodados.*

*Las piedras tendrán un peso mínimo de 30 kg cada una y un volumen máximo de piedra del 30% del volumen total del hormigón ciclópeo.*

#### 3. AGREGADOS, CEMENTO Y AGUA

*El agregado grueso, agregado fino, agua y cemento usado en el hormigón estarán de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 13 (ESTRUCTURAS DE HORMIGON) de estas especificaciones.*

*Sólo se debe utilizar para hormigón*

*ciclópeo en áreas marinas o de elevada corrosión cemento tipo II.*

#### 4. EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA FUNDACION DE MURO CICLOPEO

*El **Contratista** notificará al **Ingeniero Residente**, antes de comenzar la excavación para la fundación del muro.*

*Las piedras grandes, troncos y cualquier material u objeto encontrado durante la excavación serán removidos.*

*Todo el material aprovechable se usará para hacer terraplenes, rellenos para estructuras de drenaje, o cualesquiera otros lugares, de acuerdo con los planos o según instrucciones expresas del **Ingeniero Residente**.*

*El **Contratista**, a su costa y bajo su responsabilidad, proveerá lo necesario para cumplir esta parte del Contrato.*

*Toda roca u otro material firme de cimentación será limpiada de todo material suelto y cortada hasta conseguir una superficie firme, a nivel, escalonada o dentada, de acuerdo con el **Ingeniero Residente**. Todas las grietas o hendiduras se limpiarán y rellenarán con hormigón, mortero o lechada de cemento; se removerán todas las capas delgadas de material sólido que se encuentre. En el caso de rocas de tipo granítico debe comprobarse mediante el correspondiente estudio de suelos que el material no se ha alterado internamente por el proceso de caolinización de los feldespatos que transforma la roca, convirtiéndola en un granito arenoso en el área afectada.*

*Cuando el muro descansa sobre roca, la profundidad de excavación será la indicada en los planos, o una menor, de acuerdo a las instrucciones del **Ingeniero Residente**. Cuando el muro descansa sobre arena o material no cohesivo, la profundidad de excavación será la indicada en los planos.*

*El **Ingeniero Residente** podrá, por escrito, ordenar cambios en las dimensiones y cotas de los cimientos, según sea necesario, para conseguir una cimentación satisfactoria.*

*El Contratista no deberá vaciar hormigón hasta tanto el **Ingeniero Residente** haya examinado y aprobado la excavación efectuada y el material del cemento.*

*Todo trabajo de desagüe necesario, en conexión con la construcción del muro, su cuidado y preservación, hasta la entrega y aceptación final, será por cuenta del **Contratista**, sin cargo adicional alguno para el MOP.*

## 5. MADERA PARA EL ENCOFRADO

*La madera para el encofrado y formaletas será de calidad resistente. La cara de la madera que entrará en contacto con el hormigón estará cepillada y libre de rugosidades y hendiduras.*

## 6. ENCOFRADOS

*Se deberán usar encofrados a prueba de fuga de agua.*

## 7. FORMALETAS

*Las formaletas serán diseñadas y construidas de manera que puedan removerse sin causar daño al hormigón. Las formaletas para superficies expuestas se harán de madera machihembrada o enchapada a fin de obtener una superficie lisa en la forma que se desea. Se permitirá el uso de madera común para superficies que no vayan a quedar expuestas al completarse la estructura.*

*Toda la madera deberá estar libre de huecos de nudos, nudos sueltos, rajaduras, hendiduras, torceduras u otros defectos que afecten la resistencia y apariencia de la estructura ya terminada. Todas las formaletas deberán quedar libres de combas y torceduras, y se limpiarán entera y satisfactoriamente antes de volverse a usar otra vez.*

*En el diseño de formaletas y armaduras de soporte, el hormigón se considerará como líquido. Al determinar las cargas verticales se asumirá un peso de 2,400 kg/m<sup>3</sup> y no menos de 1,360 kg/m<sup>3</sup> para el cálculo de la presión horizontal. (En el diseño de formaletas también se tomará en cuenta el efecto de la vibración que podría provocar los golpes de las mazas).*

*Las formaletas deberán diseñarse en forma tal que las porciones que cubran hormigón que requiera pronto acabado puedan ser removidas sin perturbar otras que hayan de removerse después.*

*Hasta donde sea posible, las marcas dejadas por las formaletas se conformarán con las líneas generales de la estructura.*

*Las formaletas deberán construirse y montarse en conformidad con las líneas mostradas en los planos y arriostrarse de modo que queden firmes y rígidas. Las formaletas deberán amarrarse con pernos que puedan ser removidos. Las formaletas se harán a prueba de pérdida de mortero, sellando las juntas si es necesario y se mojarán con agua antes de vaciar el hormigón. Irán achastanadas cuando ocurran aristas, a las dimensiones señaladas en los planos. Las superficies interiores de las formaletas serán aceitadas o mojadas inmediatamente antes de colocar el hormigón para evitar la adhesión de éste.*

*Las formaletas serán inspeccionadas por el **Ingeniero Residente** al menos ocho (8) horas antes de la colocación del hormigón. Las dimensiones serán verificadas cuidadosamente y cualesquiera combas y torceduras serán corregidas. Toda basura, aserrín u otros desperdicios que aparezcan dentro de las mismas deberán ser removidos. Se prestará especial atención a los amarres y arriostramientos y si las formaletas acusaren insuficiencia de riostras o construcción insatisfactoria, el **Ingeniero Residente** ordenará suspender el vaciado del hormigón hasta cuando tales defectos hayan sido corregidos a su entera satisfacción. Las formaletas serán construidas de manera tal que el hormigón, al terminar el trabajo, presente la forma y dimensiones mostradas en los planos y corresponda al alineamiento y rasante allí indicados.*

*No se reconocerá pago directo por el trabajo de formaletas descrito en este artículo.*

## 8. HORMIGÓN CICLOPEO

### 8.1. Generalidades

*El hormigón ciclópeo estará formado por piedra con un peso mínimo de 30 kg y un hormigón de cemento Pórtland adecuado a las características del medio ambiente en el que se construirá el muro, caso de ambiente marino que obliga a utilizar un cemento resistente a sulfatos. El hormigón será mezclado con un aditivo tropicalizado impermeabilizador que se describe más adelante. Las piedras tendrán un volumen total máximo del 30% del volumen total del hormigón ciclópeo.*

*El hormigón será tipo A y su método de colocación será determinado por el **Ingeniero Residente**, según sea el diseño final de la mezcla.*

### 8.2. Colocación del Hormigón

Todo hormigón será colocado antes de que haya comenzado su endurecimiento inicial, y en cualquier caso, dentro de 30 minutos después de la mezcla de los agregados. El hormigón será colocado en tal forma que se evite segregación del agregado grueso o porciones de la mezcla y deberá ser esparcido en capas horizontales mientras sea posible.

Los canales guías, bateas cortas o tubos que se usen como ayuda en la colocación del hormigón, se dispondrán de modo que los ingredientes del hormigón no se separen. Cuando se requieran inclinaciones excesivas, las bateas y canales serán equipados con paletas deflectoras o se instalarán en tramos pequeños que permitan invertir la dirección del movimiento. Cuando se use tubería, esta se mantendrá llena de hormigón y sus extremos inferiores se mantendrán enterrados en hormigón fresco como se requiere cuando se usa tubo-embudo. Todas las canoas, canales y tubos, se mantendrán limpios y libres de revestimientos de hormigón endurecido, lavándolos abundantemente después de cada jornada. El agua usada para lavado debe botarse lejos del lugar donde se haya colocado el hormigón, y no se permitirá que llegue a vías de agua. Las canoas o canales serán de metal o forrados en metal y se extenderán tan cerca como sea posible del punto donde habrá de depositarse el hormigón. Cuando la descarga sea intermitente se deberá proveer un recipiente u otro dispositivo para regularla. No se permitirá dejar caer el hormigón de una altura mayor de 1.50 m, ni se deberá depositar en cantidades excesivas en cualquier punto; tampoco se permitirá acarrearlo ni manejarlo a lo largo de las formaletas.

Las piedras se colocarán con cuidado y apisonándolas o hundiéndolas en el hormigón fresco, sin dejarlas caer, ni lanzándolas, para evitar daño tanto a las formaletas como al hormigón adyacente en proceso de fraguado. Este trabajo deberá ser ejecutado por obreros competentes.

Las piedras no deberán quedar con una separación menor de 15 cm unas de otras, ni a menos de 10 cm de los parámetros, ni a menos de 30 cm bajo el coronamiento de los muros buscándose una distribución homogénea de las piedras a lo largo de la sección del muro en construcción. Las piedras deberán estar libres y limpias de materias extrañas y se mojarán antes de colocarse.

El Contratista deberá tener suficiente equipo y material para cada operación de vaciado. El Ingeniero Residente no permitirá el vaciado si en su concepto el Contratista no está preparado para completar la operación de la etapa que corresponde.

El hormigón se depositará en capas horizontales y se subirá parejo. No se permitirá interrumpir el vaciado a menos de un metro cincuenta (1.50 m) de altura desde el fondo del cimiento.

### 8.3. Juntas

El vaciado de hormigón se hará por secciones comprendidas entre juntas verticales de construcción, las cuales se colocarán en los cambios y secciones con una separación no mayor de 25 m ni menor de 10 m. El detalle de la junta vertical de construcción se hará como se muestra en los planos.

Las juntas horizontales de construcción serán superficies en las cuales las piedras se dejarán con los cantos salientes a fin de proveer un área de contacto rugoso que provoca un buen amarre para el siguiente vaciado. Antes de proceder a colocar el hormigón sobre superficies, se limpiarán debidamente, conforme lo indique el Ingeniero Residente.

Las juntas entre las estructuras terminales y el muro de hormigón ciclópeo se harán en común acuerdo con el Ingeniero Residente.

### 8.4. Huecos de Drenaje y de Filtración

Los huecos para los tubos de drenaje se construirán en la forma y en los lugares que señalen los planos o los requiera el Ingeniero Residente.

Las formaletas para los huecos de tubos de drenaje podrán ser tubos de arcilla o de hormigón, o de cajas de madera. Si se usaren formaletas de madera, estas se removerán después de colocado el hormigón.

Los "Llorones" se instalarán según lo indiquen los planos o lo recomiende el Ingeniero Residente; las superficies expuestas de los llorones de metal irán pintadas, como se especifica en el Capítulo 16 (ESTRUCTURAS DE ACERO) de estas especificaciones.

### 8.5. Arreglo Final del Hormigón

Una vez que se hayan removido las formaletas del muro, se rellenarán los agujeros y repararán todos los defectos. La superficie será firme y pareja, libre de bolsillos debido a la piedra, clavos, objetos extraños y depresiones o protuberancias. El arreglo final de superficies usando repellos de mortero no será permitido en ningún caso, a menos que se indique su mezcla con algún compuesto de resinas epóxicas. En tales casos el Ingeniero Residente deberá exigir la certificación de calidad del compuesto epóxico

tropicalizado, para corroborar su idoneidad, por medio de preparación de muestras de prueba.

**9. HORMIGON CLASE "A" - (METODO DE COLOCACION NORMAL)**

Las proporciones del hormigón Clase "A", para el muro ciclópeo, serán las siguientes:

Tamaño máximo del agregado grueso malla cuadrada ..... 38.1 mm

Contenido mínimo de cemento por Metro Cúbico ..... 8.5 sacos

Cantidad neta máxima de agua por sacode 42.6 kg ..... 20.8 litros

Asentamiento en mm, colocado vibrado ..... 50.8 mm

Peso de agregado grueso redondeado seco por saco de cemento ..... 142.7 kg

Peso de agregado fino seco para agregado grueso redondeado por saco de cemento ..... 70.5 kg

Peso de agregado angular grueso seco por saco de cemento ..... 134.2 kg

Peso de agregado fino seco para agregado grueso angular por saco de cemento ..... 79.0 kg

El Cuadro No.1 del Capítulo 13 (ESTRUCTURAS DE HORMIGON) de estas especificaciones muestra las gradaciones para el agregado grueso, y las notas de los datos en que se basan las dosificaciones de referencia. El manejo de los materiales, las correcciones para la dosificación, la medición de los agregados y la mezcla se conformarán a lo establecido en el Capítulo 13 (ESTRUCTURAS DE HORMIGON) de estas especificaciones.

**NOTA:** Se permitirá el uso de hormigón preparado por empresas de hormigón premezclado y transportado por mezcladoras de camión, luego de ser comprobado previamente que el material usado llena las especificaciones. El hormigón premezclado tendrá una resistencia a la compresión no menor de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de vaciado.

**10. ADITIVOS PARA EL HORMIGON**

Todo el hormigón producido bajo este capítulo debe contener un aditivo tropicalizado impermeabilizador en forma líquida o en polvo como parte integral de la mezcla de diseño, o del hormigón premezclado que cumpla con las condiciones de nuestro medio. El aditivo debe ser agregado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El hormigón se aplicará en casos especiales adicionalmente con aditivo epóxico tropicalizado para sello y adherencia de un muro existente y uno nuevo. El aditivo epóxico deberá contar con la aprobación del **Ingeniero Residente**.

**11. CURADO DEL HORMIGON**

**11.1. Curado con Agua**

Todas las superficies de hormigón se tendrán mojadas por lo menos siete (7) días después de su colocación y de no estar protegidas por formaletas deberán mantenerse completamente mojadas, mediante el empleo de henequén, colchonetas de algodón u otros materiales que habrán de mantenerse saturados de agua hasta el final del período de cura. Si se instalan formaletas de madera que fueran a permanecer en su sitio durante el período de cura, se les mantendrá húmedas en todo tiempo para evitar que se abran las juntas.

**11.2. Curado con Membrana Impermeable**

Atendiendo solicitud escrita por el **Contratista**, el **Ingeniero Residente** permitirá, donde y como se especifique, también por escrito, el uso de compuestos líquidos de membrana impermeable. La falta por parte del **Contratista**, de cumplimiento de las condiciones especificadas, provocará la suspensión inmediata del permiso para usar el mencionado material. Cuando se use compuesto líquido de membrana impermeable, tendrá que conformarse con los requisitos de la AASHTO M 148, a menos que se especifique de otra manera. Cualquiera de los dos métodos indicados podrá emplearse.

**12. RELLENOS ADYACENTES PARA EL CIMIENTO DEL MURO**

Cuando la excavación para el muro se ejecute a través de arena, el **Contratista** está en la obligación de hacer el relleno necesario para dejar

*el terreno circundante en condiciones iguales a las que existían antes de iniciar la excavación.*

*Cuando la excavación para el muro se efectúe a través de material duro y resistente a la erosión, el Contratista está en la obligación de rellenar los espacios libres alrededor de la estructura, con hormigón pobre para dejarlo en condiciones similares a las que existían antes de iniciar la excavación. (Esfuerzo de compresión del hormigón pobre - 105 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días).*

*El relleno adyacente se efectuará tan pronto se quiten las formaletas, previa autorización del Ingeniero Residente.*

*El material de excavación no se depositará en ningún momento de manera que ponga en peligro el cuerpo de la estructura ya terminada, ya sea por presión directa o indirecta, proveniente de la sobrecarga de los bancos contiguos a la operación, o en cualquier otra forma.*

*El tiempo estipulado para que el muro resista la sobrecarga producto del relleno es de 28 días, o el que estime el Ingeniero Residente.*

*En caso de sobreexcavación para la fundación del muro, el Contratista no podrá efectuar relleno con el mismo material, para elevar el fondo al nivel indicado en los planos.*

*La clase de material que se usará para el relleno de la sobreexcavación dependerá de la altura que ésta tenga. El material de relleno podrá ser de piedra de campo, matacán de cantera, piedra o grava triturada o un sello de hormigón con una resistencia mínima de 105 kg/cm<sup>2</sup>. El procedimiento que se siga y los materiales que se usen para hacer el relleno, deberán contar con la aprobación del Ingeniero Residente.*

*No se reconocerá pago directo por el trabajo contemplado en este artículo.*

**13. MEDIDA DE HORMIGON CICLOPEO**

*La cantidad de hormigón ciclopeo debidamente construido o reconstruido y aceptado se medirá en metros lineales de hormigón ciclopeo, de acuerdo con las secciones mostradas en los planos.*

*En el caso de construcción de contrafuertes para circunstancias especiales de muros ciclopeos existentes se medirán por cantidad unitaria (c/u), según planos o detalle.*

**17. PAGO DE HORMIGON CICLOPEO**

*La cantidad de hormigón ciclopeo aceptado y medido como se ha especificado se pagará al precio unitario fijado en el Contrato. Dicho pago constituye compensación total por el suministro, acarreo, preparación y colocación de los materiales, su terminación y curado, formaletas, mano de obra, equipo, herramientas y todo lo necesario para ejecutar el trabajo de acuerdo con los requisitos de estas especificaciones o planos, incluyendo aditivos, llorones, taponés, mallas, acero, drenes, filtro, excavación y relleno requerido y tipo de cemento a utilizar. En el caso de reconstrucción de muro de hormigón ciclopeo el pago incluirá además el aditivo epóxico tropicalizado para la unión de concreto viejo y nuevo de muros y la remoción de las áreas afectadas de muro especificadas en planos o aquellas indicadas por el Ingeniero Residente. No se hará ningún pago por hormigón ciclopeo fuera de los límites de la sección transversal mostrada en los planos, a menos que sea con la aprobación escrita del Ingeniero Residente.*

*En caso de contrafuerte el pago incluirá la limpieza, preparación y colocación de material epóxico en la superficie de adherencia entre el concreto nuevo y el viejo del muro, además de los drenes en los lugares que señale el Ingeniero Residente, de ser necesarios.*

*Los pagos se harán bajo los detalles siguientes:*

- a) *Muro de Hormigón Ciclopeo (de H =     ) ..... por METRO LINEAL (ML).*
- b) *Reconstrucción de Muro de Hormigón Ciclopeo (de H =     ).....por METRO LINEAL (ML).*
- c) *Construcción de Contrafuertes.....por CANTIDAD UNITARIA (C.U)*

# PROYECTO= \_\_\_\_\_  
P.E.= \_\_\_\_\_

## CAPITULO 21

### MATERIAL SELECTO O SUBBASE

#### 1. DESCRIPCION

Este trabajo consistirá en el suministro, acarreo y colocación de una o varias capas compactadas de Material Selecto o de Subbase, sobre una superficie preparada y terminada, todo de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con los alineamientos, rasantes, espesores y secciones transversales típicas, indicadas en los planos o según lo ordene el **Ingeniero Residente**.

Indice de Plasticidad ..... no mayor de 10%

Limite Líquido ..... no mayor de 40%

Equivalente de Arena ..... mayor de 25%

Valor de Soporte (CBR)  
a Densidad Máxima y  
Húmeda Optima ..... mayor de 25%

La dimensión máxima de las partículas de Material Selecto o Subbase en ningún caso deberá ser mayor de 76.2 mm.

Si el material presentara partículas de mayor tamaño que el especificado, éstas deberán eliminarse en la misma fuente de procedencia, a menos que se compruebe plenamente que el equipo de nivelación y compactación las reducirá en su totalidad a los tamaños permisibles.

#### 2. MATERIALES

El Material Selecto o de Subbase consistirá de ripio, tosca, rocalla, granito desintegrado, gravilla, piedra desintegrada u otros materiales similares aprobados por el **Ingeniero**, conjuntamente con el Laboratorio. No deberá contener terrones de arcilla, materias vegetales ni otras sustancias objetables.

El Material Selecto o de Subbase deberá estar libre de materias orgánicas, y su agregado grueso no deberá fracturarse cuando se sature de agua y seque alternativamente.

El Material Selecto deberá cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

Porcentaje que Pasa el  
Tamiz de 76.2 mm ..... 100 %

Porcentaje que Pasa el  
Tamiz de 50.8 mm ..... 90% mínimo y  
97% máximo

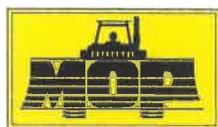
Porcentaje que Pasa el  
Tamiz N°4 ..... 35% mínimo y  
80% máximo

Porcentaje que Pasa el  
Tamiz N°200 ..... 25% máximo

#### 3. FUENTES DE MATERIAL SELECTO O SUBBASE

El **Contratista** notificará al **Ingeniero Residente**, con suficiente anticipación, las fuentes de Material Selecto o Subbase que se proponga explotar, para que el Laboratorio tenga el tiempo requerido para realizar todas las pruebas especificadas en el Artículo 2 (MATERIALES) de este capítulo. Esta notificación debe ser al menos 15 días calendarios de anticipación al uso de un material predeterminado y solo una vez aprobado por el Laboratorio, el **Contratista** podrá hacer uso de éste, sin perjuicio del control rutinario posterior que deberá llevar el **Ingeniero Residente**. Todos los trabajos relacionados con la extracción del material correrán por cuenta del **Contratista**.

No se permitirá el uso de material proveniente de la formación geológica conocida como "Gatún", en sus condiciones naturales, como Material



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Material Selecto o Subbase

Capítulo 21

Selecto o Subbase aunque cumpla los requisitos establecidos en el Artículo 2 (MATERIALES) de este capítulo.

El **Ingeniero Residente** hará suficientes pruebas o ensayos del Material Selecto o Subbase en la fuente de extracción, para mantener un control adecuado de su calidad y poder detectar cualquier cambio que lo haga inaceptable. Durante esta operación las pruebas determinantes para la aceptación del material serán básicamente las de los límites de Atterberg y Granulometría, así como cualquier otra que determine conveniente el **Ingeniero Residente**.

La extracción del Material Selecto o Subbase se hará de manera que no se produzca estancamiento del agua, y los taludes deberán ser conformados nitidamente.

La restauración final de los sitios donde se encuentren las fuentes de materiales, incluirá la eliminación de los desperdicios, exceso de materiales y estructuras temporales. En general, los sitios serán dejados en condiciones nítidas y presentables, acorde con lo indicado por el **Ingeniero Residente** y las ESPECIFICACIONES AMBIENTALES.

**4. COLOCACION**

El Material Selecto para la Subbase se colocará, evitando su segregación, sobre una superficie preparada y aprobada, comenzando en el sitio que indique el **Ingeniero Residente**. El Material Selecto o de Subbase se compactará en capas, hasta obtener los espesores totales mostrados en los planos, o según lo indique el **Ingeniero Residente**.

En ningún caso se deberá colocar capas compactadas de Material Selecto o Subbase mayores de 20 cm, ni menores a 10 cm, y el control de compactación se realizará por capa hasta llegar al espesor total especificado en planos o pliegos, o el indicado por el **Ingeniero Residente**.

Al colocar un espesor total mayor a 20 cm para cumplir eventualmente lo establecido en planos o pliegos, el **Ingeniero Residente** deberá ordenar al **Contratista** la colocación de este espesor total en varias capas, evitando que en ningún caso las capas sean menores a 10 cm o mayores a 20 cm. En caso de espesores de capas combinados, no iguales, se colocará el menor

espesor de capa primero y el resto de capa o capas posteriormente.

Cada capa llevará su control de compactación previo y aprobación correspondiente por el **Ingeniero Residente** antes que el **Contratista** proceda a colocar una capa posterior y así sucesivamente hasta completar el espesor total mostrado en Planos o Pliegos, o según lo indique el **Ingeniero Residente**.

La construcción de la Subbase con Material Selecto se ejecutará de acuerdo con los requisitos establecidos en el Capítulo 7 (TERRAPLENES) de estas especificaciones, considerando las limitaciones establecidas con respecto a la dimensión de las partículas, características del material y grado de compactación, además de los requisitos que se establecen más adelante.

El **Ingeniero Residente** indicará las estaciones entre las cuales se encuentren secciones satisfactorias de Terracería para recibir el Material Selecto o Subbase. No se pagarán los tramos de Material Selecto o de Subbase colocados sobre secciones no aprobadas. Si alguna sección de la Terracería, después de haber sido aceptada, resultara inadecuada para recibir el Material Selecto o Subbase, el **Ingeniero Residente** podrá rechazarla total o parcialmente. El **Contratista** será informado al respecto y deberá ponerla nuevamente en condiciones satisfactorias, sin costo adicional.

No se pagará por Material Selecto o de Subbase en exceso de la cantidad requerida según los planos o en exceso de la ordenada por el **Ingeniero Residente**. El **Ingeniero Residente**, conjuntamente con el Laboratorio podrá variar el espesor del Material Selecto o la Subbase. Cuando las condiciones locales así lo exijan, el **Ingeniero Residente** podrá ordenar cambios en el ancho de las distintas secciones de la carretera.

**5. ESPARCIMIENTO O DISTRIBUCION**

Las capas de Material Selecto o de Subbase serán esparcidas o distribuidas al espesor suelto necesario para que después de ser compactadas, tengan el espesor exigido. El esparcimiento se deberá hacer con el equipo adecuado y en forma tal que se produzca una



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Material Selecto o Subbase

## Capítulo 21

capa de espesor uniforme en todo el ancho requerido, conforme a las secciones transversales mostradas en los planos, sin segregación de tamaños.

El **Contratista** está obligado a la colocación de tacos de nivel en los extremos de la calzada para el control de espesores durante la colocación, esparcimiento y compactación del material de subbase, a fin de cumplir cabalmente con lo establecido en el Artículo 9 de este capítulo. El **Contratista** podrá utilizar un método distinto al sugerido, previa aprobación del **Ingeniero Residente**.

Cuando sea necesario, o así lo ordene el **Ingeniero Residente**, se procederá a escarificar y luego a mezclar el Material Selecto o de Subbase hasta obtener una mezcla homogénea.

La operación de escarificar y mezclar se efectuará con motoniveladoras o con cualquier otro equipo aprobado. El escarificador deberá ser un modelo de dientes fijos, completos, del espesor y largo suficientes para efectuar una escarificación total y uniforme.

## 6. COMPACTACION

Después de esparcir el Material Selecto o de Subbase y conformarlo a la sección mostrada en los planos, se procederá a compactarlo, con la adición del agua necesaria, a través de todo el ancho requerido, por medio de aplanadoras mecánicas de rodillos lisos, aplanadoras con ruedas neumáticas, una combinación de éstas o con otro equipo aprobado para compactación que produzca los resultados exigidos.

La compactación deberá avanzar gradualmente, en las tangentes, desde los bordes hacia el centro y en las curvas, desde el borde interior al exterior, paralelamente al eje de la carretera y traslapando uniformemente la mitad del ancho de la pasada anterior. El procedimiento se continuará alternadamente conformando el Material Selecto con la hoja de la motoniveladora y añadiéndole el agua necesaria para obtener una superficie lisa y uniformemente compactada con la humedad y densidad requeridas.

Cualquier irregularidad o depresión será corregida removiendo el material en el área, añadiendo o quitando material, según sea necesario, y compactándolo hasta que la superficie quede pareja.

En los lugares inaccesibles al equipo de compactación indicado, el Material Selecto será compactado obligatoria y totalmente por medio de apisonadoras mecánicas que cumplan con las compactaciones exigidas, en la forma indicada por el **Ingeniero Residente**.

Esta situación es aplicable a los bordes de rodadura de Material Selecto o Subbase colocado, que deben cumplir igualmente con lo establecido en pruebas de compactación (sub-artículo 6.1) y que regularmente con el equipo de compactación normal puede no obtenerse.

La aplicación del agua necesaria se hará de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo 10 (SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE AGUA) de estas especificaciones.

### 6.1 Pruebas de Compactación

El **Material Selecto** o de **Subbase** será compactado a una densidad no menor que el 100% de la densidad máxima, con una variación de hasta 2% del porcentaje de la humedad óptima, determinada por la prueba AASHTO T-99, método C.

Se harán pruebas de densidad del Material Selecto o de Subbase compactado de acuerdo con AASHTO T 191, T 205 o T 238. Se podrán hacer correcciones respecto a partículas gruesas de acuerdo con AASHTO T 224.

Cada 2,000 m<sup>2</sup> como máximo, el **Ingeniero Residente** hará una o más pruebas para determinar la densidad y contenido de humedad del Material Selecto compactado en el sitio e informará al **Contratista** los resultados obtenidos.

En caso de que cualquiera de estas pruebas demostrara que los requisitos de densidad y humedad no han sido satisfechos, el **Contratista** deberá ejecutar el trabajo que sea necesario hasta cumplir con los requisitos estipulados.

## 7. PROTECCION

El Material Selecto para la Subbase no deberá ser colocado cuando esté lloviendo o cuando la



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Material Selecto o Subbase

Capítulo 21

*Terracería subyacente contenga exceso de humedad.*

*Será obligación del Contratista proteger el Material Selecto que haya sido colocado y reponer adecuadamente, a sus expensas, el que se pierda por efectos de los elementos del tránsito o por cualquier otra causa.*

**8. VERIFICACION DE LA SUPERFICIE**

*Después de haber compactado el Material Selecto de la capa de Subbase, a la densidad exigida y conforme con la sección transversal típica mostrada en los Planos, la superficie de la Subbase terminada se verificará de acuerdo con lo especificado en el Artículo 10 (VERIFICACION DE LA SUPERFICIE) del Capítulo 22 (BASE DE AGREGADOS PETREOS) de estas especificaciones.*

**9. VERIFICACION DE ESPESORES**

*El espesor de la capa de Subbase terminada no deberá tener una diferencia mayor de 1 cm con respecto al espesor indicado en los PLANOS.*

*La Subbase se verificará por medio de sondeos o perforaciones de ensayo realizadas durante el progreso del trabajo y después que la Subbase haya sido terminada de acuerdo con la sección transversal típica mostrada en los Planos y compactada a la densidad exigida. Los espesores serán verificados de acuerdo con lo especificado en el Artículo 11 (VERIFICACION DE ESPESORES) del Capítulo 22 (BASE DE AGREGADOS PETREOS) de estas especificaciones. La perforación de los sondeos y su relleno con material compactado apropiadamente, deberá hacerlos en todos los casos, el Contratista bajo la supervisión del Ingeniero Residente.*

*Si se tienen métodos no destructivos, sometidos por el Contratista y aprobados por el Ingeniero Residente, que verifiquen los espesores colocados, podrán hacerse uso de ellos.*

**10. SELECTO ADICIONAL**

**10.1 Descripción**

*Esta actividad se realizará, de ser necesaria, complementando las actividades de parcheo, reposición de losa y reconstrucción de hombros en rehabilitaciones de vías, y consistirá en la excavación y eliminación del material por debajo de los niveles de fondo especificados en detalles para esas actividades, y la colocación y compactación de nuevo material de selecto adicional, restituyendo el volumen excavado adicional al previamente especificado. El selecto que se utilice en este renglón son adicional al espesor indicado en las actividades de parcheo, reposición de losas y reconstrucción de hombros que previamente se hayan definido en los planos o Pliego de Cargos.*

**10.2 Propósito**

*Promover una base firme, reemplazando el material inestable, que eventualmente se encuentre más allá de las profundidades previstas en las actividades de parcheo, reposición de losas y reconstrucción de hombros en las rehabilitaciones de vías.*

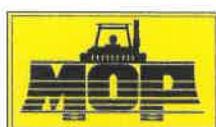
**10.3 Procedimiento**

*10.3.1. Colocar los elementos de seguridad y asignar los señaleros necesarios para dirigir y controlar el tránsito.*

*10.3.2. Remover y excavar el material existente defectuoso adicional y cargar en el camión el volumen que será eliminado, según criterio del Ingeniero Residente y/o detalles especificados.*

*10.3.3. Transportar ese material hasta las zonas donde esté autorizada su eliminación por la Sección Ambiental del MOP, descargarlo y esparcirlo uniformemente.*

*10.3.4. El material selecto adicional que se requiera y defina el Ingeniero Residente deberá cumplir los aspectos de este capítulo que apliquen en particular las cláusulas 2 (Materiales) y 6 (Compactación).*



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Material Selecto o Subbase

Capítulo 21

10.3.5. Nivelar el fondo de la excavación, colocar el selecto en espesores no mayores de 0.10 m hasta alcanzar el espesor requerido adicional. Humedecerla y compactarla con la plancha vibratoria y/o el rodillo hasta alcanzar la compactación mínima exigida en estas especificaciones.

10.3.6. Posteriormente se proseguirá con la ejecución de la actividad a la cual se complementa (sea parcheo, reposición de losas, o reconstrucción de hombros).

10.3.7. Retirar los elementos de seguridad.

**11. MEDIDA**

La cantidad de Material Selecto para la Subbase por la cual se pagará, será el número de metros cúbicos de Subbase construida, compactada, terminada y aceptada de acuerdo con los planos y especificaciones, independientemente de la cantidad de material suelto utilizado.

El volumen que se pagará se calculará de acuerdo con las pruebas de espesor o sondeos ordenados por el **Ingeniero Residente**, a razón de una o más por cada 100 metros lineales de Subbase aceptada, determinado por el método de promedio de áreas extremas.

**NO SE CONSIDERARAN, PARA LOS EFECTOS DE PAGO, LAS CANTIDADES DE MATERIAL SELECTO PARA SUBBASE COLOCADAS EN EXCESO DE LAS INDICADAS EN LA SECCION TRANSVERSAL TIPICA DE LOS PLANOS, CON EXCEPCION DE LAS ORDENADAS POR EL INGENIERO RESIDENTE.**

Tampoco se reconocerá pago por la escarificación y recebo del Material Selecto o de Subbase que pudiese ordenar el **Ingeniero Residente**, conforme a lo establecido en el Artículo 5 del presente Capítulo. Además, el pago por METRO CUBICO (M<sup>3</sup>) de Material Selecto Compactado incluirá el acarreo desde la fuente escogida por el **Contratista** y aprobada por el **Ingeniero Residente**.

El selecto adicional se medirá por metro cúbico de material colocado debidamente autorizado por el **Ingeniero Residente**.

**12. PAGO**

La cantidad que se pagará por el Material Selecto para la capa de Subbase será la cifra que resulte de multiplicar el volumen de la capa de Subbase, terminada y aceptada, determinado como se indica en el artículo anterior, por el precio unitario fijado en el **Contrato**. Este precio y pago constituirá compensación total por la limpieza inicial y final de las fuentes de origen de los materiales; acondicionamiento o preparación aprobados de la superficie sobre la cual se construirá la capa de Subbase; suministro, acarreo, colocación, escarificación, mezcla, humedecimiento, compactación y por todo equipo, mano de obra, herramientas, incidencias o imprevistos que se requieran o surjan en relación con la construcción de la capa de Subbase, de acuerdo con los requisitos especificados.

El pago por selecto adicional constituye compensación total y completa por la excavación adicional, disposición del material excavado y suministro, colocación y compactación de selecto, mano de obra, equipo, herramientas, así como la ejecución de todo el trabajo necesario y descrito en el punto 10 de este capítulo.

El pago se hará bajo los siguientes detalles únicamente:

- a) Material Selecto o Subbase..... por METRO CUBICO (M<sup>3</sup>).
- b) Material Selecto Adicional.....por METRO CUBICO (M<sup>3</sup>).



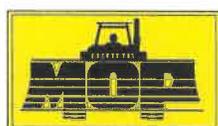
Capítulo 21

# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Material Selecto o Subbase

<b>ANEXO RESUMEN – CAPITULO 21</b>		
<b>A. MATERIALES</b>		
<b>VARIANTE</b>	<b>LIMITES</b>	<b>NORMA DE PRUEBA</b>
Porcentaje que pasa el Tamiz de 76.2 mm.	100%	AASHTO T 27
Porcentaje que pasa el Tamiz de 50.8 mm	90% Mínimo 97% Máximo	AASHTO T 27
Porcentaje que pasa el Tamiz N°4	35% Mínimo 80% Máximo	AASHTO T 27
Porcentaje que pasa el Tamiz N°200	25% Máximo	AASHTO T 11
Indice de Plasticidad (IP)	No Mayor de 10	AASHTO T 90
Limite Liquido (LL)	No Mayor de 40%	AASHTO T 89
Equivalente de Arena (EA)	Mayor de 25%	AASHTO T 176
Valor de Soporte (CBR) a Densidad Máxima y Humedad Optima	Mayor de 25%	AASHTO T 99 AASHTO T 193
Tamaño Máximo de Partículas	76.2 mm Máximo	-----
Relación Humedad Optima - Densidad Máxima de Control de Proyecto	Proctor Standard (Obtenido)	AASHTO T 99



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 21

Material Selecto o Subbase

<b>B. EQUIPOS BASICOS REQUERIDOS</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>NORMA</b>
Motoniveladora	Con escarificador	
Compactadora	Rodillos Lisos Vibratorios Ruedas Neumáticas	
Apisonadora Mecánica Portátil		
Camiones Volquetes		
Carro Cisterna de Gasto Regulable. Para Agua		

<b>C. PLAZOS Y APROBACIONES</b>		
<b>REQUISITO</b>	<b>PLAZO</b>	<b>NORMA</b>
Someter muestras para Pruebas de Laboratorio del Material	15 días calendario de anticipación al uso	MOP



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Capítulo 21

Material Selecto o Subbase

<b>D. EJECUCIÓN</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESPECIFICACION</b>	<b>NORMA</b>
Espesores de Capas	10 cm Mínimo 20 cm Máximo	E.T.G. – ART. 21.4
Densidad Máxima de Compactación en Campo	100% del Proctor Standard	AASHTO T-191, T-205 ó T-238 en base a AASHTO T-99 METODO C
Tolerancia en la Humedad Optima	2% de Variación de la Humedad Optima	AASHTO T-191, T-205 ó T-238 en base a AASHTO T-99
Pruebas de Densidad de Campo	Densidad Máxima – Humedad Optima de Laboratorio	AASHTO T-191, T-205, T-204 ó T-238
Numero de Pruebas de Densidad y Humedad de Campo	Una cada 2000m <sup>2</sup> Mínimo	E.T.G. - 21.6.1
Variación Admisible Medida Perpendicular y Paralela al Eje Central	Un (1.0) cm en cada 3.0 m, Máximo	E.T.G. – ART. 22.10
Tolerancia en Espesor	1.0 cm Máximo	E.T.G. – ART. 22.11
Pruebas de Verificación de Espesores	Mínimo un sondeo cada 450m <sup>2</sup>	E.T.G. – ART. 22.11



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

## CAPITULO 30

### CONTROL DE EROSION

#### 1. DESCRIPCION

La erosión es un problema que se presenta en la mayoría de los proyectos viales, y representa uno de los impactos ambientales directos, generados por la obra de ingeniería, que varía en magnitud, de acuerdo a la fase y tipo de proyecto.

Es imprescindible el control de erosión, por los efectos negativos que producen:

- Seguridad de los usuarios
- Reducción de la calidad de vida de las poblaciones.
- Reparaciones y limpiezas de costos generalmente elevado.

##### 1.1. Requisitos

El **Contratista** deberá ejecutar trabajos de control de erosión durante toda la obra, de acuerdo a la actividad que realice en el desarrollo del proyecto.

##### 1.2. Alcance

Los trabajos de control de erosión se realizarán en todas las áreas donde el recurso suelo haya sido alterado por una actividad ejecutada por el Contratista en el desarrollo de la obra.

Es necesario, además, que el **Contratista** conduzca un programa de control de erosión para el proyecto. Con tal propósito, se señalan al **Contratista** algunas medidas temporales y permanentes que deberá cumplir. Entre estas tenemos :

#### Medidas temporales de Control de Erosión

La ejecución de medidas temporales para controlar la erosión y sedimentos deben ser ejecutadas por el **Contratista** inmediatamente después de haberse realizado una actividad en el que el recurso suelo quede expuesto a la erosión. Estas medidas deberán mantenerse hasta tanto se realicen los trabajos de control de erosión permanentes, las mismas deberán ser indicadas en los planos, Estudio de Impacto Ambiental y en las disposiciones ambientales del MOP. Bajo este concepto de medidas temporales de erosión podemos mencionar las siguientes:

- Recubrimiento del suelo con plástico, pacas de heno, sacos de henequén.
- Recubrimiento con material vegetal mediante la técnica de mulch.
- Aplicar las medidas temporales de drenaje necesarias.
- Otras.

La sedimentación es un efecto secundario producto de la erosión y en base a ello, se señalará algunas medidas temporales de control de sedimentación:

- Lagunas de sedimentación.
- Trampas de sedimento.
- Otras.

Cuando alguna de las anteriores se requieran, se señalará la cantidad, la ubicación y el tipo de medida temporal que sea requerida en los planos, Estudio de Impacto Ambiental, en las disposiciones ambientales y donde la Sección Ambiental e Ingeniero Residente consideren necesario.

Después de cada lluvia y por lo menos diariamente, el **Contratista** inspeccionará los dispositivos de control de erosión y sedimentación, para verificar posibles deficiencias. Cuando los dispositivos de control de erosión y sedimentación se encuentren en condición no funcional el **Ingeniero Residente** en coordinación con la la **Sección Ambiental** notificará al **Contratista** para la corrección inmediata.

#### Medidas Permanentes de Control de Erosión.

Con respecto a los trabajos de control de erosión permanente, estos contribuyen a evitar la pérdida del recurso suelo y todos los efectos que de este se derive. Entre las medidas permanentes de Control de erosión podemos mencionar:

- Gaviones ( capítulo 42)
- Colchones ( capítulo 37)
- Zampeado ( capítulo 20)
- Geotextiles ( capítulo 39)
- Disipadores de energía ( capítulo 60)
- Revegetación del suelo (este capítulo)



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Control de Erosión

## Capítulo 30

La revegetación del suelo es la medida que se detallará a continuación en este capítulo. No obstante, es necesario señalar que el **Contratista** no se limitará sólo a las medidas de control de erosión mencionadas con anterioridad.

## 2. REVEGETACION DEL SUELO

El **Contratista** deberá entregar al **Ingeniero** un **Plan de Revegetación** antes de iniciar esta actividad para en coordinación con la **Sección Ambiental** realizar su evaluación y aprobación. El **Contratista** por ningún motivo deberá ejecutar esta actividad sin la aprobación del **Ingeniero**.

El **Plan de Revegetación** es aquel que de forma sistemática y metodológica indica al **Contratista** el por qué, qué, cómo y cuándo se desarrollará la revegetación del suelo. El mencionado plan debe ser realizado por un profesional idóneo en esta materia y tendrá como mínimo el siguiente índice de contenido:

- Introducción.
- Objetivos.
- Nombres científicos y comunes del material vegetal.
- Cantidad, y tamaño del material vegetal.
- Fuente del material y manejo desde su fuente hasta el sitio del proyecto.
- Almacenamiento provisional ( en caso de que aplique).
- Metodología de plantación o siembra.
- Mantenimiento.
- Cronograma de ejecución.
- Resultado esperado.
- Vista de planta del **Plan de Revegetación** ( se indicará la ubicación por especie).

A continuación se detallarán algunos conceptos o referencias que el **Contratista** deberá considerar al desarrollar el **Plan de Revegetación**.

### 2.1 Suministro Del Material Vegetal

Esta acción consistirá en proveer, transportar y entregar desde el sitio fuente del material vegetal hasta el proyecto. El material vegetal deberá corresponder al género, especie y tamaño aprobado por el **Ingeniero** en coordinación con la **Sección Ambiental** en base al **Plan de Revegetación** que el **Contratista** entregará antes de iniciar la actividad.

### 2.2 Capa Orgánica ( Suelo)

Este suelo provisto por el **Contratista**, consistirá en una tierra negra, floja, libre de porciones de subsuelo, piedra, materiales que afecten el establecimiento de vegetación y materiales mayores de 5 cm en cualquiera de sus diámetros. La capa de suelo deberá ser conformada y tendrá un mínimo de 5 cm de espesor para las Hierbas.

El perfil de suelo al cual se hace referencia en esta sección, se conoce técnicamente como horizonte "A", por la Soil Science Society of America.

### 2.3 Encalado del Suelo

Cuando se solicite el encalado del suelo se deberá aplicar carbonato de calcio y magnesio al suelo en las proporciones necesarias. El carbonato de calcio y magnesio tendrá una fineza tal que pase en un 100% por el tamiz No. 10 y no menos de un 35% por el No. 100.

### 2.4 Agua

El agua que se empleará en la plantación o establecimiento de la vegetación deberá ser de buena calidad, la cual aprobará el **Ingeniero Residente**.

### 2.5 Temporada para Plantar o Sembrar

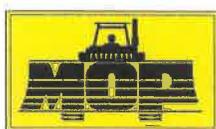
La plantación se efectuará preferiblemente al inicio de la temporada de lluvias. En caso de que los trabajos se ejecutaran en estación seca se deberá tomar todas las medidas necesarias por el **Contratista** para garantizar el arraigo del material vegetal.

### 2.6 Protección y Almacenamiento Provisional

En caso de que el material vegetal requiera ser almacenado en la zona de obra, el **Contratista**, será el responsable del cuidado y mantenimiento de éste. El **Ingeniero Residente** en coordinación con la **Sección Ambiental** inspeccionará esta actividad.

### 2.7 Fertilizante

Los fertilizantes empleados serán preferiblemente de origen natural, lo cual no limitará el uso de fertilizantes sintéticos. Ambos deben ser de tipo comercial y pueden ser suministrados por separado o en mezclas que contengan los porcentajes de nitrógeno total, ácido fosfórico y potasio necesarios. Los fertilizantes se proveerán en recipientes normales, marcados con el



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Control de Erosión

Capítulo 30

*nombre del material, su peso, el análisis garantizado de su contenido, manejo, advertencias, entre otros. Los fertilizantes pueden proveerse en la siguiente forma:*

- Fertilizante seco.
- Fertilizante finamente pulverizado soluble en agua.
- Fertilizante de tipo granular.

*La aplicación del fertilizante será condicionada a lo establecido en el **Plan de Revegetación**.*

**2.8 Material Vegetal Protectoras Contra Los Procesos Erosivos y Ornato**

**2.8.1 Arboles, Arbustos, Enredaderas y Plantas de Recubrimiento**

*Este trabajo consistirá en proveer, entregar y plantar por parte del **Contratista** árboles, arbustos, enredaderas y plantas de recubrimiento, del tipo y tamaño indicado en el **Plan de Revegetación**.*

*El material vegetal que se utilizará para la ejecución del **Plan de Revegetación** deberá estar libre de enfermedades, no presentar signos de deshidratación, los troncos de los árboles deben estar rectos, no presentar daños en las partes de la planta ( raíz, tallo, hojas ), entre otras. El **Contratista** someterá a aprobación del **Ingeniero**, en coordinación con la **Sección Ambiental**, la calidad de las mismas .*

*A continuación se detallarán algunas de las consideraciones que el **Contratista** deberá tomar en cuenta para el **Plan de Revegetación**:*

**A. Tamaño de la planta:** la altura mínima será de 0.50 m en arbustos, y de 1.0 m en árboles. El tamaño de otras clases de plantas será indicado en el **Plan de Revegetación**.

**B. Operaciones Conexas:** Las estacas vivas y de madera para apuntalar los árboles deberán estar libres de nudos, podredumbre, contrafibra y otros defectos que pudiesen afectar la resistencia de las estacas.

*Las estacas de madera cuadrada tendrán 3.5 cm de lado mínimo y una longitud de 1.75 m como mínimo y las estacas de árboles deberán tener un diámetro mínimo de 2.5 cm y su longitud será la misma establecida para las estacas de madera.*

*Todas las plantas serán apuntaladas con estacas para sostenerlas y procurar un desarrollo recto. Las estacas mantendrán a las plantas sostenidas por medio de un hilo de algodón o de manila delgada.*

**C. Excavación para Hoyos:** Antes de hacer los hoyos para las plantas, el **Contratista** deberá retirar raíces, malezas, desperdicios o materiales indeseables que afecten la plantación de la vegetación. El diámetro de los hoyos será proporcional a la extensión de las raíces o diámetro del recipiente original de las plantas. La profundidad de los hoyos será suficiente para colocar el fertilizante y además una capa de tierra orgánica con un espesor de 7.5 cm debajo del recipiente.

**D. Colocación de las Plantas:** Antes de colocar las plantas en el hoyo, se retirarán los recipientes en los cuales se desarrolló el sistema radicular

**E. Mantenimiento**

- **Riego:** Las plantas deberán ser regadas inmediatamente después de su plantación y durante el período de arraigo de las mismas, de acuerdo con los intervalos fijados en el **Plan de Revegetación**.

- **Corta fuego:** Los cortafuegos o rondas consistirán de una franja de terreno de ancho uniforme, desprovisto de material combustible, destinado a detener el avance del fuego. Se deberá aplicar esta medida en los proyectos que por la naturaleza de las áreas, donde se desarrollan se requieran. Este aspecto se establecerá en el **Plan de Revegetación**.

- **Control de Plagas y Enfermedades:** El **Contratista** deberá evitar el deterioro de las plantas a causa de plagas y enfermedades, de acuerdo a lo establecido en **Plan de Revegetación**.

- **Periodo de Mantenimiento:** El **Contratista** deberá efectuar el mantenimiento del material vegetal plantado o sembrado durante el período de establecimiento del mismo, que tiene como duración mínima seis meses.



Capítulo 30

# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Control de Erosión

Estos cuidados de las plantas durante ese período deben incluir riego, ajuste de estacas, fertilización, control de plagas y enfermedades u otros trabajos ordenados por la Sección Ambiental y coordinados con el **Ingeniero Residente**.

El **Contratista** deberá colocar señales de advertencia o barreras señaladas en el **Plan de Revegetación**.

- **Reposición:** las plantas muertas serán removidas y reemplazadas sin costo adicional al Estado, actividad que será ordenada y fiscalizada por el **Ingeniero Residente** en coordinación con la **Sección Ambiental**.

**2.8.2 Hierbas ( Gramíneas)**

El **Contratista** deberá presentar al **Ingeniero Residente** y a la **Sección Ambiental** una parcela de prueba in situ antes ejecutar el **Plan de Revegetación**.

Este trabajo consistirá en suministrar, transportar, sembrar o plantar hierbas vivas. El sitio de la colocación de las hierbas será de acuerdo a lo establecido en el **Plan de Revegetación** presentado por el **Contratista** y aprobado por el **Ingeniero** en coordinación con la **Sección Ambiental**.

A continuación se mencionarán algunas consideraciones para la siembra o plantación de las hierbas.

**2.8.2.1 Vástagos**

Estos deberán ser vástagos sanos, vivientes (estolones o rizomas) con raíces prendidas de pastos perennes, formadores de cobertura vegetal del tipo aprobado en el **Plan de Revegetación**.

- A. **Procedimiento de Recolección de la Hierba desde su fuente de Origen:** En su sitio de origen el pasto o hierba de crecimiento erecto podrá ser cortado hasta una altura de 15 cm, y los recortes se retirarán del sitio. Posteriormente, los tallos serán aflojados mediante azadón, piqueta y otros medios y se mantendrán húmedos hasta el momento de su plantación.

También, el pasto en su sitio de origen podría no cortarse de no ser necesario y removerlo como se describió anteriormente.

Cuando se utilicen hierbas de crecimiento rastrero, éstas serán segadas hasta una altura de 5 cm como mínimo. Posteriormente, los estolones serán recolectados para su traslado al lugar de la obra. El material cosechado será plantado dentro de las 24 horas siguientes a partir de su recolección.

- B. **Procedimientos de Plantación:** La plantación deberá efectuarse cuando el suelo esté húmedo; de no existir esta condición, al suelo se le suministrará el agua. El **Contratista** deberá presentar el método de plantación que se utilizará en el **Plan de Revegetación**. A continuación se enlistarán algunos de ellos:

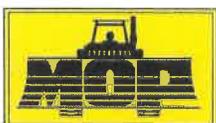
- **Plantación al Voleo:** Los vástagos o estolones podrán ser esparcidos a mano o mediante un equipo adecuado, en una capa uniforme sobre la superficie preparada. Posteriormente, las ramitas deberán ser enterradas en el suelo hasta una profundidad de 5 a 7.5 cm mediante la utilización de una herramienta o equipo adecuado.

- **Plantación en Hileras:** Deberán abrirse surcos, a una profundidad de 5 cm y equidistancia de 15 cm. El material vegetal se deberá plantar sin demora en una hilera continua en el surco abierto. El material vegetal deberá ser cubierto con tierra en la base, después de colocadas en el surco.

- **Plantación por Puntos:** Grupos de dos o más vástagos o estolones se colocarán en hoyos de una profundidad de 6.5 cm y a una distancia de 10 cm entre grupos. El material vegetal deberá tener una longitud mínima de 25 cm.

- C. **Periodo de Mantenimiento:** El **Contratista** mantendrá todos los cuidados durante el período de arraigue de la hierba que comprende seis (6) meses. El **Contratista** colocará señales de advertencia para proteger las áreas plantadas del daño que puedan ocasionar vehículos o transeúntes.

- D. **Reposición:** Las superficies dañadas y secas, después de haber sido plantadas por el **Contratista**, serán removidas y replantadas sin costo adicional al Estado.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Control de Erosión

Capítulo 30

2.8.2.2 Semillas.

Este trabajo consistirá en la siembra de semillas, de acuerdo a lo establecido en el **Plan de Revegetación**.

- A. **Suministro de Semillas:** La semilla deberá ser suministrada en envases cerrados, con etiquetas que indiquen: 1. Nombre de la semilla; 2. Peso neto; 3. Porcentaje de pureza de germinación y semilla dura; 4. Porcentaje de humedad; 5. Procedencia y Origen. Las semillas importadas deberán estar acompañada por certificado de importación competente.
- B. **Procedimiento de siembra:** El Contratista deberá seguir el método establecido en el **Plan de Revegetación**.
- C. **Cuidado de las áreas Sembradas:** El Contratista deberá proteger las áreas sembradas y removerá aquellas que han sufrido daños a consecuencia de vehículos o por el paso de transeúntes u otros a su propio costo.

2.8.2.3 Césped

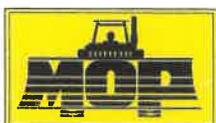
Este trabajo consistirá en la preparación del lecho para el césped, cortar, acarrear y colocar el césped vivo de las hierbas perennes en el sitio del proyecto.

- A. **Características del Material:** el césped (cortado en cuadros, con Tierra) El césped deberá tener un desarrollo vigoroso, un denso desarrollo radicular, libre de maleza u otras hierbas. El espesor de la tierra deberá ser de 4.0 centímetros como mínimo y la altura de la hierba no deberá ser mayor de 10 centímetros.
- B. **Estacas y Estaquillas para Sostener los Cuadros de Césped:** Las estacas deberán ser de madera o de árboles con longitud de 3 m; las estacas de madera 2.5 cm en cuadrado y las vivas un diámetro de 2.5 cm.

Las estaquillas deberán ser de madera o de árboles de 25 cm de largo y con sección transversal y diámetro igual a las estacas. Las estacas y estaquillas deberán estar libres de podredumbres o daños que puedan reducir su resistencia.

- C. **Preparación y Limpieza del Terreno:** Las áreas que se vayan a encespedar deberán ser niveladas, y aflojada la superficie del suelo hasta una profundidad de 5 cm.
- D. **Colocación del Césped:** Los cuadros con césped deberán ser colocados sobre el terreno preparado, durante las 24 horas siguientes a su corte. El terreno será humedecido antes de colocar el césped.
- E. **Procedimiento de Colocación del Césped:** El césped podrá ser colocado de acuerdo con los siguientes métodos o según sea indicado en las disposiciones Ambientales y en el **Plan de Revegetación**:
  - **Encespado Macizo:** El césped en cuadros macizos será colocado sobre el terreno previamente humedecido. Los cuadros de césped se colocarán borde contra borde. Las aberturas que se produzcan entre los cuadros deberán ser taponadas con césped macizo. Después, será apisonada con equipo aprobado, para eliminar el aire y emparejar la superficie. Los cuadros de césped serán sostenidos por estacas y estaquillas en aquellas áreas que presenten una pendiente o declive mayor de 3%.
  - **Encespado en Hilera:** El césped en hileras será colocado en líneas paralelas y de acuerdo al ancho especificado en los planos. Posteriormente a su plantación deberá ser apisonado. La tierra entre las fajas debe ser sembrada con semillas de la clase y en la proporción indicada en el **Plan de Revegetación** y cubiertas con tierra.
- F. **Periodo de mantenimiento:** El césped será regado al momento de colocarlo, y el **Contratista** tiene la obligación de proporcionar riego al césped para favorecer su establecimiento. Actividad que será realizada de acuerdo a lo establecido en el **Plan de Revegetación**.

El **Contratista** mantendrá todos los cuidados posibles para permitir el arraigue del césped por un periodo de seis (6) meses.



# PROYECTO= \_\_\_\_\_

P.E.= \_\_\_\_\_

Control de Erosión

Capítulo 30

Además, deberá colocar señales para evitar el deterioro de las áreas sembradas.

- G. **Reposición:** Las áreas dañadas a causa de operaciones en el área de establecimiento deberán ser repuestas, así como el césped seco, sin costo adicional al Estado.

La cantidad de hierba sembrada se pagará en base al número de metros cuadrados de superficie de terreno cubierto y aceptada por el **Ingeniero Residente** en coordinación con la **Sección Ambiental**.

Las medidas temporales de control de erosión que se pagarán serán las que previamente se han establecido de acuerdo al tipo y cantidad especificado en los planos, Estudio de Impacto Ambiental y construidos en los sitios señalados por el **Ingeniero Residente** en coordinación con la **Sección Ambiental**.

**3. MEDIDA**

La cantidad de plantas por las que se pagará, será el número de árboles, arbustos, enredaderas y plantas de recubrimiento con los tamaños especificados, entregados y plantados en conformidad con el **Plan de Revegetación** y las especificaciones ambientales. La **Sección Ambiental** debidamente coordinada con el **Ingeniero Residente** realizará una inspección antes de que se apruebe la medida. Sólo serán aceptadas por el **Ingeniero Residente** las plantas vivas y saludables.

**4. PAGO**

Las medidas temporales de control de erosión, como también la cantidad de árboles, arbustos, enredaderas, plantas de recubrimiento, hierba serán pagados de acuerdo con el precio establecido en el Contrato.

La cantidad de hierba plantada se pagará en función del número de metros cuadrados de hierba viva arraigada sobre la superficie del terreno, terminada y aceptada por el **Ingeniero Residente** en coordinación con la **Sección Ambiental**.

El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en estas especificaciones y bajo los siguientes detalles:

PARTIDA DE PAGO		UNIDAD DE PAGO
a)	_____ Nombre de la Planta      Tamaño	CADA UNA (C/U)
b)	Plantación de Hierba (vástagos)	METRO CUADRADO (M <sup>2</sup> )
c)	Siembra de Hierba (semilla)	METRO CUADRADO (M <sup>2</sup> )
d)	Encespedado Macizo	METRO CUADRADO (M <sup>2</sup> )
e)	Encespedado en Hileras	METRO CUADRADO (M <sup>2</sup> )
f)	Medidas Temporales	PORTIPO/CADA UNA (C/U)



## 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.

**5.1.3. Peso de la Dosis**

El **Contratista** también someterá para la

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.

**5.2. 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**.

## Capítulo 31

### 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

## Pavimento de Hormigón de Cemento Portland

### 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	PORCENTAJE 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 esquistos, 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 substancias perjudiciales en exceso de los siguientes porcentajes:

	METODO DE PRUEBA	PORCENTAJE POR PESO
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
Denominación de Tamiz	Porcentaje por Peso que Pasa por el Tamiz de Malla Cuadrada (AASHTO T 27)	
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 esquisto, 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:

**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

ESPECIFICACION	METODO DE ENSAYO	REQUISITOS
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

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-ajustable, 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 periodo específico de la mixtura, 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 periodo 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-ajutable, 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 rellena, 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 rellenas 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 indole 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 periodos 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 periodo 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 añadirse 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 periodo 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 descansen 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.*

### Capítulo 31

*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 ramuras 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 disperejas 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.*

## Capítulo 31

## Pavimento de Hormigón de Cemento Pórtland

**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.

Capítulo 31

**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 periodo 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 estereras. 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 borde 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 estereras 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 estereras 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 aspersión 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.