

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
CONSTRUCCIÓN PRESA Y OBRAS ANEXAS

CAPÍTULO 11

HORMIGÓN CONVENCIONAL

TABLA DE CONTENIDO

11.	HORMIGÓN CONVENCIONAL.....	11-2
11.1	ALCANCE	11-2
11.2	GENERALIDADES	11-2
11.2.1	Códigos	11-2
11.2.2	Diseño de las mezclas de hormigón.....	11-2
11.2.3	Ensayos de resistencia a la compresión.....	11-3
11.2.4	Proporciones de las mezclas en hormigón	11-3
11.2.5	Seguridad industrial	11-5
11.3	ESPECIFICACIONES DE OBRA.....	11-5
11.3.1	Materiales	11-5
11.3.2	Instalaciones y equipos.....	11-11
11.3.3	Dosificación.....	11-12
11.3.4	Mezcla	11-15
11.3.5	Temperatura del hormigón	11-16
11.3.6	Formaletas.....	11-17
11.3.7	Juntas en el hormigón	11-19
11.3.8	Tratamiento de juntas de construcción.....	11-21
11.3.9	Preparación para la colocación	11-21
11.3.10	Transporte.....	11-22
11.3.11	Colocación	23
11.3.12	Remoción de encofrados.....	11-25
11.3.13	Curado del hormigón	11-25
11.3.14	Tolerancias	11-26
11.3.15	Acabados	11-28
11.3.16	Reparación del hormigón deteriorado o defectuoso	11-30
11.3.17	Hormigón en la solera de la galería de acceso	11-32
11.3.18	Hormigón para revestimiento del túnel de desviación	11-33
11.3.19	Hormigón alrededor de los blindajes	11-33
11.3.20	Hormigón para la cámara de válvulas de la descarga de fondo	11-34
11.3.21	Hormigón de segunda etapa	11-34
11.3.22	Hormigón en el rebosadero.....	11-34
11.3.23	Hormigón dental para la fundación de la presa	11-35
11.3.24	Hormigón para la cara de la presa	11-35
11.3.25	Hormigón para las estructura de entrada al túnel de desviación.....	11-36
11.3.26	Hormigón para portales y obras misceláneas.....	11-36
11.3.27	Inyecciones de contacto	11-36
11.3.28	Hormigón para prefabricados	11-36
11.3.29	Hormigón estrudado para protección del talud de aguas arriba de la presa	11-36
11.4	MEDIDA Y PAGO	11-37
11.4.1	Generalidades	11-37
11.4.2	Trabajos que tendrán medida y pago por separado	11-38
11.4.3	Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado	11-38
11.4.4	Requisitos para medida y pago	11-39
11.4.5	Medida	11-40
11.4.6	Pago	11-41
11.4.7	Reducción de los precios.....	11-42
11.5	ÍTEMS DE PAGO.....	11-43

11. HORMIGÓN CONVENCIONAL

11.1 ALCANCE

Este capítulo comprende los requisitos referentes a materiales, preparación, formaletas, transporte, colocación, fraguado, curado, juntas, acabados y reparación del hormigón y establece las normas para su medida y pago y las de los sellos, llenantes de juntas y los drenajes detrás de muros y placas que se utilicen en la construcción de las obras permanentes para la presa y obras anexas del proyecto del río Misicuni. Entre estas obras se incluyen las siguientes:

- Hormigón dental para la fundación, estribos de la presa y tratamiento superficial.
- Hormigón de la cara de aguas arriba, para impermeabilización de la presa.
- Hormigón para las estructuras del rebosadero.
- Hormigones para las estructuras de entrada y salida del túnel de desviación.
- Hormigones para la cámara de válvulas de la descarga de fondo.
- Hormigón para el túnel de desviación y galería de acceso.
- Hormigón alrededor de blindajes y tuberías.
- Hormigón para portales y obras misceláneas.
- Hormigón para prefabricados.
- Construcción de sistemas de drenaje detrás de muros y placas.
- Morteros para camas de asiento.
- Hormigón estrudado para protección del talud de aguas arriba de la presa.

11.2 GENERALIDADES

11.2.1 Códigos

Los materiales para el hormigón y los métodos de construcción para el hormigón deben cumplir con los requisitos contenidos en las normas del "American Concrete Institute" (ACI), de la "American Society for Testing and Materials" (ASTM) y del "Concrete Manual" publicado por el "United States Bureau of Reclamation". Tienen especial pertinencia las siguientes normas: ACI 214, ACI 315, ACI 318, ACI 325, ACI 347 y ACI 211.2, ACI 304.R ACI 316 R (anteriormente ACI 613, ACI 614, ACI 617, respectivamente), en sus últimas revisiones. Donde haya discrepancia entre las normas y códigos mencionados anteriormente y las especificaciones contenidas en este capítulo, regirán estas últimas.

11.2.2 Diseño de las mezclas de hormigón

La responsabilidad del diseño de las mezclas de hormigón que se usen en la obra dependerá por completo del Contratista y se hará para cada clase de hormigón solicitado en estas especificaciones y con los materiales que haya aceptado LA SUPERVISIÓN con base en ensayos previos de laboratorio. Sin embargo, todos los diseños de mezclas, sus modificaciones y

revisiones deberán ser sometidos previamente y con un mes de anticipación a consideración de LA SUPERVISIÓN, indicando la estructura o parte de la obra donde se vayan a utilizar.

Tanto los materiales como los métodos de preparación y colocación del hormigón estarán sujetos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN. Antes de iniciar la construcción de cualquier parte de la obra o cuando así lo exijan las especificaciones o lo ordene LA SUPERVISIÓN, El Contratista deberá presentar para su aprobación muestras representativas, referencias y detalles de los materiales que se propone utilizar.

Los ensayos de los materiales, así como los ensayos del hormigón elaborado, serán llevados a cabo por LA SUPERVISIÓN, y por cuenta de la misma. Sin embargo, El Contratista deberá suministrar y transportar sin costo alguno para LA SUPERVISIÓN, todas las muestras que ésta requiera para llevar a cabo tales ensayos. LA SUPERVISIÓN suministrará al Contratista copias de los resultados de los ensayos realizados, si éste los solicita.

Por cada diseño de mezcla que se someta a aprobación o cuando LA SUPERVISIÓN lo requiera, El Contratista deberá suministrar, por su cuenta, muestras de las mezclas diseñadas que representen la calidad del hormigón que habrá de utilizarse en la obra. La aprobación del diseño de las mezclas por parte de LA SUPERVISIÓN, no exime al Contratista de la responsabilidad de preparar y colocar el hormigón de acuerdo con las normas especificadas, ni de cumplir con los resultados exigidos.

11.2.3 Ensayos de resistencia a la compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión, a que se sometan las muestras suministradas por El Contratista, serán realizados por LA SUPERVISIÓN con los siguientes propósitos:

Evaluar la calidad de las mezclas de hormigón diseñadas por El Contratista, para aprobarlas o indicar las modificaciones que se requieran. Los ensayos para estas evaluaciones se realizarán en 12 cilindros estándar de ensayo de acuerdo con los requisitos de la Norma ASTM C-31; dichos ensayos se harán para cada mezcla que se someta a aprobación. Los cilindros se ensayarán a los 7 días y a los 28 días. Si LA SUPERVISIÓN lo considera necesario algunas mezclas serán ensayadas a los 90 días de edad.

Establecer un criterio que permita la aceptación del hormigón colocado en la obra. Para este propósito El Contratista deberá suministrar 12 cilindros estándar de ensayo, similares a los descritos anteriormente, por cada 120 m³ de cada clase de hormigón colocado en la obra, o por el volumen del hormigón de cada clase colocado en cada estructura por día, si tal volumen es menor de 120 m³. Los cilindros se ensayarán a los 7 días y a los 28 días de edad y si LA SUPERVISIÓN lo requiere, a edades diferentes.

11.2.4 Proporciones de las mezclas en hormigón

11.2.4.1 Composición

El hormigón estará compuesto por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos especificados, bien mezclados, hasta obtener la consistencia especificada. En general, las proporciones de los ingredientes del hormigón se establecerán con el criterio de producir un hormigón que tenga adecuada plasticidad, resistencia, densidad, impermeabilidad, durabilidad, textura superficial, apariencia y buen acabado, sin necesidad de usar una excesiva cantidad de cemento.

El Contratista preparará las diferentes clases de hormigón que se requieran, de acuerdo con lo especificado en el Cuadro 11.1, además de cualesquiera otras mezclas que ordene LA SUPERVISIÓN.

**CUADRO 11.1
CLASES DE HORMIGÓN**

Resistencia de Diseño del Hormigón a los 28 Días – f'c				Tamaño Máximo de Los Agregados	
Clase	MPa	kg/cm ²	lbs/pulg ²	mm	Pulg
A	35	350	5 000	38	1 ½
B	35	350	5 000	19	¾
C	28	280	4 000	76	3
D	28	280	4 000	38	1 ½
E	28	280	4 000	19	¾
F	25	245	3 500	76	3
G	25	245	3 500	38	1 ½
H	25	245	3 500	19	¾
I	21	210	3 000	152	6
J	21	210	3 000	76	3
K	21	210	3 000	38	1 ½
L	21	210	3 000	19	¾
M	18	175	2 500	152	6
N	18	175	2 500	76	3
O	18	175	2 500	38	1 ½
P		Ciclópeo			

El hormigón ciclópeo consistirá en una mezcla de piedras grandes y hormigón Clase N y se usará donde lo indiquen los planos o lo ordene LA SUPERVISIÓN. Las piedras para este hormigón deberán ser de 15 cm a 30 cm de diámetro aproximadamente, de calidades aprobadas, sólidas y libres de segregaciones, fracturas, grietas y otros defectos estructurales o imperfecciones. Las piedras deberán estar exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas. Las piedras deberán mantenerse libres de polvo, aceite o de cualquier otra impureza que pueda afectar su adherencia con el mortero.

Las piedras se colocarán sin dejarlas caer ni arrojarlas, para evitar que ocasionen daños a las formaletas o a la mampostería adyacente. Todas las piedras deberán lavarse y saturarse con agua antes de su colocación. El volumen total de las piedras no deberá ser mayor de un tercio del volumen total de la parte de la obra en que sean colocadas. Deberán tomarse las precauciones necesarias para asegurar que cada piedra quede rodeada de una capa de hormigón clase N de 15 cm de espesor mínimo.

11.2.4.2 Resistencia

El criterio de resistencia para el hormigón a los 28 días se basará en lo descrito en la Norma ACI-318 Capítulo 5.

11.2.4.3 Tamaño máximo del agregado

Sin limitar en ninguna forma el derecho que tiene LA SUPERVISIÓN de especificar el tamaño del agregado que deberá usarse en cualquier parte de la obra, se estima que los tamaños máximos del agregado no excederán los estipulados en el Cuadro 11.1.

11.2.4.4 Consistencia

La cantidad de agua que se use en el hormigón deberá ser la mínima necesaria para que el hormigón pueda colocarse fácilmente en la posición que se requiera y que cuando se someta a

vibrado fluya alrededor del acero de refuerzo. La cantidad de agua libre que se añada a la mezcla será regulada por El Contratista, con el fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados a medida que éstos entran a la mezcladora.

En ningún caso podrá aumentarse la relación agua/cemento aprobada por LA SUPERVISIÓN. No se permitirá la adición de agua para contrarrestar el endurecimiento por el fraguado inicial del hormigón que hubiera podido presentarse antes de su colocación; este hormigón endurecido no deberá utilizarse en ninguna parte de las obras aquí contempladas y deberá ser removido y transportado a las zonas de desecho aprobadas por LA SUPERVISIÓN, por y a cuenta y riesgo del Contratista.

La consistencia del hormigón será determinada por medio de ensayos de asentamiento y de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-143. El asentamiento del hormigón que sale de la mezcladora no deberá exceder de 7,5 cm excepto para hormigón colocado alrededor de los blindajes de acero y hormigón bombeado, para los cuales se permitirán asentamientos hasta de 10 cm. La máxima relación agua/cemento permisible en la elaboración de hormigones será de 0,62 o la que en su defecto apruebe LA SUPERVISIÓN.

11.2.4.5 Fraguado

El tiempo de fraguado se establecerá de acuerdo con los requisitos de la Norma ASTM C-403.

11.2.5 Seguridad industrial

El Contratista ejecutará el trabajo con todas las precauciones necesarias para evitar accidentes a sus empleados, a los empleados de LA SUPERVISIÓN, a los derecho-habientes, visitantes y otros Contratistas. Así mismo deberá exigir a sus empleados la observancia de las normas de seguridad industrial aquí citadas y deberá proporcionar y exigir el uso de los elementos de protección que se requieran para el desarrollo de los trabajos.

Para el diseño, operación y mantenimiento de todos los equipos e instalaciones, usados para la mezcla, construcción y colocación del hormigón, y adicionalmente a lo indicado en este capítulo y en el Contrato, El Contratista deberá cumplir con lo exigido en la sección 25 ("Concrete, Masonry, Construction and Formwork") del "Construction Safety Standards" del "Bureau of Reclamation".

Así mismo el personal para la colocación y el terminado del hormigón, deberá disponer del equipo de protección necesario e indicado en la sección 8 "Personal Protective Equipment" del manual anterior.

11.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA

11.3.1 Materiales

11.3.1.1 Generalidades

El Contratista suministrará todos los materiales que se requieran para la elaboración del hormigón, según se especifica más adelante, y notificará a LA SUPERVISIÓN, con 60 días de anticipación, en cuanto a uso de cualquier material en las mezclas de hormigón. No deberá efectuarse ningún cambio respecto de la fuente de materiales o de las características de los mismos, sin la previa aprobación escrita, de LA SUPERVISIÓN.

Cuando cualquier material, por cualquier razón, se haya deteriorado, dañado o contaminado y, en opinión de LA SUPERVISIÓN no deba usarse en la elaboración del hormigón, ese material deberá ser removido, retirado, transportado a las zonas de desecho aprobadas por LA SUPERVISIÓN y reemplazado por material satisfactorio por y a cuenta del Contratista.

11.3.1.2 Cemento

Generalidades

Dentro de un periodo de 60 días después de la fecha de adjudicación del Contrato, El Contratista deberá informar por escrito a LA SUPERVISIÓN, el nombre de por lo menos tres fabricantes que suministrarán el cemento que será utilizado en la obra, y deberá indicar si se suministrarán en sacos o a granel.

Para el transporte, manejo, almacenamiento y disposición del cemento y adicionalmente a lo indicado en este capítulo y en el Contrato, El Contratista deberá cumplir con lo exigido en la sección 9.7 ("Cement and Lime") del "Construction Safety Standards" el "Bureau of Reclamation".

Todo el cemento que se vaya a emplear en la preparación del hormigón deberá ser de buena calidad; su contenido de álcalis no deberá exceder del 0,6% y deberá cumplir con los requisitos para el Cemento Portland Tipo I, según lo especificado en la Norma ASTM C-150, o con los requisitos para cementos adicionados, según lo especificado en la Norma ASTM C-595. La utilización de Cemento Portland Tipo I o de cementos adicionados estará condicionada al tipo de estructura u obra en que se vaya a utilizar y deberá someterse previamente a autorización de LA SUPERVISIÓN. Únicamente se permitirá la adición de escoria de alto horno o puzolana, hecha conjuntamente en la molienda del clinker, en las proporciones aprobadas por LA SUPERVISIÓN.

La máxima temperatura del cemento en el momento de entrar a las mezcladoras de hormigón, no deberá exceder de 60° C. En caso de que se emplee el método de cargue del cemento con aire a los contenedores de almacenamiento o silos, la temperatura del aire no deberá exceder de 70° C, la cual se deberá determinar midiendo la temperatura en la superficie externa de la manguera o tubería de llenado con un termómetro de superficie.

Ensayos

El Contratista deberá asegurarse de que los fabricantes del cemento sometan estos materiales a los ensayos que se especifican más adelante, y deberá suministrar a LA SUPERVISIÓN copias certificadas de los resultados de tales ensayos. El suministro por parte del Contratista de los resultados de los ensayos realizados especificados, no impedirá a LA SUPERVISIÓN rechazar el cemento o la puzolana si se descubre que estos materiales no cumplen con los requisitos exigidos, cuando sean sometidos por LA SUPERVISIÓN, en la obra, a los ensayos respectivos. Cuando una muestra de cemento sea rechazada por LA SUPERVISIÓN, todo el lote del cual se haya tomado la muestra será rechazado y el material se deberá retirar del sitio de la obra y reemplazar por otro material de calidad satisfactoria por y a cuenta del Contratista.

Junto con las muestras de agregados que El Contratista deberá suministrar a LA SUPERVISIÓN para su aprobación, suministrará también a LA SUPERVISIÓN 200 kgf de cada marca y tipo de cemento producidos por las fábricas que hayan sido aprobadas.

Una vez que el suministro de cemento de un fabricante particular haya sido aprobado por LA SUPERVISIÓN, El Contratista deberá obtener de dicho fabricante un certificado en el cual conste que el cemento que se suministrará a la obra cumple con las especificaciones aquí establecidas, incluyendo aquella en la cual se determine que está exento de fraguado falso.

En dicho certificado deberán aparecer los resultados de los ensayos de los análisis físico-químicos incluyendo análisis total de óxido y de compuestos, sobre los cuales se basa el concepto de aceptabilidad. Dos copias del certificado deberán entregarse directamente a LA SUPERVISIÓN junto con el primer envío procedente de cada nuevo depósito de almacenamiento de cemento. Cada envío sucesivo procedente de cualquier depósito de almacenamiento aceptado deberá estar debidamente identificado y venir acompañado del respectivo certificado por duplicado en el que conste que el cemento cumple con las especificaciones aquí establecidas. Los resultados de estos ensayos, junto con la respectiva certificación, se deberán entregar tan pronto como sea posible, sin esperar a la terminación de los ensayos de resistencia a los 7 días y 28 días.

Después de recibida la certificación, LA SUPERVISIÓN permitirá el uso del cemento certificado, siempre y cuando los ensayos de las muestras tomadas dentro de las 24 horas posteriores a la entrega del cemento confirmen que éste cumple con las especificaciones y requisitos aquí establecidos. El cemento que no cumpla con las especificaciones requeridas será rechazado y deberá ser retirado del sitio de la obra. Además, en el caso de que la certificación no sea confirmada por los ensayos de muestras de cemento tomadas después de entregado el suministro, se deberán suspender los envíos de este tipo y marca de cemento hasta cuando se hayan hecho los ensayos en muestras de fábrica que demuestren que el cemento cumple con las especificaciones. Solamente después de que dichos ensayos confirmen que el cemento almacenado en por lo menos tres depósitos reservados para el suministro con destino a la obra cumple las especificaciones se podrá despachar de nuevo el cemento, bajo certificación previa de los ensayos confirmatorios.

Los métodos de obtención de muestras y ensayos deberán estar de acuerdo con la Norma de la ASTM C-150.

Manejo y almacenamiento

El cemento deberá ser suministrado a granel, para lo cual El Contratista proveerá el transporte adecuado y todas las facilidades necesarias para asegurar las buenas condiciones de los materiales y permitir su pesaje correcto a medida que lleguen a los depósitos. El envío del cemento se deberá efectuar en camiones con recipientes herméticos debidamente limpios, diseñados de tal forma que impidan la exposición de los materiales a la humedad. Previa autorización de LA SUPERVISIÓN se deberá suministrar cemento en sacos para algunas partes de la obra o trabajos. El cemento suministrado en sacos se deberá proteger con cubiertas impermeables durante el transporte; los sacos deberán tener envolturas fuertes de papel, bien confeccionadas y cada uno con la indicación del tipo de material y de la marca de fábrica. Los sacos de cemento rotos o dañados serán rechazados o aceptados como fracción de saco completo y sólo mediante la autorización previa de LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá almacenar el cemento a granel según el tipo y marca, provenientes de fábricas diferentes, en silos herméticos separados, provistos de todos los accesos y facilidades necesarias para la inspección e identificación de los materiales, construidos de tal forma que no queden espacios muertos, que impidan la exposición de los materiales a la humedad y cuyos orificios de ventilación estén provistos de colectores de polvo para evitar pérdidas de material. El Contratista deberá tomar todas las medidas que sean necesarias para prevenir la contaminación de los silos de cemento. El diseño y construcción de los depósitos, silos de almacenamiento e instalación para despacho y retiro del cemento deberán ser realizados por El Contratista y sometidos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, por lo menos un mes antes de iniciarse la producción de los hormigones. El Contratista deberá desocupar y limpiar los silos con la frecuencia que sea necesaria, o cuando por cualquier razón LA SUPERVISIÓN así lo ordene, pero como mínimo deberá desocupar y limpiar los silos una vez cada tres meses. El Contratista no tendrá derecho a compensación adicional de ninguna índole por la realización de esta labor o por la interferencia que su ejecución pueda crear en el avance de la obra.

El cemento suministrado a la obra en sacos, deberá ser almacenado de tal forma que no quede en contacto con el suelo y permanezca protegido contra la absorción de humedad; los sacos de cemento se deberán colocar en pilas cuya altura no sea mayor de 14 sacos para períodos de almacenamiento inferiores a 30 días y pilas cuya altura no sea mayor de 7 sacos para períodos de almacenamiento superiores a 30 días; además los sacos de cemento se deberán almacenar en tal forma que permitan el libre acceso y se puedan realizar fácilmente las labores de inspección e identificación de cada lote.

El cemento en sacos procedente de diferentes tipos y fábricas se deberán almacenar en secciones separadas dentro de las bodegas; cada marca y tipo se deberá identificar por medio de un color especial o cualquier otro distintivo previamente aprobado por LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá usar con prioridad cualquier cemento que haya sido almacenado por 60 días o más, antes de usar cemento con menor tiempo de almacenamiento y en general, deberá emplear estos materiales lo antes posible y aproximadamente en el mismo orden cronológico de llegada a las bodegas o silos de la obra. El cemento que se hayan almacenado en el sitio de la obra por más de 90 días, o cualquier cemento que en opinión de LA SUPERVISIÓN se haya deteriorado por deficiencias en las operaciones de manejo o almacenamiento, no podrá ser

usado a menos que los resultados de nuevos ensayos realizados a cuenta del Contratista demuestren a LA SUPERVISIÓN que dicho material se encuentra en buenas condiciones y cumple todos los requisitos aquí establecidos.

El Contratista deberá llevar un registro exacto del recibo y consumo de cada tipo y marca de cemento en el sitio de la obra, de los resultados de ensayos a que sean sometidos y de las operaciones y estructuras en que se hayan usado dichos materiales. Copias de dichos registros se deberán entregar mensualmente a LA SUPERVISIÓN o cuando quiera que ella lo solicite.

11.3.1.3 Agua

El agua que se vaya a usar en las mezclas de hormigón deberá someterse a la aprobación de LA SUPERVISIÓN y deberá ser limpia, fresca y estar exenta de impurezas, tales como aceite, ácido, álcalis, sales, sedimentos, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. Cuando LA SUPERVISIÓN lo requiera, El Contratista deberá efectuar análisis sobre la calidad de agua, la cual deberá cumplir con los requisitos del Capítulo 3.4 de la Norma ACI-318.

11.3.1.4 Agregados

Generalidades

Los agregados para el hormigón y el mortero serán suministrados por El Contratista. El Contratista deberá suministrar agregados de la calidad especificada en este numeral, para la elaboración del hormigón.

El Contratista obtendrá los agregados para el hormigón, de las fuentes de materiales indicadas por LA SUPERVISIÓN, o en su defecto, de cualquier otra fuente seleccionada por El Contratista y aprobada por LA SUPERVISIÓN.

En caso que El Contratista solicite la utilización de una cantera diferente a las estudiadas por LA SUPERVISIÓN, por lo menos 90 días antes de que se inicie la explotación de los materiales para la producción de los agregados, deberá suministrar y transportar las muestras requeridas por LA SUPERVISIÓN para que ésta pueda determinar si los materiales propuestos son adecuados para la producción de agregados para hormigón y para que apruebe su uso, en el caso que dichos materiales sean adecuados. Toda cantera aprobada por LA SUPERVISIÓN como fuente de materiales para la producción de agregados para hormigón, deberá explotarse de tal manera que permita producir agregados cuyas características estén de acuerdo con las normas establecidas en estas especificaciones.

Por lo menos 60 días antes que El Contratista inicie la colocación del hormigón, éste deberá someter a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, muestras representativas de cada uno de los agregados que se propone utilizar. El suministro de estas muestras no será objeto de pago adicional. Cuando se requiera un cambio en la fuente de agregados para hormigón, así como cuando se observe variabilidad en una misma fuente, o cuando lo solicite LA SUPERVISIÓN, El Contratista deberá suministrar muestras adicionales de los agregados.

LA SUPERVISIÓN hará los ensayos y demás investigaciones que sean necesarias, para determinar de acuerdo con las normas de la ASTM la aprobación de la producción de agregados que cumplan esas especificaciones. El agregado se someterá a ensayos de peso específico, granulometría, absorción, abrasión en la máquina de Los Ángeles, inalterabilidad en términos de sulfato de magnesio y sulfato de sodio, reacción álcali-agregado, impurezas orgánicas, y cualesquiera otros ensayos que se requieran para demostrar que los materiales propuestos son adecuados para producir un hormigón de calidad aceptable.

Agregado fino

Por agregado fino deberá entenderse aquel cuyo tamaño máximo sea igual o menor a 4,8 mm y su módulo de finura no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1. El agregado fino podrá ser

arena natural, arena elaborada o una combinación de arenas naturales y elaboradas. La arena consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias; deberá estar bien lavada (libre de partículas de limo o arcilla), tamizada, clasificada y mezclada, según se requiera para producir un agregado fino aceptable que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-33.

Las partículas deberán tener, por lo general, forma cúbica; y el agregado deberá estar exento de partículas en forma plana o alargada. Las rocas que se desintegren formando partículas delgadas, planas y alargadas, sea cual fuere el tipo de equipo de procesamiento, no serán aprobadas para uso en la producción del agregado fino. Se considerará como partícula delgada plana y alargada aquella cuya dimensión máxima sea cinco veces mayor que su dimensión mínima.

La arena procesada deberá manejarse y apilarse en tal forma que se evite su segregación o contaminación y que su contenido de humedad no varíe apreciablemente. Las áreas en las cuales se almacene la arena deberán tener un suelo firme, limpio y bien drenado. La preparación de las áreas para las pilas de arena, el almacenamiento de los materiales procesados y el desecho de cualquier material rechazado, estarán en todo tiempo sujetos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

Agregado grueso

Por agregado grueso deberá entenderse aquel agregado bien gradado compuesto de partículas entre 4,8 mm y 152 mm o grupo de tamaños entre estos límites. El agregado grueso consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias, obtenidas de roca o grava natural, de la trituración de estos materiales, o de una combinación de ambas; y deberá estar exento de partículas alargadas o blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

El agregado grueso deberá ser tamizado, lavado, clasificado y sometido a los procesos que se requieran para obtener un material especificado; este agregado se suministrará en cuatro tamaños los cuales deberán estar dentro de los límites especificados en el Cuadro 11.2. No se aceptará la elaboración, suministro y almacenamiento de agregado grueso donde estén mezclados cualquiera de los tamaños indicados en el Cuadro 11.2.

**CUADRO 11.2
GRADACIÓN DE AGREGADOS GRUESOS PARA MEZCLAS**

Tamaños del Tamiz (US. Std) Malla Cuadrada	Malla Cuadrada Orificios del Tamiz Milímetros	GRUPOS POR TAMAÑOS EN MILIMETROS			
		Porcentaje en peso que pasa por los tamices individuales			
		4,8 a 19	19 a 38	38 a 76	76 a 152
7"	177	-	-	-	100
6"	152	-	-	-	90-100
4"	102	-	-	-	20-45
3"	76	-	-	90-100	0-15
2"	51	-	100	20-55	0-5
1 1/2"	38	-	90-100	0-10	-
1"	25	100	20-55	0-5	-
3/4 "	19	90-100	0-15	-	-
3/8 "	10	20-55	0-5	-	-
No. 4	4.8	0-10	-	-	-

Los agregados gruesos formados por partículas con un tamaño inferior a 38 mm, que se sometan al ensayo de abrasión en la máquina de Los Angeles, de acuerdo con lo establecido en la Norma ASTM C-131, usando la granulometría A de dicha norma, deberán tener una pérdida máxima de 10% en peso a 100 revoluciones, y de no más de 40% en peso a 500 revoluciones.

Los agregados gruesos formados de partículas con un tamaño igual o superior a 38 mm que se sometan al mismo ensayo de abrasión de acuerdo con lo especificado en la Norma ASTM C-

535, utilizando la granulometría apropiada, deberán tener una pérdida no mayor de 10% en peso a 200 revoluciones, y de no más de 40% en peso a 1000 revoluciones. Los diferentes tipos de agregado grueso, en cuanto a tamaño, deberán almacenarse en sitios separados o amontonarse en pilas separadas una de otra. Las áreas en las cuales se apilen los agregados deben tener un suelo firme, limpio y bien drenado y el método de manejo y apilamiento de los diferentes tipos de agregados deberá realizarse en tal forma, que estos no se entremezclen antes de que se efectúe la dosificación, no sufran rotura o segregación y no se mezclen con impurezas y sustancias extrañas, para lo cual deberán instalarse elementos divisorios para separar los diferentes tipos de agregados y adoptar cualquier otro tipo de medida que se requiera para lograr los propósitos mencionados. La preparación de las áreas de almacenamiento para agregados, el almacenamiento de los agregados que ya hayan sido procesados y el desecho del material que se haya rechazado estarán en todo tiempo sujetos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

Si los agregados se depositan en pilas, éstas se deberán extender en capas horizontales por medio de un equipo apropiado, con el fin de evitar la segregación. Dicho equipo deberá ser lavado completamente y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, inmediatamente antes de que se interne en las pilas del agregado. Los métodos para extender los agregados gruesos en las pilas deberán contar con la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá tomar las precauciones para controlar la presencia de polvo en las áreas de almacenamiento de agregado grueso y evitar que éste se contamine.

El contenido de humedad de los agregados deberá controlarse para garantizar que no varíe apreciablemente dentro de la masa de los mismos.

11.3.1.5 Aditivos

Generalidades

El Contratista podrá usar cualquier producto aprobado, siempre y cuando cumpla con los requisitos de estas especificaciones.

A menos que el producto propuesto tenga antecedentes de reconocida eficacia a juicio de LA SUPERVISIÓN, El Contratista deberá suministrar junto con la cotización, una muestra de cinco kilogramos para ensayos. El Contratista deberá suministrar también datos certificados sobre ensayos en los que se indiquen los resultados de uso de los aditivos y su efecto en la resistencia de hormigón con edades hasta de un año, y con gamas de temperatura inicial entre 10° C y 32° C. Adicionalmente deberá demostrar que no se alteran las características del hormigón, especialmente en cuanto al incremento del calor de hidratación y la retracción de fraguado. La aceptación previa de los aditivos no eximirá al Contratista de la responsabilidad de suministrar productos que cumplan con los requisitos especificados. Los aditivos que se suministren durante la construcción deberán tener las mismas características que aquellos que se suministraron junto con la cotización.

El costo de las operaciones de medida, mezcla y aplicación de los aditivos deberá incluirse en el precio unitario cotizado para el hormigón.

EL PROPIETARIO reembolsará al Contratista el valor de los aditivos que LA SUPERVISIÓN ordene utilizar en las mezclas de hormigón, al precio real de suministro en el sitio de la obra.

No se hará ningún pago separado por aditivos que El Contratista use para su propia conveniencia, sin que hayan sido requeridos por LA SUPERVISIÓN, aunque ésta haya aprobado el uso de tales aditivos.

Agentes incorporadores de aire

Los agentes incorporadores de aire deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C-260, y deberán ser manejados y almacenados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de LA SUPERVISIÓN.

La cantidad de agente incorporador de aire que se utilice en la elaboración del hormigón deberá ser tal que la cantidad total de aire incorporado al hormigón, cuando salga de la mezcladora, no exceda el porcentaje de aire que se muestra en el Cuadro siguiente.

PORCENTAJE MÁXIMO DE AIRE EN EL HORMIGÓN

Tamaño máximo de agregado en milímetros	Porcentaje máximo total de aire en el hormigón, en volumen
19	5,0
38	4,0
76	3,5

El suministro y empleo de agentes incorporadores de aire, aprobados por LA SUPERVISIÓN, serán por cuenta del Contratista, y por tanto, no se hará ningún pago adicional por este concepto.

Aditivos reductores de agua y para control de fraguado

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C-494 (Tipos D y E) y deberán manejarse y almacenarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de LA SUPERVISIÓN.

11.3.2 Instalaciones y equipos

Por lo menos 60 días antes de que se inicie la producción de hormigones (procesamiento, manejo, transporte, almacenamiento, enfriamiento, dosificación, mezcla, colocación y compactación de hormigón), El Contratista deberá presentar a LA SUPERVISIÓN, para su aprobación, los planos en que se muestre la distribución de la planta, así como también una descripción general de la misma y el equipo. La localización, distribución, detalles y operación de la planta y del equipo deberán someterse a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista de la responsabilidad de cumplir con lo establecido en estas especificaciones. El equipo y la planta del Contratista deberán mantenerse en condiciones óptimas de servicio y por lo tanto, limpios y libres, en todo tiempo, de hormigón o mortero endurecido o de cualquier otra sustancia extraña.

Cuando en estas especificaciones se indiquen equipos de determinada clase o procedimientos operativos específicos, esto no deberá interpretarse como una manifiesta prohibición en cuanto a que El Contratista no pueda utilizar otros equipos o procedimientos, siempre y cuando pueda demostrar a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, que con dichos equipos es posible obtener los mismos resultados.

El Contratista deberá suministrar a LA SUPERVISIÓN registros completos de las operaciones pertinentes a las diferentes fases de la producción del hormigón, así como también de las condiciones, materiales usados y otros datos referentes a cada clase de hormigón que se coloque según lo requiera LA SUPERVISIÓN, por turno o despacho a la obra. Por lo tanto El Contratista deberá contar con un sistema digital de registro de datos donde se plasme la cantidad, tipo y origen de los agregados, cemento, aditivos y aditivos empleados en cada batchada de hormigón. Esta información deberá ser suministrada a LA SUPERVISIÓN al finalizar el turno de producción de hormigón en la planta.

11.3.3 Dosificación

11.3.3.1 Generalidades

A menos que se especifique lo contrario, El Contratista suministrará, operará y mantendrá un equipo moderno automático para la dosificación del hormigón, de acuerdo con los requisitos establecidos en el "Concrete Plant Standard" de la "Concrete Plant Manufactures Bureau", de Silver Springs Maryland, USA, para sistemas de dosificación automáticos con selección de mezcla.

Tales sistemas de dosificación suministrados para la obra deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento en el momento de su instalación y durante la construcción, y deberán tener suficiente capacidad para dosificar automática y exactamente los suministros continuos de las distintas clases y cantidades de hormigón requeridas en la obra, según lo especificado. El sistema de dosificación deberá acondicionarse en tal forma que permita la selección de un mínimo de cuatro mezclas preestablecidas.

Las cantidades de cemento a granel, cenizas volantes, arena, agregado de cada uno de los diferentes tamaños y de los aditivos en polvo que se requieran para cada una de las dosificaciones del hormigón se determinarán por peso, y la cantidad de agua y de aditivos líquidos se determinará por peso o en medidas volumétricas. El Contratista deberá regular los pesos de las dosificaciones según se requiera para mantener el asentamiento, contenido de aire y peso unitario del hormigón, dentro de los límites exigidos por LA SUPERVISIÓN.

11.3.3.2 Tolvas para agregados en la planta de dosificación.

La planta de dosificación deberá estar provista de tolvas construidas en tal forma que se limpien automáticamente durante el descargue, y que éste se efectúe directamente dentro del equipo de pesaje, sin que el material se derrame, ni contamine y sin que las mezclas se superpongan. Los materiales se depositarán en dichas tolvas directamente sobre las compuertas de descarga y para los agregados gruesos se depositarán a través de escaleras especiales que permitan realizar la operación sin que el material se fracture o sufra segregación. Inmediatamente antes de su colocación en las tolvas de la planta, los materiales gruesos deberán tamizarse nuevamente en un tamiz vibratorio que tenga capacidad suficiente para obtener una completa separación y que permita retirar del agregado todas las partículas cuyos tamaños sean inferiores al tamaño especificado. Para este nuevo tamizado se usará el método de tamizado húmedo; los materiales que pasen por el tamiz ranurado de 6,0 mm no deberán usarse en la producción del hormigón. El contenido de humedad de los agregados fino y grueso en el momento en que entren a la tolva de la planta de dosificación, no deberá exceder de 7% y 2%, respectivamente.

11.3.3.3 Equipo de pesaje

El cemento, cenizas volantes y los agregados de cada tamaño se pesarán en tolvas separadas de pesaje, las cuales deberán estar construidas de tal forma que cada cochada se descargue completamente y que el exceso de los materiales pueda ser removido fácilmente.

El equipo de pesaje para la dosificación deberá estar provisto de dispositivos que permitan ajustar o cambiar las proporciones de mezclas de hormigón, según lo requiera LA SUPERVISIÓN, así como compensar cualquier variación del contenido de humedad en el agregado. Dicho equipo deberá estar provisto también de dispositivos que permitan el control de suministro de materiales de tal forma que las inexactitudes en el suministro y pesaje no excedan los límites especificados en el Cuadro 11.3.

CUADRO 11.3**VARIACIONES PERMISIBLES EN LOS PESOS DE LOS MATERIALES**

Material	Variación Permisible
Agua, cemento y aditivos	± 1%
Agregado fino	± 2%
Agregado grueso hasta de 38 mm	± 2%
Agregado grueso mayor de 38 mm	± 3%

Cada tolva de pesaje deberá tener un sistema indicador sin resortes, que registre el peso en cualquier etapa de la operación del pesaje, desde cero hasta la capacidad total. La exactitud del equipo de pesaje deberá mantenerse dentro de 0,5% en todo el rango de uso. El equipo de pesaje deberá estar suficientemente aislado contra vibraciones o movimientos transmitidos por otros equipos que funcionen cerca de la planta de dosificación, con el fin de asegurar que la exactitud de las cantidades pesadas de los materiales esté acorde con los límites especificados.

El Contratista deberá ejecutar ensayos en presencia del representante de LA SUPERVISIÓN y en los intervalos que LA SUPERVISIÓN ordene, para establecer la precisión de todos los artefactos utilizados para pesar y medir, con la condición de que tales ensayos deberán hacerse por lo menos una vez cada dos semanas cuando el equipo sea para medir agua, cemento y aditivos, y por lo menos una vez al mes en caso de que el equipo sea para medir agregados. El Contratista suministrará a LA SUPERVISIÓN copias de los resultados de tales ensayos y deberá hacer cualquier ajuste, reparación o reemplazo que se requiera para el funcionamiento adecuado de dichos equipos. El Contratista deberá suministrar pesas de prueba equivalentes a por lo menos un décimo de la capacidad de dosificación que aplicará en cada báscula, así como cualquier otro equipo auxiliar que se requiera para comprobar la exactitud de cada báscula o de cualquier otro instrumento de medida que se utilice.

La cabina desde la cual se dirijan las operaciones de dosificación deberá estar localizada en una posición tal que el operador pueda observar todos los cuadrantes, indicadores e instrumentos utilizados en las operaciones de medida de las cantidades de materiales para el hormigón. Los cuadrantes indicadores e instrumentos deberán tener tamaños que permitan la lectura fácil de los datos desde la cabina.

11.3.3.4 Procedimiento para la dosificación

El equipo para el transporte de los materiales desde las tolvas de pesaje hasta la mezcladora deberá ser constituido, mantenido y operado en forma que no se derrame el material ni se entremezclen las bachadas durante su funcionamiento.

Si se usan aditivos incorporadores de aire, reductores de agua o controladores de fraguado, éstos deberán descargarse en la mezcladora de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de LA SUPERVISIÓN. Para aditivos disueltos que requieran mezcla o agitación antes de o durante su uso, deberán utilizarse mezcladores y agitadores mecánicos aprobados por LA SUPERVISIÓN, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los tanques para depósito de aditivos y mezclas deberán estar provistos de drenaje para desechos y construidos en forma tal que cada tanque pueda drenarse completamente. El Contratista deberá mantener dichos tanques completamente drenados, lavados y libres de concentraciones de sólidos y de impurezas. El intervalo entre limpiezas no será mayor de siete días.

Todas las compuertas y mecanismos de cierre del equipo de dosificación deberán tenerse en buenas condiciones de operación y deberán impedir el escape de los materiales cuando estén cerrados. El equipo de dosificación deberá estar sincronizado en forma tal que:

No se pueda iniciar un nuevo ciclo de pesaje mientras no se hayan vaciado completamente todas las tolvas de pesaje y no se hayan cerrado las compuertas de descargue.

Las compuertas de descargue de la tolva de pesaje no puedan abrirse mientras no se hayan depositado en las mismas los pesos correctos de los materiales y las básculas no estén en equilibrio.

Las compuertas de descargue no puedan cerrarse hasta tanto todos los materiales se hayan descargado por completo de la tolva de pesaje y las básculas no estén de nuevo en equilibrio.

El mecanismo de operación del aparato medidor del agua, no permita escapes cuando las válvulas estén cerradas y la válvula de descargue no se pueda abrir mientras no se haya cerrado la válvula de llenado.

El dispositivo para el suministro de los aditivos esté sincronizado con la operación de dosificación y descargue del agua, de tal manera que la dosificación y descargue del aditivo se realice en forma automática. Dicho aparato deberá permitir el ajuste de la cantidad de aditivo dosificado, cuando tal operación se considere necesaria.

Cuando el cemento a granel y los agregados se transporten desde una planta central de dosificación hasta las mezcladoras, el cemento para cada cochada deberá colocarse en un compartimento individual para evitar que se mezcle con el agregado y que haya pérdida de cemento. Los tanques de los camiones de dosificación deberán estar provistos de cubiertas adecuadas para proteger el material del viento y de la humedad. Cada compartimiento de dosificación deberá tener una capacidad suficiente para evitar que haya pérdida de materiales durante el transporte o que éstos se derramen o entremezclen cuando se abran los compartimientos. Si el cemento se transporta mezclado con agregados que contengan humedad y lleguen a ocasionar demoras en el llenado y vaciado de los compartimientos, El Contratista deberá, por su cuenta, agregar cemento adicional a cada cochada de acuerdo con el Cuadro 11.4.

CUADRO 11.4

CEMENTO ADICIONAL REQUERIDO POR CONTACTO DE AGREGADOS Y CEMENTO

Horas de contacto entre cemento y agregado húmedo	Cemento adicional requerido
0 a 2	0 por ciento
2 a 3	5 por ciento
3 a 4	10 por ciento
Por encima de 4	Se rechazará la bachada (mezclada)

LA SUPERVISIÓN se reserva el derecho de exigir adición de cemento para períodos de contacto más cortos que los anteriores durante épocas de mayor temperatura ambiente, y El Contratista no recibirá compensación adicional por las erogaciones que esto ocasione.

11.3.3.5 Registros

El equipo de dosificación deberá incluir un dispositivo exacto de registro visual y continuo, que muestre la medición de cada ingrediente del hormigón, incluyendo el agua para la mezcla y los aditivos que se agreguen en cada dosificación. El dispositivo de registro, así como cualquier mecanismo que se requiera para transferir las lecturas a dichos dispositivos, deberá estar encerrado en cajas herméticas a prueba de polvo, que puedan cerrarse con llave y que sean además a prueba de vibraciones cuando la planta de dosificación esté funcionando.

El dispositivo de registro deberá registrar automáticamente la hora y el día en que se efectúa una cochada, y deberá estar construido y localizado de tal manera que el operador y el representante de LA SUPERVISIÓN puedan observar dicho gráfico y tomar notas del mismo, sin interferencias con otros operarios. El equipo de registro y su localización estarán sujetos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN. Todos los registros relacionados con el equipo y las operaciones descritas en este numeral quedarán de propiedad de LA SUPERVISIÓN al final de cada turno.

11.3.3.6 Comunicaciones

El Contratista deberá mantener buenas comunicaciones por teléfono o radio entre la planta de dosificación o mezclado, el lugar de colocación del hormigón y el laboratorio de hormigón de LA SUPERVISIÓN en el lugar de la obra. El sistema de comunicaciones estará equipado con campanillas de llamada, bocinas o luces intermitentes de colores que puedan distinguirse fácilmente de otros dispositivos de señales localizadas en las inmediaciones.

11.3.4 Mezcla

11.3.4.1 Mezcladoras

Las mezcladoras serán del tipo y tamaño adecuados para producir un hormigón que tenga composición y consistencia uniformes al final de cada ciclo de mezclado. Cada mezcladora deberá estar diseñada en forma tal que los materiales de cada bachada (mezclada) entren sin que haya pérdida y que el descargue del hormigón ya mezclado se realice perfecta y libremente en tolvas húmedas o en cualesquiera otros recipientes aprobados por LA SUPERVISIÓN.

A menos que LA SUPERVISIÓN permita algo diferente, el hormigón debe mezclarse por medios mecánicos en plantas centrales o en mezcladoras diseñadas para bachadas (mezcladas) mínimas de 0,75 m³ de capacidad. Las mezcladoras no deberán sobrecargarse.

11.3.4.2 Muestreo y ensayos

El hormigón no se considerará de composición y consistencia uniformes y aceptables, a menos que los resultados de los ensayos realizados en dos muestras tomadas en los puntos correspondientes a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de la cochada en el momento en que ésta sale de la mezcladora se encuentren dentro de los siguientes límites:

- El peso unitario del mortero de cada muestra no deberá variar en más de 0,8% del promedio de peso del mortero en las dos muestras.
- El porcentaje en peso del agregado retenido en el tamiz No. 4, para cada muestra, no deberá variar en más de 5% con respecto al promedio de los porcentajes en peso del agregado en las dos muestras.
- La diferencia en el asentamiento de las muestras no deberá exceder de 2,5 cm.

11.3.4.3 Operación de mezclado

Los materiales para cada cochada de hormigón deberán depositarse simultáneamente en la mezcladora, con excepción del agua, la cual se verterá primero y se dejará fluir continuamente mientras los materiales sólidos entren a la mezcladora y continuará fluyendo por un corto período adicional después de los últimos materiales; todos los materiales, incluyendo el agua, deberán entrar en la mezcladora durante un período que no sea superior al 25% del tiempo total de mezclado.

En las mezcladoras de 0,75 m³ de capacidad, la operación de mezclado deberá continuar durante un período mínimo de 60 segundos después de que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan entrado a la mezcladora. En las mezcladoras de mayor capacidad este tiempo mínimo deberá aumentarse en 20 segundos por cada 0,50 m³ adicionales de capacidad, o proporcionalmente para fracciones de 0,50 m³. LA SUPERVISIÓN se reservará el derecho de aumentar el tiempo de mezcla si las operaciones de mezclado no permiten producir un hormigón que tenga una composición y consistencia uniformes, de acuerdo con estas especificaciones. En ningún caso el tiempo de mezcla podrá ser superior a tres veces el tiempo mínimo de mezcla especificado y no se permitirá mezclado excesivo que requiera la adición de agua para mantener la consistencia requerida.

Las mezcladoras deberán estar diseñadas en tal forma que la operación de mezclado pueda interrumpirse y reanudarse con capacidad completa de materiales. Cada cochada deberá descargarse completamente de la mezcladora antes de proceder al mezclado de la siguiente. Cada mezcladora deberá estar equipada con un dispositivo mecánico de regulación de tiempo que indique la finalización del período de tiempo necesario para efectuar la mezcla y cuente el número de mezclas preparadas; además deberá estar provista de un sistema de sincronización que evite que se pueda descargar la cochada antes de que haya transcurrido el tiempo especificado de mezcla.

La primera cochada de los materiales colocados en la mezcladora al iniciar cada operación de mezclado, deberá contener un exceso de cemento, arena y agua para revestir el interior del tambor y sin que se reduzca el contenido del mortero requerido para la mezcla.

Cada mezcladora deberá limpiarse después de cada período de operación continua y deberá mantenerse en condiciones que no perjudiquen la operación del mezclado. Asimismo, deberá limpiarse si la operación de mezclado se suspende por más de una hora.

Estas disposiciones también aplican para los camiones mezcladores en caso de emplear estos en el proceso de transporte de hormigón.

11.3.5 Temperatura del hormigón

Deben cumplirse los requerimientos generales para la aplicación de hormigón en climas cálidos y fríos que se detallan en las normas ACI 305R y ACI 306.1.

Con el propósito de controlar fisuras y agrietamientos del hormigón la temperatura del mismo, en el momento de su colocación no deberá ser mayor de:

15° C para los hormigones masivos en la cámara de válvulas, estructura de entrada al túnel de desviación, gola de la estructura de control del rebosadero y el deflector del rebosadero.

25° C para los demás hormigones de la obra.

El Contratista deberá utilizar medios efectivos tales como preenfriamiento de los agregados y del agua de mezcla, hielo en escarcha o picado, y colocación de hormigón en la noche, y cualquier otro medio para garantizar las temperaturas especificadas para el hormigón. El Contratista no tendrá derecho a pago ni a compensación adicional por los trabajos necesarios para cumplir con tales requisitos de temperatura.

Además de las temperaturas para colocación anteriormente anotadas El Contratista deberá controlar el pico de la temperatura de fraguado de las mezclas para que no superen los 35° C en caso de mezclas preenfriadas a 15° C y para los hormigones colocados a 25° C o menos. Para el control térmico El Contratista deberá suministrar y embeber en el hormigón y en los sitios exigidos por LA SUPERVISIÓN termocuplas. Tales termocuplas o termómetros y sus cables deberán colocarse con exactitud en los sitios indicados hasta que se coloque hormigón a su alrededor. El Contratista tomará las precauciones necesarias para proteger los termopares y sus cables durante el tiempo que estén embebidos y deberá dar a LA SUPERVISIÓN la asistencia que ésta necesite para que mida y registre la temperatura del hormigón en el cual los termómetros estén embebidos durante el curado de ese hormigón. La medida y pago de las termocuplas deberá incluirse en el costo unitario de los respectivos hormigones.

La temperatura del hormigón durante el fraguado y el curado deberá mantenerse en los límites especificados. Si se necesita agregar hielo en escarcha o hielo picado, el volumen de agua en el hielo deberá incluirse como parte del contenido total del agua.

11.3.6 Formaletas

11.3.6.1 Generalidades

El Contratista suministrará e instalará todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al hormigón de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por LA SUPERVISIÓN. Las formaletas deberán instalarse y mantenerse dentro de los límites establecidos en el numeral 11.3.14 con el fin de asegurar que el hormigón permanezca dentro de dichos límites. El hormigón que exceda de los límites establecidos deberá ser corregido o demolido y reemplazado por y a cuenta del Contratista, según se especifica en el numeral 11.3.16.

Por lo menos 30 días antes de iniciar la construcción de las formaletas para cualquier estructura, El Contratista deberá someter a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, el número de formaletas, planos que muestren los detalles de las formaletas propuestas y los métodos de soporte de las mismas. La aprobación por parte de LA SUPERVISIÓN no eximirá al Contratista de su responsabilidad respecto de la seguridad y calidad y terminación oportuna de la obra.

Las formaletas y la obra falsa deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar todas las cargas a que vayan a estar sujetas, incluyendo las cargas sísmicas y las producidas por la colocación y vibración del hormigón. Todas las formaletas y obras falsas deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdida del mortero de hormigón. Dichas formaletas y andamios deberán permanecer rígidamente en sus posiciones desde el momento en que se comience el vaciado de hormigón hasta cuando éste se haya endurecido lo suficiente para sostenerse por sí mismo. Las formaletas se construirán en tal forma que las superficies del hormigón terminado sean de textura y color uniforme y de acuerdo con la clase de acabado que se especifica en el numeral 11.3.15.

A menos que se especifique algo diferente, se colocarán biseles de 2,0 cm por 2,0 cm en las esquinas de las formaletas, con el fin de obtener bordes biselados en las superficies expuestas permanentemente. Los ángulos y bordes internos de tales superficies no requerirán biseles a menos que éstos se indiquen en los planos.

Los límites de tolerancia para el hormigón, especificados en el numeral 11.3.14 y las irregularidades de las superficies permitidas en el numeral 11.3.15, no constituyen límites para la construcción de formaletas o límites dentro de los cuales se puedan utilizar formaletas defectuosas. Dichos límites se establecen únicamente para tener en cuenta irregularidades que pasen inadvertidas o que sean poco frecuentes. Se prohibirán los procedimientos y materiales que en opinión de LA SUPERVISIÓN den origen a irregularidades que puedan evitarse, aunque dichas irregularidades estén dentro de los límites especificados.

Las formaletas deberán diseñarse de tal manera que permitan depositar el hormigón en su posición final y que la inspección, revisión y limpieza del hormigón puedan cumplirse sin demora. El Contratista deberá proveer ventanas con bisagras y secciones removibles en las formaletas, para facilitar la inspección requerida; dichas ventanas y secciones deberán estar perfectamente enmarcadas y ajustadas para que coincidan con las líneas y pendientes mostradas en los planos.

Los elementos metálicos embebidos que se utilicen para sostener las formaletas, deberán permanecer embebidos y estar localizados a una distancia no menor de 10 cm de cualquier superficie que esté expuesta al agua y de 2,5 cm de cualquier otra superficie pero dicha separación no deberá ser menor de dos veces el diámetro del amarre. Los huecos que dejen los sujetadores removibles embebidos en los extremos de los amarres, deberán ser regulares y de tal forma que permitan el escariado; estos huecos deberán llenarse como se especifica en el numeral 11.3.16. No se permitirá el uso de alambres o sujetadores de resorte y si se usan travesaños de madera, éstos no deberán estropear o deformar la formaleta y deberán removerse antes de que los cubra la superficie libre del hormigón.

Los materiales empleados para fabricar las formaletas de madera y las formaletas metálicas deberán ser como se especifica en el Cuadro 11.5.

CUADRO 11.5
MATERIALES PARA FORMALETAS

Acabados de la superficie encofrada	Formaletas de madera	Formaletas metálicas
F 1	Cualquier calidad de entablado de madera común	Se permitirán láminas o recubrimiento de acero
F 2	Entablado para construcción de superficie o madera laminada	Se permitirán láminas de acero. No se permitirá recubrimiento de acero a menos que se apruebe
F 3	Madera de listón machi-hembrado o madera laminada	No se permitirán láminas de acero, ni recubrimiento de acero, a menos que con éstos se obtengan acabados con apariencia y textura uniformes
F 4	Para superficies planas las formaletas deberán ser de listón machihembrado comercial seleccionado o madera laminada de calidad sólida. Para superficies de doble curvatura, las formaletas deberán construirse con fajas flexibles laminadas de buena calidad	Se permitirán láminas de acero. No se permitirá recubrimiento de acero.

El acabado de la superficie encontrada se refiere a lo indicado en el numeral 11.3.15.2.

Las láminas de acero indicadas en el Cuadro 11.5 se refieren a platinas de acero que no tengan soportes de madera. El recubrimiento de acero indicado en el Cuadro 11.5 se refiere a láminas delgadas de acero soportadas por un respaldo de tablas de madera.

En el momento de la colocación del hormigón, las superficies de las formaletas deberán estar libres de mortero, lechada o cualesquiera otras sustancias extrañas que puedan contaminar el hormigón o que no permitan obtener los acabados especificados para las superficies. Antes de colocar el hormigón, las superficies de las formaletas deberán cubrirse con una capa de aceite comercial, o de un producto especial que evite la adherencia y que no manche la superficie del hormigón. Deberá tenerse especial cuidado en no dejar que el aceite o el producto especial penetre en el hormigón que vaya a estar en contacto con una nueva fundida.

A menos que se indique algo diferente, una misma formaleta sólo podrá usarse de nuevo, después que haya sido sometida a limpieza y reparación adecuada, y siempre y cuando, LA SUPERVISIÓN, considere que dicha formaleta permitirá obtener los acabados requeridos para el hormigón. No se permitirá reparar con láminas metálicas las formaletas de madera.

En todas las juntas de construcción no formaleteadas se deberán fijar listones de madera de un tamaño mínimo de 5,0 cm por 5,0 cm en la superficie interna de las formaletas, con el fin de obtener una junta uniforme en la superficie expuesta del hormigón. Durante la colocación, la superficie de la mezcla deberá quedar ligeramente por encima de la superficie inferior de dichos listones en forma que se obtenga un borde liso en la cara expuesta del hormigón.

Cuando las superficies del hormigón vayan a recibir el acabado F3 o F4, según se especifica en el numeral 11.3.15, las formaletas deberán colocarse en tal forma que las marcas de las juntas queden alineadas horizontal y verticalmente. Las formaletas que se usen para cada una de las superficies que vayan a recibir dicho acabado deberán ser del mismo tipo.

11.3.6.2 Formaletas superiores

El Contratista deberá usar formaletas para las superficies del hormigón cuyas pendientes sean superiores a 15° respecto de la horizontal. Para las superficies con pendientes entre 15° y 30°, las formaletas serán elementos prefabricados de fácil remoción. Una vez que el hormigón se haya endurecido lo suficiente, en forma que no haya posibilidad de corrimiento del mismo,

se retirarán las formaletas y se aplicarán los acabados que se especifican en el numeral 11.3.15 para superficies no formaleteadas.

11.3.6.3 Formaletas para revestimiento de excavaciones subterráneas

Las formaletas para revestimiento de excavaciones subterráneas deberán tener longitudes que permitan que cada colocación se ejecute completamente sin interrupción. Las formaletas para túneles deberán estar provistas de ventanas no menores de 0,45 m por 0,60 m localizadas a intervalos regulares no mayores de 2,50 m que permitan la colocación, inspección y vibrado del hormigón. Cada una de estas ventanas estará provista de una plataforma de acceso a la misma, que sea segura y conveniente. Las ventanas terminales para la colocación de hormigón de cada túnel no deberán estar localizadas a más de 1,20 m de los extremos de la formaleta.

Las curvas y transiciones de los túneles se construirán en cuidadosa correspondencia con las líneas, curvaturas y pendientes mostradas en los planos, y a menos que éstos indiquen algo diferente, El Contratista no formaleteará dichas curvas por medio de formaletas rectas colocadas tangencialmente a las superficies requeridas. Cuando sea necesario las formaletas de madera deberán ensamblarse en forma tal que provean superficies ajustadas y lisas. Las formaletas se construirán de tal manera que las marcas de empalme sigan, por lo general, las líneas del flujo del agua. Después de que las formaletas se hayan construido deberán corregirse todas las imperfecciones, esconderse todos los clavos y limarse cualquier aspereza o angulosidad de la superficie de las formaletas hasta que se obtenga la curvatura requerida.

Los bloques, sardineles, pedestales y otros aditamentos que se utilicen para soportar las formaletas, deberán ser sometidos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN, quien basada en las repercusiones que dichos aditamentos puedan ocasionar sobre las propiedades estructurales de la sección del revestimiento y el acabado requerido, aceptará o rechazará el empleo de tales aditamentos. Ninguna parte o sección de los soportes embebidos deberá quedar a menos de 10 cm de la superficie del revestimiento y las superficies de dichos soportes se considerarán como juntas de construcción y se tratarán de acuerdo con lo especificado en el numeral 11.3.7.

El Contratista deberá suministrar y colocar elementos adicionales que permitan que la superficie lateral del hormigón sea siempre vertical, durante la colocación, de tal modo que se obtengan juntas de construcción verticales. Las juntas de construcción entre la solera y las paredes se harán en la forma mostrada en los planos o aprobada por LA SUPERVISIÓN.

11.3.7 Juntas en el hormigón

11.3.7.1 Generalidades

Se dejarán juntas de construcción, contracción y dilatación en los sitios y de acuerdo con los detalles mostrados en los planos o según lo indique LA SUPERVISIÓN. El Contratista no deberá introducir juntas adicionales o modificar el diseño o la localización de las juntas mostradas en los planos o aprobadas por LA SUPERVISIÓN sin la previa aprobación por escrito de esta última.

En las superficies expuestas, las juntas serán horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique algo diferente.

El hormigón en las superficies de las juntas, deberá permanecer inalterado durante los primeros días después de su colocación, y no se permitirá el tráfico de equipos sobre el nuevo hormigón hasta tanto éste haya endurecido lo suficiente para que dicho tráfico pueda realizarse sin causar daño alguno según lo apruebe LA SUPERVISIÓN. Se dejarán llaves en las juntas de acuerdo con lo indicado en los planos o lo requerido por LA SUPERVISIÓN.

No se permitirán en ningún caso juntas frías, es decir, en el caso de que el equipo sufra daños o que, por cualquiera otra razón, se interrumpa la colocación continua de la mezcla, El Contratista deberá consolidar el hormigón mientras se encuentre en estado plástico y conformar una superficie con pendiente uniforme y estable en el sitio de la junta. Si las

operaciones no se reanudan dentro de un periodo de una hora después de dicha interrupción, se deberá suspender la colocación de hormigón a menos que LA SUPERVISIÓN indique algo diferente, hasta cuando el hormigón haya fraguado lo suficiente para que su superficie pueda convertirse en una junta de construcción, según se indica en el numeral 11.3.7.2. Antes de reanudar la colocación de la mezcla, la superficie del hormigón deberá prepararse y tratarse según se especifica para juntas de construcción en los numerales 11.3.7.2 y 11.3.11.2.

Los sellos de cloruro de polivinilo PVC y metálicos así como los materiales sellantes y llenantes que se utilicen en las juntas, deberán cumplir con las especificaciones del Capítulo 12 - Requisitos especiales para obras de hormigón -.

Si LA SUPERVISIÓN así lo considera necesario El Contratista deberá inyectar las juntas, según se especifica en el Capítulo 10 - Inyecciones a presión y huecos de drenaje -.

11.3.7.2 Juntas de construcción

Se denominan juntas de construcción a las superficies sobre o contra las cuales se va a colocar hormigón y a las cuales debe adherirse el nuevo hormigón y que han llegado a adquirir un grado de rigidez tal que el nuevo hormigón no pueda incorporarse monolíticamente al hormigón anterior.

Además de las juntas de construcción mostradas en los planos de licitación, se indicarán posteriormente otras juntas de construcción en los planos suministrados por LA SUPERVISIÓN durante la ejecución de la obra. El Contratista podrá proponer a LA SUPERVISIÓN que la localización de las juntas de construcción se efectúe en sitios distintos de los que se muestran en los planos u otras adicionales. Sin embargo, LA SUPERVISIÓN aceptará las modificaciones planteadas por El Contratista únicamente cuando las considere convenientes y se reservará el derecho de rechazar los cambios propuestos. En caso de que LA SUPERVISIÓN acepte la relocalización de juntas de construcción en cualquier parte de una estructura después de que se le hayan suministrado al Contratista los correspondientes planos de refuerzo, este último deberá revisar dichos planos por su cuenta y someter las respectivas revisiones a la aprobación de LA SUPERVISIÓN; cualquier demora u obra adicional que de este cambio se desprenda, no será motivo de reclamo por parte del Contratista, en cuanto a extensiones en el plazo o compensación adicional.

Para evitar bordes en ángulo agudo, las juntas de construcción horizontales que se intercepten con superficies inclinadas expuestas deberán inclinarse por lo menos 15 cm antes de las superficies expuestas, de manera que el ángulo formado por la junta y la superficie expuesta no sea inferior a 50 grados.

Las juntas podrán llevar sello metálico o de PVC, con llave o no, según se indique en los planos o lo apruebe LA SUPERVISIÓN.

Antes de colocar hormigón nuevo sobre o contra una junta de construcción, la superficie de la junta deberá limpiarse y tratarse de acuerdo con lo especificado en las Secciones 11.3.8, 11.3.9 y 11.3.11.

11.3.7.3 Juntas de contracción.

Las juntas de contracción mostradas en los planos se construirán encofrando el hormigón en uno de los lados de la junta y permitiendo que éste fragüe antes de colocar el hormigón en el lado adyacente de la misma junta. Al menos que las juntas de contracción vayan a ser inyectadas con lechada, la superficie del hormigón en uno de los lados de la junta deberá recibir una capa de material adecuado que evite la adherencia antes de colocar el hormigón en el lado adyacente de la junta, como se especifica en el Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón -.

11.3.7.4 Juntas de dilatación

Las juntas de dilatación con llenante deberán construirse de acuerdo con lo indicado en los planos u ordenado por LA SUPERVISIÓN. Cuando las juntas de dilatación se construyan para obtener superficies que se deslicen una contra otra, se deberá aplicar a una de dichas superficies una capa de material bituminoso que evite la adherencia.

Las juntas llevarán materiales sellante y lletante, con sellos de PVC o metálicos, según se indica en los planos.

11.3.8 Tratamiento de juntas de construcción

11.3.8.1 Juntas horizontales

Las juntas de construcción horizontales que tengan superficies abiertas y accesibles deberán prepararse para recibir la fundida siguiente por medio de chorros de arena húmeda o corte con chorro de aire-agua a presión (corte verde) como se especifica más adelante. Si la superficie de la Junta está congestionada con refuerzo o es inaccesible, o si LA SUPERVISIÓN considera que esta superficie no deba disturbarse antes de obtenerse el fraguado final, no se permitirá el "Corte Verde" y se exigirá el tratamiento con chorro de arena húmeda o con buharda. No se permitirá el uso de retardantes de fraguado superficial.

Corte verde

El "Corte Verde" deberá hacerse después del fraguado inicial pero antes de que el hormigón haya obtenido el fraguado final. La superficie deberá cortarse con un chorro de aire-agua a alta presión, para remover la lechada superficial y para que quede expuesto un agregado limpio y sano. Después del corte, la superficie deberá lavarse hasta que desaparezca toda turbiedad del agua del lavado.

Chorro de arena húmeda

La limpieza con chorro de arena húmeda deberá efectuarse inmediatamente antes de la colocación de la siguiente fundida. La operación deberá continuarse hasta remover todo el hormigón no aceptable, toda la lechada superficial y cualquier otro material extraño. Finalmente, la superficie de hormigón deberá lavarse para remover todo el material suelto.

11.3.8.2 Juntas verticales

Las juntas de construcción verticales deberán limpiarse con chorro de arena húmeda o con buharda según lo apruebe LA SUPERVISIÓN.

11.3.9 Preparación para la colocación

Por lo menos 48 horas antes de colocar hormigón en cualquier lugar de la obra, El Contratista deberá notificar por escrito a LA SUPERVISIÓN el sitio donde proyecta realizar la colocación del hormigón con el fin de darle suficiente tiempo para verificar y aprobar dicha colocación. No se podrá colocar hormigón en ningún sitio hasta tanto LA SUPERVISIÓN no haya inspeccionado y aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que quedarán en contacto con el hormigón que se vaya a colocar en dicho sitio. LA SUPERVISIÓN establecerá procedimientos para revisar y aprobar cada sitio antes de la colocación del hormigón, y El Contratista deberá acatar dichos procedimientos.

No se permitirá la colocación de encofrados, ni la colocación de hormigón en ninguna sección de la estructura, mientras que no se haya terminado en su totalidad la excavación para dicha sección, incluyendo la limpieza final y remoción de soportes hasta más allá de los límites de la sección, de manera que las excavaciones posteriores no interfieran, disturben o afecten el

encofrado, el hormigón o las fundaciones sobre las cuales el hormigón vaya a estar colocado o en contacto. No deberá colocarse hormigón en áreas donde, a juicio de LA SUPERVISIÓN las operaciones de voladura que lleve a cabo El Contratista puedan afectar el hormigón o las fundaciones sobre las cuales vaya a estar colocado.

LA SUPERVISIÓN hará cumplir estrictamente las estipulaciones sobre el empleo de explosivos en sitios vecinos a las estructuras de hormigón, según se especifica en los Capítulos 2 – Excavaciones en corte abierto - y 4 – Excavaciones subterráneas -.

Sin la previa autorización de LA SUPERVISIÓN no se podrá colocar hormigón bajo agua. Se evitará por todos los medios que el agua lave, se mezcle o se infiltre dentro del hormigón.

Todas las superficies sobre o contra las cuales se coloque el hormigón, incluyendo las superficies de las juntas de construcción entre colocaciones sucesivas de hormigón, así como el refuerzo, las partes embebidas y las superficies de roca, deberán estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, escombros, grasa, aceite, mortero o lechada, partículas sueltas u otras sustancias perjudiciales. La limpieza incluirá el lavado por medio de chorros de agua y aire a presión, excepto para superficies del suelo en las que este método no será obligatorio. Las fundaciones en suelo no rocoso y contra las cuales se coloque el hormigón, se humedecerán completamente para que no absorban el agua del hormigón recién colocado.

En los sitios donde se deba colocar malla de acero sobre superficies rocosas, El Contratista deberá remover de dichas superficies cualquier acumulación de material suelto retenido por la malla, antes de efectuar cualquier colocación de hormigón, según lo apruebe LA SUPERVISIÓN.

11.3.10 Transporte

El hormigón deberá transportarse de las mezcladoras al sitio de colocación final utilizando medios que eviten la segregación, pérdida o adición de materiales y que aseguren que la diferencia máxima en el asentamiento de muestras de hormigón tomadas en la mezcladora y en los encofrados no exceda de 2,5 cm. El hormigón deberá protegerse contra la intemperie durante su transporte, y los recipientes del hormigón o bandas transportadoras deberán cubrirse cuando así lo requiera LA SUPERVISIÓN.

Los sistemas de transporte o conducción del hormigón estarán sujetos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN; esta aprobación está condicionada a que el asentamiento o segregación no exceda los límites especificados.

Sin la aprobación previa de LA SUPERVISIÓN, El Contratista no podrá transportar el hormigón por medio de sistemas de bombeo, cuando la distancia de acarreo sea mayor de 300 m.

Cuando el hormigón se vaya a transportar en vehículos a distancias mayores de 600 m, el transporte se hará en camiones mezcladores o en su defecto, se mezclará de nuevo inmediatamente antes de su colocación, siguiendo métodos aprobados por LA SUPERVISIÓN. Cuando se usen camiones mezcladores para transporte del hormigón, cada mezcladora deberá tener en un lugar visible una placa metálica en la que se indiquen los diferentes usos para los cuales se ha diseñado, la capacidad del tambor en términos del volumen del hormigón mezclado, y la velocidad de rotación del tambor o de las cuchillas.

Cada mezcladora deberá estar provista de un instrumento que marque el número de revoluciones del tambor o de las cuchillas.

Las vagonetas para el transporte del hormigón deberán tener compuertas de descargue que funcionen rápidamente, para evitar que se obstruya el suministro del hormigón.

11.3.11 Colocación

11.3.11.1 Generalidades

La colocación del hormigón deberá realizarse solamente en presencia de LA SUPERVISIÓN excepto en determinados sitios específicos, previamente aprobados por ella misma. El hormigón no se colocará bajo la lluvia excepto cuando así lo apruebe LA SUPERVISIÓN, en cuyo caso el permiso se dará solamente cuando El Contratista suministre cubiertas que, en opinión de LA SUPERVISIÓN sean adecuadas para la protección del hormigón durante su colocación y hasta cuando éste haya fraguado.

El hormigón se depositará lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de los vibradores.

Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación de hormigón deberán permitir una buena regulación de la cantidad de hormigón que se deposite, para evitar así que éste salpique, o que se produzca segregación cuando el hormigón caiga con demasiada presión, o que choque o golpee contra los encofrados o el refuerzo. No se permitirá que el hormigón caiga libremente desde alturas mayores de 1,5 m, sin la previa aprobación de LA SUPERVISIÓN. A menos que se especifique algo diferente, el hormigón deberá colocarse en capas continuas horizontales, cuya profundidad no exceda de 0,5 m. LA SUPERVISIÓN podrá exigir profundidades aún menores cuando lo estime conveniente, si las considera necesarias para la adecuada realización del trabajo.

Cada capa de hormigón deberá consolidarse hasta obtener la mayor densidad posible, deberá quedar exenta de huecos y cavidades causados por el agregado grueso, y deberá llenar completamente todos los espacios de los encofrados y adherirse completamente a la superficie de los elementos embebidos. No se colocarán nuevas capas de hormigón mientras que las anteriores no se hayan consolidado completamente según lo especificado, ni tampoco deberán colocarse después de que la anterior haya empezado a fraguar con el fin de evitar daños al hormigón recién colocado y la formación de juntas frías, según lo descrito en el numeral 11.3.7.1.

Cuando se utilice equipo de bombeo, se dispondrá de por lo menos dos bombas, con el fin de asegurar el suministro continuo de hormigón en caso de que se dañe una de ellas. Se permitirá el uso de un "slugger" de aire con las bombas de hormigón, siempre y cuando el terminal de la línea se sumerja en el hormigón. El bombeo del hormigón deberá continuarse hasta que el extremo de la tubería de descarga se saque completamente del hormigón recién colocado.

No deberá usarse hormigón al que se le haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo hormigón que haya endurecido hasta tal punto que no se pueda colocar adecuadamente, será desechado.

El Contratista deberá tener especial cuidado de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del hormigón por lo menos durante veinticuatro horas después de que el hormigón se haya colocado.

11.3.11.2 Capas de mortero en superficies de roca y juntas de construcción

Las superficies sobre o contra las cuales se vaya a colocar hormigón deberán estar limpias y humedecidas, según lo especificado en el numeral 11.3.9.

Antes de colocar el hormigón las superficies de roca horizontales o casi horizontales deberán cubrirse, donde esto sea posible, con una capa de mortero fresco de un centímetro de espesor, y las superficies de hormigón encofradas se cubrirán con una capa de lechada fresca con excepción de las superficies horizontales o casi horizontales dentro de los túneles. El mortero deberá tener las mismas proporciones del hormigón utilizado, su relación agua-cemento no deberá exceder la del hormigón que se vaya a colocar y su consistencia deberá ser la que se requiera para colocarlo y extenderlo uniformemente en forma que cubra completamente las irregularidades de la superficie. El hormigón se colocará inmediatamente después de que se

haya colocado el mortero fresco. Este mortero y la lechada se colocarán por y a costa del Contratista. En áreas confinadas o donde el hormigón se vaya a colocar a través del refuerzo, no se colocará mortero o lechada sobre las respectivas superficies, sin embargo, podrá utilizarse una capa inicial de hormigón, rica en cemento, si así lo requiere LA SUPERVISIÓN.

Cuando sea posible se cubrirán las juntas de construcción encofradas, con una capa de lechada de cemento antes de colocar el hormigón; para tal efecto, se repararán dichas juntas con cepillos de cerdas fuertes y saturadas con lechada fresca. En los sitios donde sea posible aplicar la lechada de cemento se tomarán precauciones especiales para que el hormigón se adhiera íntimamente a la superficie de las juntas, extendiendo el hormigón cuidadosamente con herramientas apropiadas.

11.3.11.3 Consolidación del hormigón

El hormigón se consolidará mediante vibración hasta obtener la mayor densidad posible de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de hormigón, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes, y en posición casi vertical. La cabeza del vibrador deberá penetrar profundamente dentro del hormigón para someter de nuevo a vibraciones las capas subyacentes. La capa superior de cada colocación deberá someterse de nuevo a vibraciones sistemáticas para que el hormigón mantenga su plasticidad. No se deben colocar nuevas capas de hormigón mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas. Deberá tenerse cuidado de que la cabeza vibratoria no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse. La consolidación del hormigón deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo proyectado, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el hormigón en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deben operarse a velocidades de por lo menos 7000 r.p.m.

La consolidación del hormigón para revestimiento de túneles se efectuará por medio de vibradores de inmersión y de encofrados y se operarán a velocidades de por lo menos 8000 r.p.m. Los vibradores de encofrados se operarán a distancias máximas de 1,20 m y muy cerca de la curva o pendiente del hormigón en las paredes laterales y en los ramales del arco. En la corona o clave, es necesario coordinar muy bien la localización de los vibradores de encofrados, la posición del terminal de la tubería de descarga y la operación de los vibradores para poder obtener un máximo de llenado de hormigón en dicho lugar y evitar que a partir de ese sitio el hormigón se sedimente o fluya debido a la localización incorrecta o a una vibración mal regulada.

La consolidación del hormigón masivo se efectuará por medio de vibradores de inmersión, diseñados para trabajar en esta clase de hormigón. Estos vibradores deberán operarse a velocidades de por lo menos 6000 r.p.m. Cada m³ de hormigón deberá vibrarse por lo menos durante 1½ minutos, en forma continua y bien repartida. En algunos vaciados de hormigón será necesario aplicar una mayor vibración, a la antes mencionada, para obtener la misma apariencia de consolidación general y mezcla en los bordes con otros hormigones. Es necesario vibrar más de lo corriente las superficies donde el hormigón recién colocado se junte con hormigón colocado anteriormente debiendo el vibrador penetrar profundamente y a cortos intervalos a lo largo de estas superficies de contacto. La vibración del hormigón masivo debe continuarse hasta que las burbujas de aire aprisionado hayan dejado de salir. Deberá efectuarse vibración sistemática adicional a lo largo de las formaletas. Los vibradores deberán operarse en posición vertical y a una profundidad suficiente para que penetren por lo menos 15 cm dentro de la capa colocada anteriormente. La primera capa sobre una junta de construcción deberá vibrarse en toda su profundidad con una distribución de penetración que asegure la consolidación total del nuevo hormigón en la junta.

Al compactar la superficie de un vaciado de hormigón, las partículas más gruesas del agregado que vayan quedando localizadas en la superficie deberán embeberse completamente dentro del hormigón. No deberán usarse vibradores de superficie o "puddlers". Se evitará la aplicación de vibración excesiva en la parte superficial del hormigón. Para aquellas superficies donde se haya especificado un acabado F4 se deberá prestar especial atención a la vibración para evitar que la superficie sufra picaduras.

Cuando se utilice una guía, el hormigón deberá colocarse antes que la guía y consolidarse con vibradores internos para lograr un llenado completo de hormigón por debajo de la guía. Además, su velocidad de avance deberá ajustarse de tal forma que no queden espacios vacíos por movimientos rápidos de ella, según lo requiera LA SUPERVISIÓN.

Siempre que sea posible, deben evitarse juntas frías en revestimiento de túneles. En el caso de que se haga necesario hacer alguna junta fría por una interrupción inevitable en la colocación del hormigón, El Contratista consolidará completamente el hormigón mientras dure la plasticidad del mismo, hasta obtener una uniformidad aceptable y una superficie estable de la junta. El hormigón en la superficie de las juntas frías deberá limpiarse y humedecerse tal como se requiere en juntas de construcción, antes de cubrirse con mortero fresco y hormigón.

11.3.12 Remoción de encofrados

Los encofrados no deberán removerse sin previa autorización de LA SUPERVISIÓN. Con el fin de que el curado y la reparación de las imperfecciones de la superficie se realicen a la mayor brevedad posible, los encofrados generalmente deberán removerse tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para soportar las cargas a que esté sometido en ese momento, con lo cual se evitará cualquier daño al quitarlos. En ningún caso estos tiempos serán inferiores a los establecidos en la Norma ACI 347 (numeral 3.7.2.3).

Los encofrados deberán removerse en tal forma que no se ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras, o cualquier otro daño al hormigón. Si se hace necesario acuñar los encofrados del hormigón que se hayan aflojado, deberán usarse solamente cuñas de madera. Los encofrados y la obra falsa sólo se podrán retirar cuando el hormigón haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta, y siempre y cuando la remoción no cause al hormigón ningún daño.

Para evitar esfuerzos excesivos en el hormigón, debidos a expansión o deformaciones de los encofrados, los encofrados de madera para las aberturas de los muros deberán removerse tan pronto como sea posible sin causar daño al hormigón; para facilitar dicha operación los encofrados deben construirse en forma especial.

Los encofrados para revestimiento de las excavaciones subterráneas deberán permanecer en su lugar por lo menos 24 horas después de haberse completado la colocación y hasta que la resistencia del hormigón sea tal que pueda soportar cualquier esfuerzo al cual pudiera someterse.

Previa aprobación de LA SUPERVISIÓN, El Contratista podrá dejar permanentemente en su sitio los encofrados para superficies de hormigón que no queden expuestas a la vista después de terminada la obra y que estén tan cerca de superficies excavadas en la roca que sean difíciles de remover. La aprobación dada por LA SUPERVISIÓN para la remoción de los encofrados no exime en ninguna forma al Contratista de la obligación que tiene de llevar a cabo dicha operación únicamente cuando el hormigón haya endurecido lo suficiente para evitar así toda clase de daños; El Contratista deberá reparar por su propia cuenta, y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN cualquier daño causado al remover los encofrados.

11.3.13 Curado del hormigón

11.3.13.1 Generalidades

A menos que se especifique lo contrario, el hormigón deberá curarse manteniendo sus superficies permanentemente húmedas, según se especifica en el numeral 11.3.13.2 de este numeral; el curado con agua se hará durante un período de por lo menos 14 días después de la colocación del hormigón, o hasta cuando la superficie se cubra con más hormigón. LA SUPERVISIÓN podrá aprobar métodos alternativos propuestos por El Contratista, pero en ningún caso se permitirá el curado con membrana en las superficies para las cuales se hayan especificado los acabados U3 y F4, en las superficies de juntas de construcción o en las superficies que se vayan a pañetar o pintar.

Por lo menos 30 días antes de usar métodos de curado diferentes al curado con agua, El Contratista deberá notificar e informar a LA SUPERVISIÓN al respecto. El equipo y los materiales para curado deberán estar disponibles en el sitio de la colocación del hormigón.

11.3.13.2 Curado con agua

Cuando se emplee agua para curar superficies de hormigón para las cuales se hayan especificado los acabados U1, U2, F1, F2 y F3, el curado se hará cubriendo dichas superficies con un tejido de yute saturado de agua, o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo aprobado por LA SUPERVISIÓN que conserve húmedas continuamente, y no periódicamente, las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el hormigón haya fraguado lo suficiente hasta el final del periodo de curado especificado.

Cuando se use agua para curar superficies para las que se especifican los acabados U3 y F4, el curado se hará por medio de un rociador de acción continua. El agua que se use para el curado del hormigón deberá cumplir con lo especificado en el numeral 11.3.1 para el agua destinada a usarse en mezclas de hormigón.

11.3.13.3 Curado con membrana

Cuando LA SUPERVISIÓN autorice el curado del hormigón con membrana, éste se hará aplicando un compuesto sellante que al secarse forme una membrana impermeable en la superficie del hormigón. El compuesto sellante deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-309 para compuestos líquidos del Tipo 2. de acuerdo con lo aprobado por LA SUPERVISIÓN y deberá tener consistencia y calidad uniforme en todos los recipientes y envíos.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto sellante, así como también la frecuencia de su aplicación, deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, aprobadas por LA SUPERVISIÓN. El compuesto sellante se esparcirá en una sola capa sobre la superficie del hormigón con el fin de obtener una membrana uniforme continua. En las superficies rugosas la tasa de aplicación del compuesto deberá aumentarse en la medida en que esto sea necesario para obtener una membrana continua. El compuesto sellante que se vaya a usar en superficies no encofradas se aplicará inmediatamente después de concluir el tratamiento para los respectivos acabados. Cuando el compuesto se vaya a usar en superficies encofradas, éstas deberán humedecerse aplicando un chorro suave de agua inmediatamente después de retirar las formaletas y deberán mantenerse húmedas hasta cuando cese la absorción de agua. Tan pronto como desaparezca la película superficial de humedad, pero mientras la superficie tenga aún una apariencia húmeda, se aplicará el compuesto sellante. Se deberá tener especial cuidado en que el compuesto cubra completamente los bordes, esquinas y rugosidades de las superficies encofradas. Todo compuesto que se aplique a superficies de hormigón a las cuales se vayan a reparar las imperfecciones a que se refiere el numeral 11.3.16, deberá removerse completamente por medio de chorros de arena húmeda. Una vez que estas superficies se hayan reparado a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, deberán cubrirse de nuevo con compuesto sellante y de acuerdo con lo especificado.

La membrana deberá protegerse permanentemente, de acuerdo con las instrucciones de LA SUPERVISIÓN. Cuando sea inevitable el tráfico sobre la superficie del hormigón, ésta deberá cubrirse con una capa de arena o de otro material aprobado como capa protectora.

11.3.14 Tolerancias

Las irregularidades admisibles en las superficies del hormigón para los distintos acabados que se especifican en el numeral 11.3.15, deberán distinguirse de las tolerancias, las cuales se definen como las variaciones permisibles en el hormigón con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos u ordenadas por LA SUPERVISIÓN. El objeto de este numeral es establecer tolerancias consistentes con la práctica constructiva actual, pero determinadas con base en el efecto que las desviaciones permisibles puedan tener sobre las funciones estructurales u operativas de las construcciones. El Contratista deberá instalar y

mantener los encofrados en forma adecuada para que la obra terminada cumpla con las tolerancias especificadas.

Con sujeción a lo especificado en el numeral 11.3.15, y a menos que los planos o LA SUPERVISIÓN indiquen algo diferente, las desviaciones de las líneas de las estructuras de hormigón con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos, serán las que se establecen enseguida.

11.3.14.1 Tolerancias generales

Excepto cuando se especifique lo contrario, las tolerancias para todas las estructuras serán como sigue:

Localización		Longitud y Tolerancia	
(1)	Variación del contorno lineal, construido con respecto a la posición establecida en la planta	En 3 m	5 mm
		En 6 m	10 mm
		En 12 m o más	20 mm
(2)	Variación con respecto a la vertical, a los planos inclinados y a las superficies curvas de las estructuras, incluyendo las líneas y superficies de muros y juntas verticales	En 3 m	5 mm
		En 6 m	10 mm
		En 12 m o más	20 mm
(3)	Lo mismo que el numeral (2) pero para superficies que vayan a estar en contacto con rellenos	En 3 m	25 mm
		En 6 m	40 mm
		En 12 m ó más	75 mm
(4)	Variaciones con respecto a los niveles y pendientes indicados en los planos	En 3 m	5 mm
		En 10 m	15 mm
(5)	Lo mismo que en numeral (4), pero para superficies que vayan a estar en contacto con rellenos	En 3 m	10 mm
		En 10 m	30 mm
(6)	Variación en las dimensiones de las secciones transversales de columnas, vigas, contrafuertes, estribos y similares		- 5 mm + 15 mm
(7)	Desviación en el espesor requerido de losas, muros y similares		- 5 mm + 15 mm
(8)	Variación en las dimensiones de peldaños: Contrahuella Paso		± 5 mm ± 10 mm
(9)	Diferencia de alineamiento entre las superficies de hormigón y los elementos embebidos		1,5 mm
(10)	Variación en las dimensiones de aberturas encofradas		5 mm
(11)	Desviaciones en la localización de sellos:		
		Perpendicular al plano del sello En el plano del sello	± 20 mm ± 15 mm

11.3.14.2 Tolerancias específicas

Las siguientes tolerancias se aplican solamente a la estructura especificada.

Localización		Tolerancia
(1)	Variación en el alineamiento y pendiente de los revestimientos subterráneos con referencia a una línea y pendiente establecidas	10 mm
(2)	Variación del espesor de los revestimientos de las excavaciones subterráneas, en cualquier punto, en relación con el espesor requerido.	Menos 0 mm

Localización		Tolerancia
(3)	Variación interior de las dimensiones de los revestimientos de las excavaciones subterráneas en relación con las dimensiones requeridas.	± 25 mm

11.3.15 Acabados

11.3.15.1 Generalidades

Las tolerancias admisibles para el hormigón, indicadas en los planos o especificadas en el numeral 11.3.14 se diferenciarán de las irregularidades superficiales, de acuerdo con lo que se describe a continuación:

A menos que se indique algo diferente, las superficies acabadas deberán ser lisas, sólidas, suaves y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas y cualesquiera otros defectos o irregularidades, y deberán así mismo cumplir con todos los requisitos establecidos para el acabado correspondiente, especificado en este numeral o indicado en los planos.

Los acabados de las superficies de hormigón deberán ser ejecutados por personal especializado en este trabajo, en presencia del representante de LA SUPERVISIÓN.

Las irregularidades superficiales se denominan bruscas y suaves. Las irregularidades bruscas incluyen las salientes causadas por desplazamiento, mala colocación o cualquier defecto de las formaletas; estas irregularidades se determinarán por medición directa. Irregularidades suaves se medirán con una regla patrón de 3,0 m de largo, o su equivalencia para superficies curvas, suministrada por LA SUPERVISIÓN. Estas irregularidades se medirán en términos de la desviación de la superficie del hormigón respecto del borde de la regla patrón cuando ésta se mantiene firmemente en contacto con dicha superficie.

A menos que los planos o LA SUPERVISIÓN indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua, y que en los planos se muestran como horizontales, deberán tener pendientes de aproximadamente un centímetro por cada metro. Las superficies extensas deberán tener pendientes en más de una dirección con el fin de facilitar la escorrentía, según lo determine LA SUPERVISIÓN.

11.3.15.2 Acabados de superficies encofradas

Los acabados de las superficies del hormigón encofrado se designan por F1, F2, F3 y F4, según se indica a continuación:

Acabado F1

Se aplica a las superficies encofradas sobre o junto a las cuales se colocará material de relleno. Para estas superficies no se requiere tratamiento especial después de retiradas las formaletas aparte de la reparación de hormigón defectuoso y el llenado de los huecos de los sujetadores.

Acabado F2

Se aplica a las superficies encofradas que no queden permanentemente ocultas por material de relleno, para las cuales no se especifiquen los acabados F3 ó F4. Este acabado será de apariencia uniforme y no requiere tratamiento especial aparte de la reparación del hormigón defectuoso, el llenado de los huecos, la remoción de irregularidades bruscas que excedan de 5 mm y la reducción de las irregularidades suaves para que éstas no excedan de 10 mm.

Acabado F3

Se aplica a las superficies encofradas expuestas a la vista del público y cuya apariencia y textura exterior es de especial importancia a juicio de LA SUPERVISIÓN. Una vez terminada la reparación del hormigón defectuoso y el llenado de los huecos, las superficies tratadas con este acabado deberán ser de apariencia y textura uniformes. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 5,0 mm en el caso de irregularidades suaves y de 3,0 mm en el caso de irregularidades bruscas. No se permitirán irregularidades bruscas en las juntas de construcción. Además de la reparación del hormigón defectuoso y de la remoción de rebabas, salientes y de otras irregularidades, este acabado incluirá, si LA SUPERVISIÓN lo considera necesario, el frotamiento con tela de fique con el fin de rellenar los agujeros de aire, según se especifica en el numeral 11.3.15.2.4.

Acabado F4

Este acabado se aplicará a las superficies encofradas para las cuales son importantes el alineamiento, la densidad y el emparejamiento de la superficie, como prevención contra los efectos destructivos de la acción del agua. Son esenciales las superficies duras, lisas, densas y libres de depresiones, escamas, huecos e irregularidades, por lo tanto, se deberá tener especial cuidado al montar los encofrados y al colocar el hormigón para asegurar así un acabado de alta calidad. Las rugosidades bruscas paralelas a la dirección del flujo, no deberán exceder de 5,0 mm, y las que no sean paralelas de 1,5 mm. Las irregularidades suaves no deberán exceder de 5,0 mm, ni deberán tener una pendiente o relación de altura a longitud mayor de 1 a 50. Las rugosidades bruscas que excedan estos límites serán eliminadas y las irregularidades suaves se reducirán por lijado hasta que se obtengan los límites especificados, para lo cual se usará un equipo de lijado cuya cabeza tenga suministro de agua a presión. Las superficies con huecos que tengan una dimensión mayor de 10 mm deberán frotarse con tela de fique, tan pronto como sea posible, y una vez que los encofrados se hayan removido; pero esta operación no se realizará antes de que se hagan en la superficie los resanes correspondientes. Las superficies que se sometan a frotamientos con tela de fique deberán humedecerse con agua y dejarse secar, y una vez que el hormigón esté casi seco, se aplicará a la superficie una capa de mortero formado de una parte de cemento y dos partes por volumen, de arena bien gradada, que pase por el tamiz No. 30, todo mezclado con agua hasta obtener una consistencia de pintura gruesa. Posteriormente, la superficie se frotará vigorosamente con tela de fique. El mortero después de este tratamiento deberá tener una apariencia uniforme y deberá haber llenado todas las picaduras, burbujas y huecos. El Contratista sustituirá, si así lo requiere LA SUPERVISIÓN, una porción de cemento en el mortero mencionado por cemento blanco para obtener un color que coincida con el del hormigón adyacente; mientras que la superficie esté todavía plástica, deberá frotarse con tela de fique y con una mezcla de los mismos materiales y proporciones del mortero aplicado anteriormente. El mortero que no se use como relleno deberá removerse de la superficie.

11.3.15.3 Acabados de superficies no encofradas

Los acabados de las superficies no encofradas se designan por U1, U2, U3 y U4, según se especifica más adelante. Las superficies no encofradas que no se designen por uno de estos símbolos, no requerirán tratamiento especial aparte de la consolidación hasta las líneas regulares, para obtener drenaje adecuado de acuerdo con lo especificado.

Acabado U1 (Acabado con regla emparejadora)

Se aplica a las superficies no encofradas que se vayan a cubrir con otros materiales, o que no requieran una superficie uniforme. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en nivelar y emparejar el hormigón para obtener una superficie uniforme. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 10 mm.

Acabado U2 (Acabado con llana de madera)

Se aplica a las superficies no encofradas permanentemente expuestas, que no requieran los acabados U3 ó U4. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en el emparejamiento y nivelación adecuados para obtener superficies uniformes en las cuales las

irregularidades de las superficies no excedan de 5,0 mm así como en el alisado con llana de madera. El alisado deberá iniciarse tan pronto como la superficie haya endurecido suficientemente, y deberá aplicarse hasta obtener una superficie libre de marcas de regla y uniforme en color y textura.

Acabado U3 (Acabado con palustre metálico).

Se aplica a las superficies no encofradas, donde se requiere un alineamiento exacto. Las superficies deberán ser densas, uniformes, libres de manchas y marcas, para prevenir los efectos destructivos de la acción del agua, o en cualquier otro sitio, según lo indiquen los planos o lo requiera LA SUPERVISIÓN. La superficie deberá recibir inicialmente un tratamiento igual al que se especifica para el acabado U2, seguido por un alisado con palustre tan pronto como la superficie haya endurecido lo suficiente, para prevenir que el material fino salga a la superficie. La nivelación con palustre metálico deberá hacerse aplicando presión, de manera que se empareje la textura arenosa de la superficie alisada y se produzca una superficie densa, uniforme, y libre de manchas y marcas. No se permitirán rugosidades bruscas y las irregularidades suaves no deberán exceder de 5 mm o de una relación de altura a longitud de 1 a 50. Las irregularidades bruscas deberán eliminarse y las irregularidades suaves se reducirán por lijamiento a los límites especificados, tal como se especifica en el numeral 11.3.15.2.4.

Acabado U4 (Acabado con cepillo)

Se aplica a las superficies no encofradas de hormigón colocado en andenes o pisos. La superficie deberá pulirse inicialmente como se especifica para el acabado U2 y cepillarse después en ángulo recto a la pendiente de la superficie, con un cepillo de cerdas rígidas, o según lo requiera LA SUPERVISIÓN.

Acabado para la cara de hormigón de la presa

El acabado para la cara de hormigón de la presa deberá ser del tipo U2. Para conseguir este acabado se utilizará una formaleta deslizante o una regla recta. El Contratista deberá presentar para aprobación de LA SUPERVISIÓN detalles completos del método y equipo que intenta utilizar en la obra para el acabado de la losa. El método y equipo propuesto deberán ser tales que permitan una operación longitudinal continua a una rata uniforme. La máxima rata de acabado deberá ser la que apruebe LA SUPERVISIÓN con base en la experiencia que se obtenga en la obra. En ningún caso la rata de acabado deberá ser mayor que aquella que cause hinchamiento de la superficie terminada atrás de la formaleta. La vibración del hormigón deberá hacerse inmediatamente adelante de la operación de acabado. No se permitirá vibración de las formaletas. El equipo deberá tener el peso suficiente para resistir el efecto de flotación del hormigón fresco. Una vez que el curado del hormigón haya terminado, la superficie de la losa deberá examinarse para detectar irregularidades. Cualquier parte de la losa que tenga una variación o desviación mayor que 12 mm de una regla recta de prueba de tres metros de longitud, deberá removerse y reemplazarse o corregirse tal como lo ordene LA SUPERVISIÓN. Ningún área de la losa removida y reemplazada y ninguna losa adyacente o porción de losa que permanezca en la faja limitando con la losa que se remueve deberá tener una longitud menor de tres metros.

11.3.16 Reparación del hormigón deteriorado o defectuoso

11.3.16.1 Generalidades

El Contratista por su cuenta, deberá reparar, remover y reemplazar el hormigón deteriorado o defectuoso, agrietado o fisurado según lo requiera LA SUPERVISIÓN y deberá corregir todas las imperfecciones del hormigón, en la medida que sea necesario, para obtener superficies que

cumplan con lo especificado en las Secciones 11.3.14 y 11.3.15. Siempre y cuando LA SUPERVISIÓN no especifique, requiera o apruebe lo contrario, todos los materiales y métodos usados en la reparación del hormigón deberán estar de acuerdo con los procedimientos recomendados en la última edición de la "U.S. Bureau of Reclamation Concrete Manual" y la reparación deberá ser hecha por trabajadores calificados, ante la presencia de LA SUPERVISIÓN.

En caso que las reparaciones del hormigón exijan inyecciones de lechada o de productos epóxicos, El Contratista deberá llevar a cabo tales trabajos a su costa y a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, aunque ésta haya aprobado las mezclas y métodos de colocación y control de temperatura del hormigón.

A menos que LA SUPERVISIÓN indique lo contrario, la reparación del hormigón deberá hacerse dentro de las 72 horas después de que se hayan removido las formaletas, pero no deberán llevarse a cabo reparaciones mientras LA SUPERVISIÓN no haya inspeccionado la localización de las reparaciones propuestas.

11.3.16.2 Materiales para la reparación del hormigón

El hormigón defectuoso, así como el hormigón que por exceso de irregularidades superficiales deba ser demolido y reconstruido adecuadamente, se retirará del sitio de la obra y se reemplazará con relleno seco, hormigón, mortero, mortero acrílico o resinas epóxicas, según lo exija LA SUPERVISIÓN.

En general, tales materiales se usarán en la siguiente forma:

Relleno seco (Drypack)

Se usará para llenar los orificios que tienen en la superficie un diámetro menor que su profundidad, tales como los huecos de los manguitos roscados para pernos, pequeñas ranuras para la reparación de grietas y los huecos dejados por la tubería. Este relleno no deberá usarse para llenar depresiones poco profundas detrás del refuerzo o para llenar hoyos que atraviesen totalmente la sección de hormigón.

Hormigón

Deberá usarse para llenar los huecos que atraviesen totalmente las secciones del hormigón, sin encontrar refuerzo, donde el área de tales huecos sea mayor de 0,1 m² y su profundidad mayor de 10 cm; también se usarán para huecos en sitios reforzados, cuya área sea mayor de 0,05 m² y su profundidad se extienda más allá del refuerzo; los huecos cuya área sea menor de 0,05 m² y que se extiendan más allá del refuerzo, deberán ensancharse para facilitar la colocación del relleno del hormigón.

Mortero

Se usará para llenar huecos que son muy anchos para el uso de relleno seco y poco profundos para el uso de relleno de hormigón, y para depresiones poco profundas que no lleguen más allá de la cara exterior del refuerzo más cercano a la superficie.

Mortero acrílico

Se usará cuando se requiera colocar capas delgadas en superficies inclinadas o verticales para sellar grietas, para las cuales se haya especificado acabados F3 y F4 y superficies expuestas al agua en movimiento. El mortero debe ser tixótopo, con gran resistencia al desgaste, con alta resistencia a la compresión y garantizar impermeabilidad y desarrollo rápido de fraguado y endurecimiento; no debe ser tóxico ni corrosivo.

Resinas epóxicas

Se usarán cuando se requiera colocar capas delgadas en superficies para las cuales se hayan especificado acabados F4 ó U3 y en las superficies de revestimiento para túneles. También se podrán usar resinas epóxicas de alta penetración y baja viscosidad para inyección en las grietas que se presenten en las estructuras de hormigón, previa aprobación de LA SUPERVISIÓN. Todos los rellenos anteriores deben quedar firmemente adheridos a las superficies del hormigón y se usarán pegantes epóxicos cuando los requiera LA SUPERVISIÓN y a costa del Contratista.

11.3.16.3 Procedimientos de reparación

Todo el hormigón defectuoso o dañado deberá retirarse. Así mismo, deberá removerse una capa de hormigón sano de por lo menos 3,0 cm de espesor de la superficie de las paredes del hueco, con el fin de obtener bordes de aristas afiladas que sirvan de llave para el material de relleno.

En las superficies donde se requieran los acabados F3, U3 ó F4, los cortes se harán con sierras de diamante. Los huecos causados por la remoción de tuberías, uniones u otros accesorios, deberán ser ensanchados con un escarificador dentado. Estos huecos se limpiarán con un chorro de arena, si así lo requiere LA SUPERVISIÓN y se humedecerán antes del relleno. Las proporciones de las mezclas de materiales del relleno estarán sujetas a la aprobación de LA SUPERVISIÓN y deberán estar diseñadas para que el material de reemplazo sea fuerte y denso, y quede bien adherido. En los lugares donde estas reparaciones sean en hormigón expuesto a la vista, el material de reemplazo debe ser de color igual al de hormigón adyacente. El Contratista deberá suministrar cemento blanco en suficiente cantidad para que al mezclarse con el hormigón normalmente usado, se obtenga un acabado de color y apariencia similar al hormigón adyacente. Si LA SUPERVISIÓN lo exige, se deberán usar aditivos que eviten la contracción.

En los sitios donde las varillas de amarre de las formaletas atraviesen totalmente las secciones del hormigón de cualquier estructura que requiera impermeabilidad, El Contratista deberá llenar los huecos que resulten al remover estas varillas de amarre, con resinas epóxicas.

Las reparaciones y aplicaciones con resinas epóxicas y morteros acrílicos deberán hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de LA SUPERVISIÓN.

Las incrustaciones deberán retirarse de todas las superficies expuestas del hormigón, y con sujeción a las estipulaciones de los numerales 11.3.14 y 11.3.15. Las asperezas, resaltos y otras proyecciones e irregularidades superficiales deberán removerse o reducirse con esmeriladora en forma tal que las superficies queden dentro de los límites especificados.

Toda la mano de obra, planta y materiales requeridos en la reparación del hormigón, serán suministradas por El Contratista y a su costa, incluidos los aditivos.

11.3.17 Hormigón en la solera de la galería de acceso

Se usará hormigón de la clase indicada en los planos y ordenada por LA SUPERVISIÓN, para la construcción de la solera de la galería. El hormigón se colocará por cualquier procedimiento, aprobado por LA SUPERVISIÓN, que cumpla con los requisitos establecidos en las especificaciones. En este trabajo El Contratista será responsable del manejo y control de agua que pudiera fluir por las galerías, para evitar que se produzcan daños al hormigón durante la colocación y hasta que se haya producido el fraguado final.

La solera en hormigón de las diferentes obras subterráneas deberá construirse sobre roca o sobre escombros firmes según se muestre en los planos o lo indique LA SUPERVISIÓN. La preparación de la superficie sobre la cual se vaya a fundir el hormigón deberá además de lo especificado anteriormente al respecto, incluir un lavado con chorro de aire y agua a una presión no menor de 0,5 Mpa (5,0 kgf/cm²).

Las soleras deberán llevar juntas de construcción. Cuando por cualquier razón, sobre alguna de las soleras de hormigón vaya a existir circulación de equipos y vehículos, las losas deberán llevar juntas de contracción transversales y juntas de construcción longitudinales con varillas de transferencia y atadura respectivamente, de acuerdo con las normas de la "Portland Cement Association" para pavimentos de hormigón.

11.3.18 Hormigón para revestimiento del túnel de desviación

El hormigón que se use será de la clase o clases indicadas en los planos. Los revestimientos se efectuarán en los sitios mostrados en los planos por medio de bombeo o por otros métodos aprobados por LA SUPERVISIÓN.

El uso de "Sluggger" de aire en la bomba de hormigón se reducirá al mínimo recomendado por el fabricante de la misma. El equipo usado en la colocación del hormigón y el método de operación, deben ser tales que permitan el vaciado del hormigón en los encofrados sin que medien altas velocidades. El hormigón para el revestimiento localizado por debajo del arranque del arco se introducirá a través de los orificios de los encofrados provistos para tal efecto, y se realizará en adecuada sucesión desde el fondo hasta la parte superior y de lado a lado, de tal manera que la segregación y el flujo se reduzca en forma aceptable. El hormigón por encima del arranque del arco se colocará siguiendo el método "advancing slope". Una vez que el hormigón se haya colocado hasta la corona, el terminal de la línea de descarga se mantendrá sumergido en el mismo para asegurar un llenado completo. El extremo de la tubería de descarga se marcará para indicar en todo momento el nivel hasta donde se deba sumergir. Se tomarán cuidados especiales para que el hormigón llene todas las irregularidades de las superficies de roca, y por completo, el arco del túnel. El equipo para la colocación de hormigón deberá ser operado solamente por operadores que tengan experiencia en este trabajo.

Cuando sea posible deben evitarse las juntas frías en el revestimiento de túneles. En caso de que una junta fría sea inevitable por una interrupción en la colocación del hormigón, El Contratista deberá consolidar completamente el hormigón, mientras éste esté todavía en estado plástico, para formar una superficie de junta razonablemente uniforme y estable.

El Contratista será responsable del manejo y control de agua que puede fluir por el túnel durante la colocación del revestimiento hasta el fraguado final del hormigón.

11.3.19 Hormigón alrededor de los blindajes

El Contratista deberá colocar hormigón de relleno, de las clases indicadas en los planos, alrededor de los blindajes de acero. A menos que se especifique lo contrario, el hormigón de relleno alrededor de los blindajes de acero, de la cámara de compuertas de descarga de fondo y cualquier otro blindaje que se coloque en la obra, debe tener una temperatura igual o inferior a 20° C al colocarse, y su colocación debe efectuarse de tal manera que la superficie del hormigón ascienda a una velocidad menor de 30 cm por hora, y que la diferencia de altura de la superficie a cada lado del blindaje sea inferior en todo momento a 30 cm.

La consolidación del hormigón de relleno deberá hacerse de la misma manera como se especifica en el numeral 11.3.11.3. El hormigón deberá colocarse con el mínimo posible de interrupción durante cada ciclo, y en general se permitirá su colocación en capas inclinadas siguiendo el ángulo de reposo del hormigón. Asimismo, y si LA SUPERVISIÓN no ordena otra cosa, las juntas que resulten después de cada ciclo de colocación podrán ser inclinadas y no requerirán el tratamiento especificado en el numeral 11.3.7.

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para mantener el alineamiento de los blindajes y para no desplazar de su lugar los atieses, cuñas, separadores o cualquier otro elemento metálico colocado para mantener en su lugar los tubos de acero durante la colocación del hormigón.

11.3.20 Hormigón para la cámara de válvulas de la descarga de fondo

Los hormigones de primera y segunda etapa, serán de las clases indicadas en los planos y se colocarán siguiendo las etapas y secuencias requeridas, según los procedimientos de montaje aprobados por LA SUPERVISIÓN, para la construcción de la cámara de válvulas. Deberá colocarse simultáneamente hormigón alrededor de todo el perímetro de los blindajes, a la tasa de ascenso y forma de colocación establecida en el numeral 11.3.19.

Se colocarán hormigones de segunda o tercera etapas para embeber los elementos metálicos o equipos tal como se muestra en los planos y lo indique LA SUPERVISIÓN.

Los elementos metálicos que vayan a quedar embebidos deberán limpiarse y mantenerse a satisfacción de LA SUPERVISIÓN. El Contratista deberá fijar y mantener dichos elementos bien alineados y en posición correcta, dentro de las tolerancias especificadas, antes y después de colocar el hormigón y deberá corregir por su cuenta y con prontitud, cualquier elemento metálico que esté desalineado.

Los hormigones de primera y segunda etapas deberán colocarse a una temperatura no mayor de 15° C.

Cualquier daño causado a los equipos suministrados por otros, debido a negligencia del Contratista, deberá ser corregido o reemplazado a su costa, tal como lo exija LA SUPERVISIÓN.

Las características de los materiales, el diseño de las mezclas, la colocación, curado, juntas, sellos, etc., se regirán por las normas generales estipuladas en el presente capítulo y en el Capítulo 12.

11.3.21 Hormigón de segunda etapa

Se colocará hormigón de segunda etapa para embeber los elementos metálicos tal como se muestra en los planos o lo indique LA SUPERVISIÓN.

Las juntas de construcción sobre o contra las cuales se vaya a colocar el hormigón deberán prepararse según se especifica en el numeral 11.3.8. Los elementos metálicos que vayan a quedar embebidos deberán limpiarse y sostenerse a satisfacción de LA SUPERVISIÓN. El Contratista deberá mantener dichos elementos metálicos bien alineados y en posición correcta, dentro de las tolerancias especificadas, antes y después de colocar el hormigón; y deberá corregir, por cuenta suya y con prontitud cualquier elemento metálico que esté desalineado.

11.3.22 Hormigón en el rebosadero

El Contratista colocará el hormigón de las clases indicadas en los planos, en la estructura del rebosadero, en vaciados horizontales con alturas no mayores de las mostradas en los planos. La secuencia de colocación será tal que la diferencia en altura entre las partes superiores de los bloques adyacentes no sea mayor de cuatro metros. Deberá transcurrir un mínimo de 72 horas entre vaciados sucesivos en cualquier bloque.

El Contratista deberá mantener expuesta la mínima área posible de hormigón fresco, primero avanzando la construcción en capas sucesivas aproximadamente horizontales en todo el ancho del vaciado sobre un área restringida en el final aguas abajo del bloque y después continuando hacia aguas arriba en etapas progresivas similares en el área total del bloque. El talud formado por las aristas sin confinar aguas arriba de las capas sucesivas de hormigón deberá mantenerse tan vertical como sea práctico con el fin de reducirse a un mínimo su área. El hormigón a lo largo de estas aristas no deberá vibrarse hasta que el hormigón adyacente en la capa se coloque. Cada vaciado de hormigón deberá vibrarse completamente antes de colocar otro vaciado encima.

La secuencia de colocación del hormigón en la gola de la estructuras de control deberá ser tal que permita que transcurran no menos de 120 horas entre vaciados de hormigón en bloques

adyacentes. La temperatura de colocación del hormigón para la gola y deflector de la estructura del rebosadero, no deberá ser mayor de 15° C.

El Contratista deberá colocar el hormigón de la losa y muros del canal de descarga del rebosadero, de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos. En caso de presentarse sobreexcavaciones y éstas ocasionen depresiones mayores de 30 cm en una longitud mayor de 3,0 m, El Contratista deberá colocar a su costa hormigón de relleno de estas sobreexcavaciones para restaurar el nivel de fundación a la línea de excavación mostrada en los planos, antes de colocar el hormigón de la losa. La secuencia de colocación del hormigón en la losa deberá ser tal que transcurran por lo menos cinco días entre la construcción de placas adyacentes.

Los métodos y equipos para colocación del hormigón así como el curado del mismo, deberán ser sometidos a aprobación de LA SUPERVISIÓN.

Las características de los materiales, diseño de mezclas, juntas, sellos, etc., se regirán por las normas generales estipuladas en el presente capítulo y en el Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón -.

11.3.23 Hormigón dental para la fundación de la presa

El Contratista deberá colocar hormigón clase K para regularizar superficies rocosas (hormigón dental) para preparar la fundación de la losa perimetral de la cara de hormigón y de la zona 2B de la presa, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 2 – Excavaciones en corte abierto - o según lo ordene LA SUPERVISIÓN.

11.3.24 Hormigón para la cara de la presa

Se usarán hormigones de las clases indicadas en los planos, para la construcción de: la cara de hormigón en el talud de aguas arriba, para impermeabilización de la presa conformada con gravas y enrocados y para la construcción del plinto contra la roca.

La superficie interna de la cara de hormigón de la presa, deberá seguir el talud 1,5H:1V de la superficie del relleno compactado sobre la cual se colocan las losas, y deberá construirse de acuerdo con los espesores de diseño mostrados en los planos.

La cara de hormigón de la presa, se construirá de acuerdo con la localización y distribución de losas, detalles de juntas de dilatación y construcción mostradas en los planos, aprobadas por LA SUPERVISIÓN.

La cara de hormigón, se divide en losas de 15 m de ancho, separadas por juntas de dilatación con sellos, cada losa se construirá desde la junta en el talón o plinto hasta la cota 3710 msnm donde se hará una junta de construcción. Otras juntas horizontales de construcción podrán ser necesarias según lo apruebe LA SUPERVISIÓN, de acuerdo con el programa de construcción del Contratista. Los métodos y equipos para colocación del hormigón, así como el curado del mismo, deberán ser sometidos a la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

El hormigón llevará aditivo incorporador de aire según se indica en los planos u otros aditivos aprobados por LA SUPERVISIÓN.

Para el acabado de la cara de hormigón de la presa se deberán seguir las estipulaciones establecidas en el numeral 11.3.15.3.

Las características de los materiales, diseño de mezclas, juntas, sellos, etc., se regirán por las normas generales estipuladas en el presente capítulo y en el Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón -.

11.3.25 Hormigón para las estructura de entrada al túnel de desviación

Se colocarán hormigones en la estructura de entrada del túnel de desviación de las clases indicadas en los planos o según lo indique LA SUPERVISIÓN.

El hormigón masivo deberá colocarse a una temperatura no mayor de 15° C y los otros hormigones a temperatura no mayor de 25° C, los cuales deberán cumplir con las partes aplicables de este capítulo.

11.3.26 Hormigón para portales y obras misceláneas

Se colocarán hormigones en los portales del túnel de desviación y del acceso a la cámara de válvulas de la descarga de fondo, así como en estructuras misceláneas tal como se muestra en los planos. Los hormigones serán de las clases mostradas en los planos u ordenadas por LA SUPERVISIÓN y deberán cumplir con las partes aplicables de este capítulo y las indicaciones de LA SUPERVISIÓN.

Los hormigones para las obras mencionadas así como las de muros, andenes, cunetas y otras obras misceláneas que se requieran en la obra, se medirán y pagarán según los ítems de pago correspondientes a la clase de hormigón respectivo, de la lista de cantidades y precios.

11.3.27 Inyecciones de contacto

Los huecos dejados entre las superficies de roca y los revestimientos de hormigón de las excavaciones subterráneas, después de finalizadas las operaciones del vaciado de hormigón, deberán ser llenados completamente con inyecciones de contacto por El Contratista. La lechada se inyectará en dichos huecos de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 10 – Inyecciones a presión y huecos de drenaje-, referente a presión, materiales y métodos y equipos que deben usarse. Antes de la inyección de la lechada no será necesario lavar la superficie ni efectuar ensayos de presión.

11.3.28 Hormigón para prefabricados

11.3.28.1 Generalidades

Los elementos prefabricados de hormigón que se muestran en los planos y los demás que LA SUPERVISIÓN ordene construir, se fabricarán de acuerdo con las normas aplicables del presente capítulo. Los cilindros de muestra, se curarán en las mismas condiciones que los elementos fabricados con el hormigón que representan. Las secciones delgadas de hormigón de menos de 15 cm de espesor no requieren vibrado interno, si el elemento ha tenido vibrado externo.

El hormigón que se utilice para los prefabricados será Clase B, D y E, a menos que se indique algo diferente en los planos.

Los prefabricados se podrán construir o fundir en un sitio fuera de la obra, según lo apruebe LA SUPERVISIÓN y de acuerdo con lo indicado en el numeral 11.3.2.

11.3.28.2 Acabado

El acabado de los elementos prefabricados será liso de clase F2, F3, o U2, según se indique en los planos.

11.3.29 Hormigón estrudado para protección del talud de aguas arriba de la presa

Debe instalarse hormigón estrudado usando una máquina del tipo IMB-900-GCT sujeta a la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

En el diseño de la mezcla se deben usar las siguientes proporciones por m³:

- Cemento de 50 kgf a 70 kgf.
- Tamaño máximo del agregado grueso 13 mm, 1100 kgf a 1200 kgf.
- Agregado fino de 1100 kgf a 1200 kgf.
- Agua de 85 l a 115 l.

De todas maneras el agregado grueso debe estar de acuerdo con las especificaciones de la máquina.

La cara de hormigón estrudado debe construirse formando un talud 1,5H a 1,0V.

La construcción del hormigón no debe comenzar hasta que los métodos del Contratista y su equipo para la colocación y curado del hormigón hayan sido revisados y aprobados por LA SUPERVISIÓN.

11.3.29.1 Acabados

El método y el equipo propuestos deben permitir una operación longitudinal continua a una velocidad constante. La velocidad de terminado no debe ser tan rápida que produzca abombamiento de la superficie terminada. La vibración del hormigón fresco debe ser llevada a cabo utilizando el equipo correspondiente para hormigón estrudado. El equipo debe ser lo suficientemente pesado para resistir el efecto de flotación del hormigón fresco.

El tratamiento final para el hormigón estrudado debe ser el siguiente:

- La superficie superior del hormigón estrudado debe terminarse con llana de madera seguida por llana metálica o su equivalente y debe estar dentro de las tolerancias de 5,0 mm para irregularidades suaves y de 3,0 mm para irregularidades bruscas en las dos direcciones, horizontal y vertical. El acabado con llana metálica debe ser trabajado con presiones firmes para alisar la textura arenosa de la superficie terminada con llana de madera y producir una superficie densa, uniforme y libre de marcas.
- Para controlar las fisuras y grietas producidas por asentamientos y deformaciones de la presa bajo carga de agua, se deben conformar las juntas del hormigón a intervalos de 5,0 m en toda la longitud del hormigón estrudado.
- Esas juntas deben ser formadas manualmente mientras el hormigón esté fresco.
- La máquina de hormigón estrudado debe ser supervisada y controlada durante su operación para asegurar que las secciones estrudadas, no tengan una desviación mayor de 25 mm de su línea de diseño.

11.4 MEDIDA Y PAGO

11.4.1 Generalidades

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios de la lista de cantidades y precios, consistirá en la construcción de las estructuras permanentes de hormigón requeridas en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN, teniendo en cuenta las actividades para suministro y colocación de los sellos, llenantes y sellantes para juntas y en la construcción de los drenajes detrás de los muros y placas.

Estos precios deberán incluir el suministro de todos los materiales, toda la mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, instalaciones y equipos necesarios para preparar las superficies que habrán de recibir el hormigón; para la producción de agregados, dosificación,

mezcla, transporte, refrigerado, calentamiento, aplicación y consolidación del hormigón, de acuerdo con los planos, las especificaciones o lo que ordene y acepte LA SUPERVISIÓN.

11.4.2 Trabajos que tendrán medida y pago por separado

Los siguientes trabajos, que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación.

- Suministro, transporte e instalación de acero para refuerzo según lo especificado en el Capítulo 13 –Acero de refuerzo -.
- Suministro, transporte e instalación de elementos mecánicos y elementos metálicos y misceláneos, según lo especificado en el Capítulo 12 - Requisitos especiales para obras de hormigón
- Inyecciones de juntas y suministro y transporte de tuberías según el Capítulo 10 – Inyecciones a presión y huecos de drenaje -.
- Montaje de blindajes según lo especificado en el Capítulo 12 - Requisitos especiales para obras de hormigón
- Perforación de lagrimales según lo especificado en el Capítulo 10 – Inyecciones a presión y huecos de drenaje -.
- Suministro, transporte y colocación de pernos y barras de anclaje, según lo especificado en el Capítulo 8 – Pernos y barras de anclaje -.
- Suministro, transporte y colocación de sellos, bandas, materiales llenantes y sellantes, según lo especificado en el Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón -.
- Los aditivos ordenados por LA SUPERVISIÓN se pagarán al precio de suministro de éstos en la obra, según lo establecido en el numeral 11.3.1.5.

11.4.3 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado

No habrá medida ni pago por separado, por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Suministro, transporte, mezcla y aplicación de aditivos usados por El Contratista para su propia conveniencia, según lo especificado en el numeral 11.3.1.5.1
- Costo de las operaciones de medida, transporte, mezcla y aplicación de aditivos y agentes incorporadores de aire ordenados por LA SUPERVISIÓN según lo especificado en el numeral 11.3.1.5.
- Suministro, transporte de cemento, según lo establecido en el Capítulo 11 – Hormigón convencional -.
- Cemento adicional que se requiera por contacto con agregados húmedos según lo especificado en el numeral 11.3.3.4.
- Suministro, transporte e instalación de formaletas según lo especificado en el numeral 11.3.6.
- Los materiales, excepto la lechada, que se utilicen para rellenar las juntas de construcción según lo especificado en el numeral 11.3.7.
- La construcción de las camas de mortero que van a lo largo de las juntas inclinadas, horizontales y perimetral de la cara de hormigón.

- El mortero y la lechada que se utilicen para cubrir superficies de roca o juntas de construcción según lo especificado en el numeral 11.3.11.2.
- La reparación de daños producidos por la remoción de formaletas, según lo especificado en el numeral 11.3.12.
- El equipo, transporte, materiales y mano de obra necesarios para el curado de hormigón, según lo especificado en el numeral 11.3.13.
- El equipo, transporte, materiales y mano de obra necesarios para los acabados según lo especificado en el numeral 11.3.15.
- Retiro, transporte a los sitios indicados por LA SUPERVISIÓN, reparación y reemplazo de hormigón deteriorado o defectuoso según lo especificado en el numeral 11.3.16.
- Todo lo necesario para manejo y control del agua en excavaciones subterráneas y a cielo abierto durante colocación y fraguado del hormigón.
- Suministro, transporte, instalación y posterior inyección de los tubos de enfriamiento según lo especificado en el Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón -.
- Inyecciones de contacto, según lo especificado en el numeral 11.3.29.
- Retiro y transporte a los sitios indicados por LA SUPERVISIÓN del hormigón que sea rechazado y desechado antes de su colocación.
- Suministro y transporte de muestras para los ensayos descritos en la Sección 11.2 y en los numerales 11.3.1 y 11.3.4.
- Suministro, transporte e instalación de uniones, empalmes, pegantes, sujetadores y cualquier otro material necesario para la instalación de sellos, material sellante y llenante para juntas.
- Relleno en hormigón de excavaciones ejecutadas por fuera de los límites de excavación superficial o subterránea mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN y que por concepto de ésta deben rellenarse, de acuerdo con lo especificado en el Capítulos 2 – Excavaciones en corte abierto - ó 4 –Excavaciones subterráneas -, respectivamente.
- Hormigón utilizado por El Contratista para su propia conveniencia o en estructuras no permanentes de la obra, aunque éstas hayan sido autorizadas por LA SUPERVISIÓN.
- El equipo, su transporte, materiales, instalaciones y mano de obra necesarios para medir, controlar y garantizar las temperaturas especificadas para la colocación del hormigón.
- Por la preparación de la superficie para colocación de las losas de la cara y plinto, por la preparación de las juntas, de acuerdo con lo indicado y por la excavación del relleno ya colocado para cumplir con lo mostrado en los planos.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar El Contratista y los materiales necesarios para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de Ítem separados de pago.

11.4.4 Requisitos para medida y pago

No se autorizará la medida y pago del hormigón hasta tanto El Contratista haya completado a satisfacción de LA SUPERVISIÓN y en todo de acuerdo con las especificaciones, los siguientes trabajos:

- Suministro, transporte de muestras y ejecución de los ensayos establecidos en el grupo 11.2 y en los numerales 11.3.1 y 11.3.4, realizados por LA SUPERVISIÓN.

- Producción de agregados que cumplan con los requisitos establecidos en el numeral 11.3.1.4.
- Ejecución y aprobación de acabados según lo especificado en el numeral 11.3.15.
- Tratamiento de juntas en el hormigón según lo especificado en los numerales 11.3.7 y 11.3.8.
- Cumplimiento de las tolerancias dentro de los límites establecidos, según lo especificado en el numeral 11.3.14.
- Ejecución de inyecciones de contacto, en las estructuras que lo requieran, según lo especificado en el numeral 11.3.2.
- Ejecución de las reparaciones del hormigón requeridas por LA SUPERVISIÓN, según lo especificado en el numeral 11.3.16.

11.4.5 Medida

11.4.5.1 Hormigón clase G para solera de galería de acceso. Ítem 11.1

La medida para el pago de hormigón en la solera de túneles y galería será el volumen teórico en m^3 del hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN. El volumen teórico de hormigón será calculado multiplicando el área sobre la cual se aplica, que corresponderá siempre a la línea de excavación, por el espesor mostrado en los planos o indicado por LA SUPERVISIÓN.

11.4.5.2 Hormigón para revestimiento del túnel y la galería. Ítem 11.2

La medida para el pago del hormigón de revestimiento de túnel y galería será el volumen teórico en metros cúbicos de hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN. Este volumen teórico de hormigón será calculado multiplicando el área sobre la cual se aplica, que corresponderá siempre a la línea de excavación por el espesor de diseño menos el volumen correspondiente al espesor de hormigón proyectado, en los casos en que éste ocupe zonas del espesor teórico de hormigón convencional.

11.4.5.3 Hormigón clase K para dental y base de la fundación de la presa. Ítem 11.3

La medida para el pago de hormigón dental y base de hormigón en la fundación de la presa, cuando éste se coloque sobre superficies no excavadas, será el volumen en metros cúbicos de hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado como lo exija LA SUPERVISIÓN y medido en la planta de mezclas.

11.4.5.4 Hormigón para la cara de la presa. Ítem 11.4

La medida para el pago del hormigón de las losas de revestimiento de la cara de aguas arriba de la presa en enrocado será el volumen en metros cúbicos de hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN. El volumen para pago será calculado multiplicando las áreas de la zona de la cara de hormigón por el espesor correspondiente de diseño.

La medida para el pago de los hormigones del plinto, será el volumen en metros cúbicos calculado según los contornos netos mostrados en los planos u ordenados por LA SUPERVISIÓN, o según las líneas de pago para las excavaciones cuando el hormigón se coloque sobre o en contacto con superficies excavadas.

La medida por el pago del hormigón para el bordillo de la cresta será el volumen en metros cúbicos calculado según los contornos netos mostrados en los planos u ordenados por LA SUPERVISIÓN.

La medida para el pago del hormigón para el muro de apoyo del plinto será el volumen en metros cúbicos calculado según los contornos netos mostrados en los planos u ordenados por LA SUPERVISIÓN.

11.4.5.5 Hormigón para la cámara de válvulas de la descarga de fondo y alrededor del blindaje en el túnel de desviación. Ítem 11.5

La medida para el pago del hormigón para la cámara de válvulas de la descarga de fondo, será el volumen teórico en metros cúbicos de hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN. Este volumen teórico será calculado de acuerdo con el diseño de la cámara de válvulas. La medida para el pago del hormigón alrededor de los blindajes será el volumen neto en metros cúbicos de hormigón colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN, calculado entre la línea teórica de excavación y la superficie externa del blindaje, disminuido en un volumen teórico calculado igual al hormigón proyectado ordenado.

11.4.5.6 Hormigón para el rebosadero y el puente sobre el canal de descarga. Ítem 11.6

La medida para el pago del hormigón para el rebosadero y para el puente sobre el canal de descarga, será el volumen teórico en metros cúbicos de hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN, de acuerdo con las clases de hormigones mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. Este volumen teórico será calculado de acuerdo con los diseños geométricos de la parte del rebosadero correspondiente.

11.4.5.7 Hormigón para la estructura de entrada al túnel de desviación. Ítem 11.7

La medida para el pago del hormigón para las estructuras de entrada a los túneles de desviación, será el volumen en metros cúbicos de hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN. El volumen será calculado de acuerdo con las clases de hormigón y las dimensiones indicadas en los planos.

11.4.5.8 Hormigón clase K para la estructura de salida del túnel de desviación. Ítem 11.8

La medida para el pago del hormigón para las estructuras de salida del túnel de desviación, será el volumen en metros cúbicos de hormigón, ajustado al décimo de m^3 , colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN. El volumen será calculado de acuerdo con las clases de hormigón y las dimensiones indicadas en los planos.

11.4.5.9 Hormigón estrudado. Ítem 11.9

La medida para el pago de hormigón estrudado será el volumen teórico en metros cúbicos del hormigón colocado y aceptado por LA SUPERVISIÓN. El volumen será calculado de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos.

11.4.6 Pago

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios de la lista de cantidades y precios, consistirá en la construcción de estructuras permanentes de hormigón, incluyendo las actividades relacionadas con el suministro, transporte y colocación de sellos, llenantes para juntas, la construcción de drenajes detrás de muros y placas como se especifica en el Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón -, y elementos prefabricados; deberá incluir el suministro y transporte de todos los materiales, instalaciones, equipos y mano de obra, administración, imprevistos, utilidades, necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado.

11.4.7 Reducción de los precios

Cuando la resistencia especificada a los 28 días, no fuere alcanzada por una parte del hormigón colocado en la obra, LA SUPERVISIÓN ordenará su demolición y reemplazo por cuenta del Contratista. Dependiendo del tipo de estructura LA SUPERVISIÓN podrá, si lo considera conveniente, aceptar el hormigón defectuoso, pagándolo a un precio reducido según el siguiente cuadro:

% de la Resistencia Especificada	% de Reducción en el Precio del Contrato
88 - 95	10
80 – 88	25
80 o menor	No se aceptará bajo ninguna circunstancia

La reducción de los precios será descontada de las actas de pago correspondientes.

11.5 ÍTEMS DE PAGO

Ítem	Descripción	Unidad de Medida
11.1	Hormigón clase G para solera de galería	m ³
11.2	Hormigón para revestimiento del túnel y la galería	
11.2.1	Clase H, para el túnel de desviación	m ³
11.2.2	Clase H, para la galería	m ³
11.3	Hormigón Clase K, para hormigón dental o regularización de roca y para la base de la fundación de la presa	m ³
11.4	Hormigón para la cara de la presa:	
11.4.1	Clase K, para las losas de la cara	m ³
11.4.2	Clase K, para el plinto	m ³
11.4.3	Clase L, para el bordillo de la cresta	m ³
11.4.4	Hormigón clase K para muro de apoyo del plinto	m ³
11.5	Hormigón para la cámara de válvulas de la descarga de fondo y alrededor del blindaje en el túnel de desviación	
11.5.1	Clase L para hormigón de segunda etapa en el túnel de desviación	m ³
11.5.2	Clase L detrás de los blindajes	m ³
11.5.3	Clase H para la cámara de válvulas	m ³
11.5.4	Clase L para muros temporales de desvío	m ³
11.5.5	Clase L para tapas prefabricadas	m ³
11.6	Hormigón para el rebosadero y el puente sobre el canal de descarga	
11.6.1	Clase J, para la gola	m ³
11.6.2	Clase J, para muros de gravedad del rebosadero	m ³
11.6.3	Clase K para la losa de piso del canal de descarga	m ³
11.6.4	Clase L, para muros de revestimiento del canal de descarga	m ³
11.6.5	Clase L para muros de hormigón reforzado del canal de descarga	m ³
11.6.6	Clase J, para muros de gravedad del puente No 2 y cuenco disipador	m ³
11.6.7	Clase E, para superestructura del puente No 1	m ³
11.6.8	Clase E, para superestructura del puente No 2.	m ³
11.6.9	Clase L, para superestructura del puente No 1	m ³
11.6.10	Clase L, para superestructura del puente No 2	m ³
11.6.11	Vigas de hormigón pretensado AASHTO tipo III para el puente No 1	m
11.6.12	Vigas de hormigón pretensado AASHTO tipo III para el puente No 2	m
11.7	Hormigones para la estructura de entrada del túnel de desviación	
11.7.1	Clase K para losas y muros	m ³
11.7.2	Clase L para rejillas en hormigón de la desviación	m ³
11.7.3	Clase L para ataguías y tapas prefabricadas	m ³
11.8	Hormigones clase K para la estructura de salida del túnel de desviación	m ³
11.9	Hormigón estrudado	m ³