

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

PAQUETE 1

TRASVASE DAULE-PERIPA ~ LA ESPERANZA

VOLUMEN III - ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS

SECCIÓN D PERFORACIONES E INYECCIONES

Tabla de Contenido

	<u>Página</u>
D.1 GENERAL.....	D-1
D.1.1 Responsabilidad del Contratista	D-1
D.1.2 Clasificación y Definición.....	D-1
D.2 MATERIAL DE LAS INYECCIONES.....	D-2
D.3 EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	D-3
D.4 PERFORACIÓN PARA EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS, SI SE REQUIERE.....	D-3
D.5 INYECCIONES DE LLENADO.....	D-4
D.6 MORTERO DE CONTACTO.....	D-5
D.7 PERFORACIÓN DE ORIFICIOS PARA DRENAJE.....	D-6
D.8 MEDICIÓN Y PAGO.....	D-7
D.8.1 Mortero.....	D-7
D.8.2 Tubos para el Llenado de Mortero	D-8
D.8.3 Perforaciones de Drenaje.....	D-9

SECCIÓN D: PERFORACIONES E INYECCIONES

D.1. GENERAL

D.1.1 Responsabilidad del Contratista

- (1) El alcance de estos trabajos comprende (a) el suministro de todas las labores, equipo de construcción y materiales, y la ejecución de todos los trabajos necesarios para la perforación a través del hormigón o suelo o roca, el lavado de las perforaciones y el suministro, transporte, mezclado e inyección del mortero; (b) suministro e instalación de los tubos para el mortero, todo lo cual será realizado como se muestra en los planos o lo dispuesto por la Fiscalización y las especificaciones aquí mencionadas.
- (2) El Contratista deberá emplear un especialista aprobado para ejecutar los trabajos de inyecciones a menos que él pueda realizar los trabajos a satisfacción de la Fiscalización, incluyendo la utilización del equipo necesario y el grupo de trabajo. El Contratista será totalmente responsable de la manufactura y ejecución apropiada de los trabajos de perforación e inyección.
- (3) Todos los materiales y equipos, los cuales son provistos por el Contratista, serán objeto de aprobación por parte de la Fiscalización antes de iniciar los trabajos.
- (4) El Contratista deberá someter a la aprobación de la Fiscalización un programa detallado describiendo el método de los trabajos que se propone utilizar. El Contratista proveerá cada día a la Fiscalización un formulario aprobado, con los registros diarios y precisos, por duplicado, de la operación de inyección ejecutada el día anterior.
- (5) Después de que los trabajos se hayan concluido, el Contratista deberá limpiar el sitio de los trabajos, a satisfacción de la Fiscalización.

D.1.2 Clasificación y Definición

(1) Clasificación

Los trabajos de perforación e inyecciones con mortero se clasifican como se indican a continuación:

- a) Inyecciones de mortero en el túnel y las estructuras de entrada

- b) Mortero de contacto
- c) Perforación para extracción de núcleo, si se requiere
- d) Perforación para orificios de drenaje

(2) Definición

- a) El llenado de mortero deberá ser realizado con el propósito de rellenar los espacios entre el hormigón de revestimiento del túnel y la superficie de roca excavada, para unir el hormigón de revestimiento y la roca circundante, detrás del revestimiento, por medio de inyecciones de mortero.
- b) Las inyecciones de mortero deberán ser ejecutadas para rellenar los espacios reducidos entre la roca circundante y la línea de hormigón o entre el relleno de hormigón (incluyendo tapones de hormigón) y la línea de hormigón inicial por medio de inyecciones de mortero de cemento en los espacios. Estas inyecciones serán ejecutadas después de que hayan sido completadas las operaciones de inyecciones de relleno en estos lugares.
- c) La perforación para extracción de núcleos, si se requiere, serán ejecutadas con el propósito de investigar las condiciones geológicas de la roca de fundación y la roca que rodea a las estructuras subterráneas y túneles.
- d) Las perforaciones de orificios de drenaje serán hechas fuera del requerimiento de la toma de muestras de núcleos.

D.2 MATERIAL DE LAS INYECCIONES

- (1) El mortero consistirá en una mezcla de cemento Portland tipo I o II y agua, más ingredientes aprobados. La mezcla será diseñada por el Contratista y aprobada por la Fiscalización. El uso de arena o de cualquier otro aditivo deberá ser aprobado por la Fiscalización.
- (2) El agua de mezcla para el mortero debe ser fresca, limpia y libre de impurezas tales como aceite, ácido, álcalis, sal, materia orgánica o cualquier otra sustancia destructiva.
- (3) Todo el cemento para el mortero deberá tener una calidad equivalente al cemento Portland Tipo I o II (Designación C 150 de ASTM y/o como lo apruebe la

Fiscalización). El cemento no deberá contener grumos sólidos o masas endurecidas.

- (4) Siempre que la arena sea añadida al mortero, ésta será limpia de partículas de piedra dura, libre de terrones de arcilla y de materias extrañas objetables y deberá ser de una granulometría aprobada por la Fiscalización.
- (5) Los minerales de relleno para el mortero serán utilizados cuando lo ordene la Fiscalización. Los procedimientos para el mezclado del mineral de relleno dependerán de las condiciones de campo y como lo disponga la Fiscalización.
- (6) Los requerimientos para cualquier tipo de acelerantes en la mezcla del mortero deberán ser determinados por la Fiscalización.

D.3 EQUIPO DE PERFORACION

Todo el equipo necesario para los trabajos de perforación deberá ser provisto por el Contratista y en virtud de lo especificado.

- (1) Para la perforación de agujeros para extracción de núcleos, si se requiere, se utilizará un equipo de perforación rotatorio estándar capaz de perforar a una profundidad de 50 m. El embasado de los núcleos será "rotatorio de doble tubo del tipo de descarga de fondo" o del "tipo de triple tubo". El Contratista someterá para aprobación de la Fiscalización, los detalles del diámetro del perforador que él propone utilizar para asegurar al máximo de recuperación de los núcleos.
- (2) Los agujeros de drenaje serán perforados con equipo de perforación a percusión, con un diámetro de agujero de 45 mm.

D.4 PERFORACIÓN PARA EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS, SI SE REQUIERE

- (1) La Fiscalización puede requerir del Contratista que perfore agujeros para recuperar muestras de núcleos con el propósito de investigar las condiciones geológicas. El diámetro de tales agujeros será no menor de 65 mm ni más grande de 87 mm, a menos que lo disponga de otra manera la Fiscalización. Esta prescripción no significa que se rechaza una perforación con un diámetro más grande con el propósito de recubrir el agujero cuando sea necesario.

- (2) El Contratista mantendrá una bitácora de las perforaciones a disposición de la Fiscalización, de cada agujero perforado, en la cual serán registrados las coordenadas, localizaciones, elevación y profundidad final del agujero, la naturaleza de la roca perforada y otros datos pertinentes, generalmente registrados en las bitácoras de perforación de agujeros, así como los porcentajes de recuperación de núcleos, etc.
- (3) Los núcleos de muestra serán colocados en cajas de madera convenientes, con cubiertas de bisagra que serán provistas por el Contratista. En cada hilera de los núcleos de muestra serán separados por separadores y estarán identificadas por medio de rótulos de madera insertados en el final de la hilera, encima de la cual se marcará la profundidad de la hilera. Todas las cajas de núcleos serán claramente marcadas con el número del agujero del cual fue tomado el núcleo. Después de una inspección de los núcleos y de que se ha terminado el trabajo de registrar en la bitácora, estas cajas de núcleos serán entregadas por el Contratista al lugar de almacenamiento en el Sitio del Proyecto designado por la Fiscalización. Antes de que las cajas de núcleos sean almacenadas todos los núcleos de muestra serán fotografiadas a color y en una escala reducida de 1:7 de tal manera que los detalles marcados en el interior de la caja sean visibles en la foto. Los núcleos de muestra serán lavados antes de fotografiarlos y permanecerán húmedos cuando se los fotografíe, de tal manera que muestren la naturaleza y las características de la roca.

D.5 INYECCIONES DE LLENADO

(1) Localización y tamaño de los agujeros

Las inyecciones de llenado serán hechas para llenar los espacios entre la roca y el revestimiento de hormigón de los túneles de derivación del trasvase de agua y las estructuras de entrada.

Los agujeros del revestimiento de hormigón serán preparados en el momento de colocar el hormigón por el empotramiento de los tubos de acero de inyección (50 mm de diámetro) dentro del hormigón de revestimiento. El orden de los agujeros se muestra en los planos o como lo disponga la Fiscalización.

(2) Tubos para inyección

Los tubos de acero de 50 mm de diámetro y con una longitud que depende de la distancia a la roca desde el revestimiento de hormigón, deberá colocarse en dicho revestimiento. El extremo superior de los tubos no deberá fluir contra la roca pero

los extremos más bajos serán hechos con la superficie interior del revestimiento de hormigón.

Cualquier obstáculo que choque contra el tubo deberá ser removido por el Contratista.

(3) Procedimiento del llenado por inyección

El cemento o mortero de relleno deberá ser inyectado a través de los tubos de inyección. La proporción de la mezcla será determinada en el sitio por la Fiscalización. La relación aproximada de cemento/arena/agua será 1/2/1 en peso.

La presión máxima permitida será de 2 kgf/cm^2 (0.2 Mpa) o como lo disponga la Fiscalización. La introducción del mortero deberá ser continuada hasta que la relación de inyección decremente hasta cero bajo la presión máxima permitida, a menos que lo disponga de otra manera la Fiscalización.

En el caso de que el mortero inyectado salga por los otros agujeros, éstos serán taponados y nuevamente perforados después para posteriores inyecciones.

D.6 MORTERO DE CONTACTO

(1) Localizaciones de las inyecciones de contacto

El Contratista llenará con mortero los espacios entre la línea de hormigón a la roca circundante y el relleno de hormigón (tapones de hormigón) en la entrada del túnel, y donde se indique en los planos o lo disponga la Fiscalización.

(2) Tubería y salidas de mortero

El sistema de tuberías para mortero, para inyecciones de contacto, para relleno de hormigón (tapones de hormigón), como se indican en los planos, consistirá de suministro de cabecera, retorno de cabeceras, aberturas de retorno de cabeceras, tubos de acero de 40 mm de diámetro para el suministro del mortero, retorno y aberturas y tubos de 25 mm de diámetro para tubos de salida de mortero. Las válvulas serán unidas en el terminal de todas las cabeceras.

Las salidas de morteros serán del tipo aprobado por la Fiscalización.

(3) Inyecciones de mortero

Antes de que los tubos sean embebidos en el hormigón éstos serán limpiados interior y exteriormente y probado que no existan obstrucciones, y cualquier tubo obstruido será reparado o reemplazado por el Contratista a su costo. Los tubos serán cuidadosamente colocados y mantenidos en posición cuando el hormigón esté siendo colocado.

Antes de que el mortero sea inyectado todos los tubos y uniones serán completamente lavados con agua limpia bajo una presión de no menos que la presión máxima permitida. Inmediatamente antes de la inyección, el agua será drenada. Todas las fugas accesibles descubiertas en el lavado o todas las fugas que ocurran durante la operación de inyección serán calafateadas o taponadas de una manera aprobada por la Fiscalización.

La concentración de mortero a utilizarse estará en el rango de 1:6 a 1:7 en la relación cemento-agua en peso. Un cambio de concentración será ordenado por la Fiscalización. La presión máxima permitida para inyección será determinada en el Sitio por la Fiscalización y no excederá de 5 kgf/cm^2 (0.5 MPa).

El mortero será inyectado a través de cabezeras suministradoras. Cuando sea obtenida la máxima presión permitida y el mortero haya reducido a cero, las válvulas de los cabezales suministradores serán cerradas y entonces el mortero será inyectado a través de las aberturas de los cabezales bajo la máxima presión permitida hasta que el mortero tomado llegue a ser cero. La máxima presión permitida será mantenida por lo menos treinta (30) minutos después de que el mortero tomado haya alcanzado el cero. Las válvulas de los cabezales no serán abiertas hasta que el mortero sea colocado suficientemente para ser retenido en los tubos.

El programa de inyecciones, el tiempo cuando cada unión es inyectada, la mezcla del mortero utilizada, la presión aplicada y todos los otros detalles de la operación de inyección serán sometidos todas las veces a la aprobación de la Fiscalización.

D.7 PERFORACIÓN DE ORIFICIOS PARA DRENAJE

Los agujeros de drenaje serán provistos en los túneles y estructuras de entrada del trasvase de agua y serán de 45 mm de diámetro como lo muestran los planos y lo disponga la Fiscalización. Después de completada la perforación, cada agujero de drenaje será lavado con agua limpia a presión.

D.8 MEDICIÓN Y PAGO

D.8.1 Mortero

- (1) La medición y pago del mortero de relleno en los túneles y estructuras del trasvase de agua se realizarán en base al volumen en metros cúbicos de los materiales del mortero realmente inyectados en los agujeros. El precio unitario ofertado incluirá todos los costos de mano de obra, materiales, equipo de construcción, suministro de mortero, los sistemas y todas las operaciones requeridas para conectar las líneas de suministro de mortero con los tubos de inyección, agujeros de lavado, manejo de materiales de mortero, mezclado e inyectado del mortero, reperfusión de agujeros si ellos son cerrados por la corriente de mortero y todos los trabajos que sobrevengan relacionados con la inyección de mortero, de acuerdo con las especificaciones.

La cantidad especificada en la Tabla de Cantidades será el límite máximo a pagarse. La parte de la cantidad efectiva que exceda a dicho límite se considerará que es debido a la responsabilidad del Contratista en hacer erróneamente una excavación excesiva o un descuido al construir el revestimiento de suficiente espesor, y no será materia de pago.

El material del mortero, el cual ha sido gastado sin una causa racional o por las fallas del Contratista, no será materia de medición y pago.

- (2) La medición y pago por la inyección de contacto en la periferia del túnel obturado será hecho dividiendo en tres rubros como se indica a continuación:

(a) Mortero de cemento

La medición y pago por el mortero de cemento serán hechos en base al peso en kilogramo de cemento efectivamente inyectado como lo apruebe la Fiscalización. El mortero de cemento en caso de haber sido desperdiciado sin una razón aceptable o por fallas del Contratista, no será objeto de medición y pago.

El pago será hecho por el número de kilogramos medidos como se prevé arriba al precio unitario por kilogramo ofertado para éstos en la Tabla de Cantidades de Obra; dicho precio unitario constituirá la compensación total por el costo de toda la mano de obra, herramientas, equipos y materiales,

incluyendo el suministro, transporte, manipuleo, mezclado e inyección de mortero de cemento y otros rubros necesarios para completar los trabajos, excepto el suministro e instalación del tubo de metal y las salidas para el sistema de inyección.

(b) Tubos de acero de 40 mm de diámetro para inyección de contacto

La medición para el pago por el suministro e instalación de tubos de acero de 40 mm de diámetro para el suministro de mortero retorno y sistema de abertura de tubos para las inyecciones de contacto serán hechos en base al peso en kilogramo de tubos de acero efectivamente instalados en la posición y de acuerdo en los planos como lo disponga y apruebe la Fiscalización en el taponado de hormigón.

El precio unitario por kilogramo ofertado incluirá la compensación total del costo de toda la mano de obra, herramientas, equipos y materiales incluyendo el suministro e instalación de los tubos de acero de 40 mm de diámetro en los accesorios necesarios para completar el sistema de inyecciones.

(c) Tubos de acero de 25 mm de diámetro para inyecciones de contacto

La medición y pago por el suministro y colocación de los tubos de acero de 25 mm de diámetro para tubos ascendentes para inyecciones de contacto serán hechos en base al peso en kilogramos de tubos de acero efectivamente instalados en la posición de acuerdo con los planos o dispuesto y aprobado por la Fiscalización en el taponado de hormigón.

El precio unitario por kilogramo ofertado incluirá la compensación por el costo de toda la mano de obra, herramientas, equipos y materiales incluyendo el suministro e instalación de los tubos de acero de 24 mm de diámetro en las salidas por mortero y otros rubros necesarios para completar el sistema de inyección.

D.8.2 Tubos Para el Llenado de Mortero

La medición para el pago por el suministro y colocación de los tubos de acero de 50 mm para el mortero de relleno del túnel de derivación y las estructuras de entrada serán hechos en base al peso en kilogramos de tubos de acero realmente colocados en la posición ordenada en el revestimiento de hormigón. El precio unitario por kilogramo ofertado incluirá todos

los costos de mano de obra, materiales y todas las operaciones requeridas para el procesamiento de los tubos, colocación y mantenimiento de ellos en las posiciones apropiadas y todos los trabajos que sobrevengan relacionados, de acuerdo con las especificaciones.

D.8.3 Perforaciones de Drenaje

La medición para el pago para la perforación de agujeros de drenaje en el túnel de derivación y las estructuras de entrada del trasvase de agua serán hechos en base a metro lineal en la longitud del agujero de drenaje, el cual ha sido perforado de acuerdo con las especificaciones y/o disposición de la Fiscalización. El precio unitario por metro lineal ofertado para esto incluirá todos los costos de mano de obra, materiales, equipo de construcción y todas las operaciones requeridas para la perforación en la roca, desplazamiento de la maquinaria, lavado de los agujeros de drenaje y todos los trabajos que sobrevengan relacionados con la perforación de los agujeros de drenaje, sin considerar la localización y el ángulo como muestran los planos y de acuerdo con las especificaciones.

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

PAQUETE 1

TRASVASE DAULE-PERIPA ~ LA ESPERANZA

VOLUMEN III - ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS

SECCIÓN E OBRAS DE HORMIGÓN

Tabla de Contenido

	<u>Página</u>
E.1 GENERALIDADES	E-1
E.1.1 Responsabilidad del Contratista	E-1
E.1.2 Normas Técnicas.....	E-2
E.1.3 Clasificación y Definición	E-3
E.2 CEMENTO Y ADITIVOS	E-4
E.2.1 Cemento.....	E-4
E.2.2 Aditivos	E-6
E.3 AGREGADOS	E-9
E.3.1 Generalidades.....	E-9
E.3.2 Agregado Fino	E-11
E.3.3 Agregado Grueso.....	E-13
E.4 AGUA	E-15
E.5 MEZCLA DE HORMIGÓN.....	E-16
E.5.1 Composición.....	E-16
E.5.2 Proporciones de la Mezcla y Clasificación del Hormigón	E-16
E.5.3 Contenido de Agua y Revenimiento.....	E-18
E.6 MEZCLA DE PRUEBA.....	E-19
E.7 PRUEBA DE HORMIGÓN Y MATERIALES DEL HORMIGÓN.....	E-19
E.8 DOSIFICACIÓN.....	E-21

	<u>Página</u>
E.9 MEZCLADO.....	E-22
E.10 COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN	E-24
E.10.1 Generalidades.....	E-24
E.10.2 Preparación para la Colocación.....	E-24
E.10.3 Temperatura del Hormigón Durante la Colocación.....	E-25
E.10.4 Equipo para el Transporte y Colocación de Hormigón.....	E-26
E.10.5 Colocación.....	E-28
E.10.6 Consolidación.....	E-30
E.11 CURADO DEL HORMIGÓN	E-31
5.12 MEDICIÓN Y PAGO DEL HORMIGÓN.....	E-34
E.13 ENCOFRADO Y ACABADOS.....	E-35
E.13.1 Generalidades.....	E-35
E.13.2 Materiales para Formaletas.....	E-36
E.13.3 Instalación de Formaletas	E-38
E.13.4 Amarres Internos.....	E-38
E.13.5 Remoción de Formaletas	E-39
E.13.6 Afinados y Acabados.....	E-40
E.13.7 Reparaciones de Superficies de Hormigón Dañado o Defectuoso.....	E-44
E.13.8 Medición y Pago por Encofrado	E-47
E.14 BARRAS Y REFUERZO	E-48
E.14.1 Generalidades.....	E-48
E.14.2 Fabricación y Colocado.....	E-49
E.14.3 Medición y Pago	E-50
E.15 BOQUETES EN HORMIGÓN.....	E-51
E.15.1 Generalidades.....	E-51
E.15.2 Medición y Pago	E-52
E.16 TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN	E-52
E.17 HORMIGÓN LANZADO.....	E-55
E.17.1 Generalidades.....	E-55
E.17.2 Materiales	E-56
E.17.3 Proporción de Mezclas y Control de Calidad	E-57

	<u>Página</u>
E.17.4 Preparación para el Rociado.....	E-59
E.17.5 Colocación y Curado.....	E-60
E.17.6 Medición y Pago	E-62
E.18 REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN PARA TÚNELES Y GALERÍAS.....	E-63
E.18.1 Generalidades.....	E-63
E.18.2 Medición y Pago	E-64
E.19 HORMIGÓN PARA EL ENCAJAMIENTO DE TUBERÍAS DE ACERO.....	E-64
E.19.1 Generalidades.....	E-64
E.19.2 Medición y Pago	E-65
E.20 HORMIGÓN PRECOLADO PARA CANALONES, DUCTOS, TUBOS, BORDILLOS, BLOQUES, ETC.	E-65
E.20.1 Generalidades.....	E-65
E.20.2 Medición y Pago	E-66
E.21 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y DE CONTRACCIÓN.....	E-66
E.21.1 Juntas de Construcción.....	E-66
E.21.2 Juntas de Contracción	E-67
E.21.3 Medición y Pago	E-68
E.22 TAPAJUNTAS.....	E-68
E.22.1 Generalidades.....	E-68
E.22.2 Juntas en Tapajuntas.....	E-69
E.22.3 Almacenamiento e Instalación.....	E-69
E.22.4 Medición y Pago	E-70
E.23 COJINES ELASTOMÉRICOS DE APOYO PARA PUENTE.....	E-70
E.23.1 Generalidades.....	E-70
E.23.2 Cojines Elastoméricos de Apoyo	E-70
E.23.3 Medición y Pago	E-72
E.24 RELLENO DE JUNTAS Y SELLO, SI SE PUEDE.....	E-72
E.24.1 Relleno de Juntas.....	E-72
E.24.2 Sello de Juntas, si se requiere	E-72

	<u>Página</u>
E.24.3 Medición y Pago	E-73
E.25 RECUBRIMIENTO BITUMINOSO PARA JUNTAS DE CONTRACCION	E-73
E.25.1 Generalidades.....	E-73
E.25.2 Medicion y Pago	E-73
E.26 PERNOS ESPIGA.....	E-74
E.26.1 Generalidades.....	E-74
E.26.2 Instalación de Pernos Espiga	E-74
E.26.3 Medición y Pago	E-75
E.27 BARRAS DE ANCLAJE.....	E-75
E.27.1 Generalidades.....	E-75
E.27.2 Perforación de Agujeros y Colocación de las Barras	E-75
E.27.3 Medición y Pago	E-76

SECCIÓN E: OBRAS DE HORMIGÓN

E.1 GENERALIDADES

E.1.1 Responsabilidad del Contratista

Todo el trabajo de hormigón deberá ser ejecutado como se estipula en estas Especificaciones, y como se muestra en los planos o como lo ordene la Fiscalización. Tal trabajo de hormigón deberá llevarse a cabo en presencia de la Fiscalización.

No menos de cincuenta y seis (56) días antes de la instalación, por parte del Contratista, de cualquier equipo de construcción a ser usado en el procesamiento, manejo, transporte, colocación y proporcionamiento de los ingredientes del hormigón, así como para el mezclado, transporte y colocación de hormigón, el Contratista deberá someter cuadros de flujo, planos y descripciones por escrito para permitir la completa y adecuada evaluación de sus planes para la producción y colocación del hormigón implicado en las Obras bajo estas Especificaciones.

A menos que se permita lo contrario, el hormigón para estructuras permanentes deberá ser pesado, cargado y mezclado usando una planta hornigonera con sistema automático para el pesado y cargado.

Después de haber sido instalados, la operación del equipo de construcción y facilidades de almacenamiento, deberán estar en todo tiempo sujetas a la aprobación de la Fiscalización.

Donde las Especificaciones requieran el uso de equipo de tipo específico o el seguimiento de procedimientos específicos, tales requerimientos no deberán interpretarse como prohibición del uso por parte del Contratista de tipos de equipo o procedimientos alternativos si se puede demostrar que resultados iguales se obtendrán con el uso de tales alternativas.

El Contratista deberá tomar todas las debidas precauciones para minimizar la descarga, en riachuelos y esteros de agua que contenga materia visible en suspensión. En los lugares donde a la Fiscalización le parezca que tales descargas pueden hacerse, el Contratista deberá construir, mantener y operar estanques de sedimentación convenientes u otros medios efectivos que puedan ser necesarios para prevenir tales descargas.

La aprobación de plantas y equipos o su operación, o cualquier procedimiento de construcción, no deberá invalidar o modificar cualquier provisión o requisito contenido en estas Especificaciones que rigen la calidad de los materiales o del trabajo acabado.

El Contratista no deberá ser autorizado a ningún pago adicional sobre los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para hormigón, por razones de cualquier limitación en el cargado, mezclado, transporte y colocación del hormigón requerido bajo las provisiones de estas Especificaciones.

Previo al comienzo de los trabajos de hormigón, el Contratista deberá establecer en el sitio un laboratorio provisto con todo el equipo e instrumentos necesarios para la ejecución de pruebas del hormigón. El Contratista deberá operar y mantener el laboratorio bajo el control y Fiscalización durante el período del Contrato, y deberá emplear un número suficiente de técnicos en hormigón y asistentes de laboratorio calificados para llevar a cabo las pruebas especificadas.

A menos que se indique de otro modo en estas Especificaciones, el hormigón deberá ser fabricado, transportado, colocado, curado, acabado y probado por el Contratista de acuerdo a las instrucciones o manuales a ser emitidos por la Fiscalización u otro equivalente aprobado por la Fiscalización.

E.1.2 Normas Técnicas

Los ensayos necesarios y las normas aplicables serán los siguientes, sin limitarse a la utilización de otros ensayos:

- | | | |
|--|----------|--------------------------|
| - Cantidad de granulometría para agregados | INEN 696 | JIS A 1102, ASTM-C136-84 |
| - Cantidad de material pasante del tamiz estándar de 74 micrones en agregados. | INEN 697 | JIS A 1103, ASTM-C117-69 |
| - Peso específico de agregados y contenido de sólidos | INEN 858 | JIS A 1104, ASTM-C29-69 |
| - Impurezas orgánicas en agregados finos | INEN 855 | JIS A 1105, ASTM-C40-84 |
| - Gravedad específica y absorción de agregados gruesos. | INEN 857 | JIS A 1110, ASTM-C127-88 |
| - Humedad superficial en agregados finos. | INEN 859 | JIS A 1111, ASTM-C70-79 |
| - Abrasión de agregados gruesos mediante el | | |

uso de la máquina de Los Angeles.	INEN 860,861	JIS A 1121, ASTM-C131-81
- Fortaleza de agregados mediante el uso del Sulfato de Sodio.	INEN 863	JIS A 1122, ASTM-C88-83
- Contenido total de humedad y humedad superficial de agregados mediante secado.	INEN 862	JIS A 1125A
- Partículas suaves en agregados gruesos mediante el uso del ensayo de rayado.	INEN 699	JIS A 1126
- Contenido de arcilla en agregados	INEN 698	JIS A 1137, ASTM-C142-84
- Pruebas de métodos físicos para cemento		JIS R 5201
- Métodos de análisis químico para cemento Portland.	INEN 160	JIS R 5202, ASTM-C114-88
- Calor de hidratación del cemento		JIS R 5203, ASTM-C186-86
- Revenimiento de hormigón	INEN 1578	JIS A 1101, ASTM-C143-89a
- Resistencia a la compresión del hormigón	INEN 1578	JIS A 1108, ASTM-C39-86
- Análisis de lavado de hormigón fresco		JIS a 1112
- Método de muestreo del hormigón fresco.	INEN 1773	JIS A 1115, ASTM-C172-82
- Contenido de aire en el hormigón fresco mediante el método de presión.	INEN 1581	JIS A 1128, ASTM-C231-89a
- Preparación y curado de especímenes de hormigón	INEN 1576	JIS A 1132, ASTM-C31-88
- Preparación de muestra para ensayo de hormigón en el laboratorio.	INEN 1765	JIS A 1138, ASTM-C192-88

E.1.3 Clasificación y Definición

Las obras de hormigón se clasifican en dos tipos:

- 1) Hormigón In Situ (hormigón)
- 2) Hormigón prefabricado

A menos que sea designado de otro modo, hormigón in situ se define como "hormigón" en estas Especificaciones Técnicas.

La clase del hormigón, el cual está clasificado en términos del tamaño de los agregados, resistencia (kg/cm^2 , a los 28 días) y método de colocación, se define como se indica a continuación:

- A. Tubos de hormigón prefabricado, receptáculos de hormigón para empotramiento de piezas metálicas, losas de puentes, vigas y segundos hormigonados.
- B. (No aplicable).
- C. Paredes delgadas y losas, entrada de pozos (losas, vigas y pisos) para trabajos de edificios.
- D. Hormigón de revestimiento de túnel, estructura de entrada (túnel) y ventanas de acceso.
- E. Paredes de sostenimiento, alcantarillas de cajón, paramentos, paredes de estribos de puentes, fundaciones estructurales, losas de fondo del canal de entrada, etc.
- F. Canales de drenaje, colectores de cuenca, etc.
- G. Hormigón para rellenos de hormigón, tapones de hormigón, bloques de anclaje, etc.
- H. Hormigón de nivelación

HORMIGÓN LANZADO: En pendientes de corte y protección de túneles

E.2 CEMENTO Y ADITIVOS

E.2.1 Cemento

El cemento usado en la Obra deberá tener la calidad equivalente del cemento Portland, Tipo Ordinario, como se especifica en JIS R 5210 o ASTM Designación C 150 tipo I.E y/o como lo apruebe la Fiscalización.

Antes de ordenar cualquier cemento, el Contratista deberá informar a la Fiscalización de los detalles respecto al tipo de cemento a ser comprado. El cemento deberá ser entregado en el sitio junto con los certificados de calidad y de prueba del fabricante de cada muestra de carga tomada inmediatamente después de su llegada al almacén de su fábrica. Una vez recibidos, tales certificados deberán someterse a la Fiscalización.

El cemento deberá suministrarse en papel resistente a la humedad, aprobado por la Fiscalización. A menos que se permita de otro modo, en principio se deberá usar cemento de no más de tres fábricas, y únicamente el producto de una fábrica se deberá usar en cualquier sección particular de la obra.

En principio, el Contratista deberá tomar muestras y hacer pruebas de cemento para resistencia a los tres y siete días, para tiempo de fraguado y para solidez en el almacén del sitio de cada carga que haya llegado, de acuerdo con Japan Industrial Standards, o ASTM, y deberá suministrar los resultados a la Fiscalización en una manera pronta y sistemática.

Además de las pruebas de rutina anteriores, el Contratista dirigirá las pruebas del cemento almacenado como lo ordene la Fiscalización, cuando ésta las considere necesarias. Las pruebas serán ejecutadas para los mismos conceptos especificados en las pruebas de rutina, a menos que lo especifique de otra manera la Fiscalización.

No se harán pagos separados por las pruebas de rutina y pruebas de control del cemento y cualquiera y todos los costos incurridos en las pruebas, incluyendo el costo de los materiales y mano de obra, excepto el suministro e instalación del equipo de prueba, deberá considerarse incluido en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para los conceptos aplicables de hormigón.

En el arreglo de las facilidades de almacenamiento, el Contratista deberá tomar en cuenta todos los factores que puedan causar atrasos en el suministro de cemento, tales como la capacidad del fabricante, almacenamiento en su fábrica, tiempo de transporte entre las fábricas y el Sitio, feriados, condiciones del tiempo y averías. No obstante, el Contratista deberá proporcionar en el Sitio facilidades adecuadas de manejo y almacenamiento para una capacidad no menor a 4 semanas de suministro de cemento.

El Contratista deberá proporcionar facilidades adecuadas para el manejo y almacenamiento de cemento. Las tolvas metálicas de almacenamiento para cemento en la planta de dosificación deberán ser a prueba de intemperie y deberán ser construidas de manera que no haya almacenamiento muerto. Si en la opinión de la Fiscalización hay la posibilidad de que cualquier almacenamiento muerto exista en cualquier tolva, esa tolva deberá ser vaciada y limpiada por lo menos una vez cada cuatro meses.

El cemento entregado en bolsas deberá ser transportado en una manera aprobada por la Fiscalización, y deberá almacenarse en bodegas completamente a prueba de intemperie con

provisiones adecuadas para prevenir la absorción de humedad, a condición de que las facilidades de almacenamiento deberán estar sujetas a la aprobación de la Fiscalización y ordenadas de tal manera para permitir el fácil acceso para la inspección e identificación de cada consignación de cemento.

El cemento deberá ser almacenado en una bodega que tenga el piso a más de 30 cm sobre el nivel de la superficie del terreno, y de tal manera que el "primero en entrar" sea el "primero en salir". Un espaciado adecuado deberá proporcionarse entre las pilas de cemento. No más de 13 bolsas deberá permitirse que se coloquen en una pila, o un número menor, como lo ordene la Fiscalización cuando el período de almacenaje se espere que sea mayor que cincuenta y seis (56) días. El costo de operación y mantenimiento de la bodega para cemento deberá estar incluido en el precio de suma global ofertado para esto en la Tabla de Cantidades de Obra.

Ningún cemento que haya estado almacenado en el Sitio por más de ochenta y cuatro (84) días deberá ser usado en las Obras, a menos que una prueba demuestre que es satisfactorio para usarlo, y que sea aprobado por la Fiscalización.

El Contratista deberá tener cuidado en asegurarse de que las existencias adecuadas de cemento estén siempre disponibles. El deberá, el primer día de cada mes, informar a la Fiscalización respecto a los datos siguientes:

- (a) La existencia de cemento en sus manos en el Sitio en el último día del mes.
- (b) Los embarques de cemento recibidos durante el mes
- (c) El cemento usado en el trabajo autorizado durante el mes.
- (d) El cemento desperdiciado o perdido durante el mes y las razones.
- (e) Otros datos requeridos por la Fiscalización.

E.2.2 Aditivos

(1) Generalidades

El Contratista deberá suministrar y usar aditivos para hormigón con el fin de mejorar la trabajabilidad y el acabado del hormigón y el mortero. Los aditivos deberán usarse en la forma aprobada por la Fiscalización. El Contratista deberá notificar a la Fiscalización de las fuentes de las cuales los aditivos serán obtenidos y deberá

suministrar información técnica y muestras para pruebas, por lo menos ochenta y cuatro (84) días en anticipación al tiempo en que se espera usarlos. La información proporcionada deberá incluir:

- (a) La dosificación típica y los efectos perjudiciales de un exceso o deficiencia en la dosificación.
- (b) Los nombres químicos de los principales ingredientes activos en el aditivo.
- (c) Si el aditivo contiene o no cloruros, y si contiene, el contenido de cloruro de hierro expresado en porcentaje por peso del aditivo.
- (d) Si el aditivo permite o no la inclusión de aire cuando es usado en la dosificación recomendada por el fabricante.

Aditivos adicionales pueden especificarse o pueden usarse bajo la autorización por escrito de la Fiscalización, únicamente en la manera y con el control especificado por la Fiscalización.

Todas las pruebas de los aditivos deberán ser hechas por el Contratista a su propio costo y los resultados de las pruebas deberán someterse a la Fiscalización para su aprobación.

La compatibilidad de los aditivos deberá ser probada, cuando se use más de uno, y ésta deberá demostrarse a satisfacción de la Fiscalización, y el resultado satisfactorio de la prueba deberá someterse a la Fiscalización para aprobación antes de la incorporación en las Obras.

Cuando se vaya a usar más de un aditivo, cada aditivo deberá ser cargado en su propio dosificador y agregado separadamente al agua del mezclado antes de descargarlos en el mezclador.

La cantidad de agente usado en cada mezcla de hormigón y la sección de la obra donde puede ser usado será determinado por la Fiscalización. Los aditivos deberán agregarse a la mezcla por los surtidores automáticos aprobados por la Fiscalización.

Los límites especificados respecto al máximo revenimiento, pérdida de revenimiento durante el transporte y el tiempo permitido de permanencia del hormigón en la mezcladora, pueden ser cambiados por la Fiscalización cuando se otorgue la aprobación para usar el agente.

Todos los costos incurridos por el uso de aditivos deberán ser incluidos en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para los conceptos aplicables de hormigón, en los cuales los aditivos son usados.

(2) Aditivos Inclusiones de Aire

Un aditivo inclusor de aire deberá ser usado en todo hormigón, a menos que se ordene lo contrario. El aditivo usado deberá cumplir con ASTM Designación C 260 o equivalente aprobado. Los aditivos deberán ser de consistencia y calidad uniforme dentro de cada recipiente y de embarque a embarque. Cualquier aditivo inclusor de aire que haya estado almacenado en el sitio por más de seis meses no deberá ser usado a menos que la prueba de control demuestre que es satisfactorio para su uso y que sea aprobado por la Fiscalización.

La cantidad de aditivo inclusor de aire usado en cada mezcla de hormigón deberá ser como se muestra en la siguiente tabulación:

Tamaño Máx. de Agregado Grueso (mm)	Aire Total Arrastrado (Porcentaje por Volumen de Hormigón)
20	5.0 ± 1
40	4.0 + 1

El aditivo inclusor de aire deberá ser dosificado como una solución con un contenido de sólidos que no exceda el 25%, con Ph conveniente, estable y consistente.

El aditivo en solución deberá mantenerse a una resistencia uniforme y deberá agregarse a la colada en una porción del agua de mezclado. Si los requisitos anteriores de contenido de aire se cumplen, el uso de un aditivo para reducir el agua que contenga aditivo inclusor de aire será permitido.

(3) Aditivo para Reducir el Agua

Un aditivo para reducir el agua deberá ser agregado a la mezcla de hormigón en la cantidad aprobada y cuando lo ordene la Fiscalización. Este aditivo deberá cumplir con los requisitos de ASTM C 494, Tipo A o equivalente aprobado.

(4) Aditivo para Retardar el Endurecimiento

Las fuentes, marca y tipos de aditivos convenientes para retardar el endurecimiento deberán ser seleccionados por el Contratista y sometidos a la Fiscalización para su aprobación. El aditivo para retardar el endurecimiento deberá ser compatible con el aditivo inductor de aire mencionado arriba y deberá ser dosificado y agregado al hormigón en la misma manera que se especificó para el agregado del aditivo inductor de aire. Las cantidades de aditivo para retardar el endurecimiento a ser usadas deberán estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, como lo apruebe la Fiscalización.

(5) Almacenaje de Aditivos

Los aditivos líquidos o en polvo para hormigón deberán mantenerse en almacenes completamente a prueba de agua, con las provisiones adecuadas para prevenir la absorción de agua. El almacenaje deberá arreglarse de manera que los materiales puedan usarse en el orden de que el "primero en entrar" deberá ser el "primero en salir". Si cualquier aditivo tiene fecha de expiración, ésta deberá marcarse claramente en el envase. Cantidades suficientes de aditivos deberán mantenerse almacenadas para asegurar una colocación ininterrumpida de hormigón.

E.3 AGREGADOS

E.3.1 Generalidades

Los materiales para la producción de agregados gruesos y finos deberán obtenerse del sitio de la cantera designado en los Planos o en otras áreas aprobadas por la Fiscalización.

Las fuentes en perspectiva de los materiales de arena y grava para agregados del hormigón son del área de Picoazá, aproximadamente a 10 Km al oeste de Portoviejo. La arena triturada es producida en Picoazá en la cantera Basáltica Picoazá, utilizando molino de rodillos con una capacidad de 30 ton/hr. Hay cuatro canteras de agregado grueso operadas por tres Empresas; la capacidad de producción es más de 150 ton/hr. La roca es toda basáltica.

Aunque las pruebas hechas por la Fiscalización en muestras tomadas del sitio de cantera indican que la roca de la cantera contiene materiales que, una vez procesados, serán convenientes para agregados gruesos y finos, la calidad del material disponible en el sitio de cantera deberá ser siempre evaluada por el Contratista bajo su responsabilidad.

El Contratista tendrá que pagar por los materiales tomados por él, del sitio de cantera y usados en el trabajo cubierto en estas Especificaciones. La aprobación de la Fiscalización del uso del material de la cantera por el Contratista no deberá interpretarse como que constituye la aprobación de todo el material tomado de la cantera, y el Contratista será juzgado responsable por la calidad especificada de todos los materiales usados en las Obras.

Si el material para agregados se va a obtener de fuentes que no sea el sitio de cantera, el Contratista deberá someter para pruebas muestras representativas de 50 kg de agregado fino y de cada tamaño de agregado grueso, propuestos para usarse en las Obras, por lo menos 3 meses antes de que el uso de los materiales sea requerido. El costo de tales pruebas será por cuenta del Contratista.

Si otra área que no sea el sitio de cantera designado es usada para obtener materiales para la producción de agregados de hormigón, el Contratista deberá limpiar de vegetación, raíces, malezas, césped, arcilla, arena y grava inadecuada, roca intemperizada y no resistente, y otras materias objetables todas las partes de la superficie de donde se van a obtener materiales para agregados.

Las áreas de donde se van a obtener materiales para agregados deberán estar localizadas y ser operadas de modo que no se detracten por la utilidad de los depósitos o cualquier otra propiedad y de manera de preservar, hasta lo práctico, la utilidad o valor futuro de los depósitos. Los materiales quitados del área que no sean usados para las Obras deberán ser dispuestos como lo ordene la Fiscalización.

El procesamiento del material en bruto incluirá conceptos, tales como trituramiento, cernido, lavado, mezclado, etc., para producir agregados gruesos y finos que cumplan con los requisitos especificados aquí, y deberá hacerse en una manera aprobada por la Fiscalización. El agua usada para lavar los agregados deberá estar libre de cantidades objetables de materiales en suspensión, materia orgánica, materia alcalina, sales y otras impurezas.

Después del lavado, el agregado fino deberá ser almacenado en montones con una base con drenaje libre por lo menos por 72 horas, y deberá subsecuentemente ser manipulado para asegurar que la arena entregada a la planta dosificadora tenga un contenido de humedad razonablemente uniforme y estable. Cuando la superficie de los montones de donde la arena está siendo entregada directamente a la planta dosificadora esté sustancialmente más cerca o húmeda que el macizo del montón de arena, la manipulación deberá ser tal que se excluya esta arena superficial de la planta dosificadora.

Antes de adquirir la planta de construcción para el procesamiento de agregados, el Contratista deberá someter a la Fiscalización para aprobación una descripción narrativa, diagrama de flujo y planos que indiquen suficientemente la disposición, tipo y capacidad de las trituradoras, cernidoras, lavadoras, transportadores, y otros equipos para el proceso y manejo de agregados. Sin embargo, la aprobación de la Fiscalización no liberará al Contratista de su responsabilidad única por la conveniencia del arreglo propuesto.

El costo de producción de agregados requerido bajo estas Especificaciones deberá ser incluido en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para los conceptos de hormigón, en los cuales los agregados son usados. Estos precios unitarios también deberán incluir todos los gastos del Contratista para la excavación, manejo, procesamiento, transporte y almacenamiento de materiales. No deberá conferirse al Contratista ninguna compensación adicional por materiales desperdiciados de la cantera u otras áreas aprobadas, incluyendo finos de trituración, materiales sobrantes de cualquiera de los tamaños en los cuales se requiere que los agregados sean separados por el Contratista, y materiales que hayan sido descartados por la razón de que exceden los tamaños máximos especificados para su uso.

E.3.3 Agregado Fino

El término "agregado fino" es usado para designar al agregado en el cual la partícula de tamaño máximo es de 5 mm. El agregado fino para el hormigón, mortero y lechada deberá ser suministrado por el Contratista y deberá ser tipo fabricado, a menos que de otro modo lo apruebe la Fiscalización.

Como se indicó en el Párrafo E.7, la Fiscalización hará pruebas de control del agregado fino, y el Contratista deberá suministrar e instalar facilidades satisfactorias a la Fiscalización para tomar muestras representativas para pruebas. Las pruebas se harán de acuerdo con los requisitos del Párrafo E.7.

El agregado fino deberá consistir de fragmentos de roca duros, densos, durables, sin recubrimiento, de una granulometría apropiada y deberá estar libre de cantidades objetables de suciedad, polvo, materia orgánica y otros materiales extraños deletéreos. El contenido de humedad del agregado fino, cuando es entregado a la unidad dosificadora, no deberá variar más de 1.0 por ciento dentro de una hora cualquiera, y no deberá variar más de 3.0 por ciento dentro del tiempo de trabajo de una tarea.

El agregado fino deberá consistir sustancialmente de partículas que tengan una forma satisfactoria. La partícula que tiene una forma satisfactoria se define como una partícula en la cual la dimensión máxima no es mayor que tres (3) veces la dimensión mínima.

El agregado fino, proporcionado, deberá ser bien graduado y deberá cumplir con los criterios mostrados abajo. Sin embargo, este criterio puede ser variado si así lo ordena la Fiscalización, y en tal caso el Contratista no deberá ser autorizado a bonificación o pago adicional.

Designación de Tamiz Abertura Media (mm)	Porcentaje Estándar por Peso que pasa Tamiz Individual
10	100
5	90 - 100
2.5	80 - 100
1.2	50 - 90
0.6	25 - 65
0.3	10 - 35
0.15	2 - 10

El porcentaje de sustancias deletéreas contenidas en el agregado fino no deberá exceder los siguientes valores:

<u>Concepto</u>	<u>Porcentaje por Peso</u>
Terrones de arcilla	1.0
Material que pasa el tamiz 0.088 mm	3.0*
Material retenido en el tamiz 0.297 mm y que flote en un líquido que tenga una gravedad específica de 1.95.	0.5

* Si el material más fino que el tamiz 0.088 mm consiste de polvo de roca libre de arcilla o limo, este porcentaje puede aumentarse a 5.0

La suma de los porcentajes de todas las sustancias deletéreas entregadas a la mezcladora no deberá exceder el 3% por peso, o el 5% en el caso (*).

El agregado fino puede ser rechazado si produce un color más oscuro que el estándar en la prueba colorimétrica para impurezas orgánicas especificado en JIS A 1105 o un equivalente aprobado.

La pérdida de agregado fino sujeto a cinco ciclos de la prueba de sanidad de sulfato de sodio no deberá exceder 10 por ciento.

La granulometría del agregado fino deberá ser controlada de manera que en cualquier tiempo el módulo de finura de por lo menos 9 de 10 pruebas consecutivas de muestras de agregado fino acabado, cuando las muestras son tomadas cada hora, no varíe más de 0.20 del módulo de finura promedio de las 10 muestras probadas. El módulo de finura del agregado fino deberá fluctuar entre 2.5 y 3.3

Cuando los agregados finos de diferentes fuentes estén siendo usados en la planta dosificadora al mismo tiempo, ellos deberán ser mezclados de manera que se asegure una granulometría uniforme en cargas sucesivas.

E.3.3 Agregado Grueso

El término "agregado grueso" es usado para designar agregado en el cual el tamaño mínimo nominal es de 5 mm y el cual está razonablemente bien graduado desde 5 mm hasta el tamaño mayor requerido en la obra en la cual el material está siendo usado. El agregado grueso para el hormigón deberá ser suministrado por el Contratista y deberá consistir de tipo fabricado a menos que lo apruebe de otra manera la Fiscalización.

Como se indicó en el Párrafo E.7, la Fiscalización hará pruebas del agregado grueso, y el Contratista deberá suministrar e instalar facilidades satisfactorias a la Fiscalización para procurar muestras representativas para pruebas. Las pruebas se harán de acuerdo a los requisitos del Párrafo E.7.

El agregado grueso deberá ser de fragmentos de roca limpios, duros, frescos, no intemperizados, bien formados, densos, sin recubrimiento, durables y libres de cantidades objetables de partículas planas o alargadas, materia orgánica u otros materiales deletéreos.

La granulometría del agregado grueso (porcentaje por peso que pasa los tamices estándar) deberá ser como se muestra abajo. Sin embargo, esto puede ser variado si así lo ordena la Fiscalización, y en tal caso el Contratista no deberá ser autorizado a bonificación o pago adicional.

Designación de Tamiz Abertura Media (mm)	Tamaño de Agregado Grueso (mm)	
	40 - 5	20 - 5
	Porcentaje que pasa por Peso (%)	
50	100	-
40	100 - 95	-
30	-	-
25	-	100
20	70 - 35	100 - 90
15	-	-
10	30 - 10	55 - 20
5	5 - 0	10 - 0
2.5	-	5 - 0

Además, el agregado grueso en la mezcla de hormigón deberá consistir de la siguiente proporción, a menos que lo ordene de otra manera la Fiscalización.

Designación del Tamaño Máximo (mm)	Tamaño Nominal (mm)		
	40 - 20	20 - 10	10 - 5
	Porcentaje por Peso (%)		
40	55 - 40	35 - 30	25 - 15
20	-	70 - 30	45 - 20

La cantidad de sustancia deletérea en agregado grueso no deberá exceder los límites prescritos en la siguiente tabla:

<u>Concepto</u>	<u>Porcentaje por Peso</u>
Terrones de arcilla	0.25
Partículas suaves	5.0
Material que pasa el tamiz 0.088 mm	1.0*
Material que flote en un líquido que tenga una gravedad específica de 2.0.	0.5

- * Si el material más fino que el tamiz 0.088 mm consiste de polvo de roca libre de arcilla o limo, este porcentaje puede aumentarse a 1.5.

La suma de los porcentajes de todas las sustancias deletéreas en cualquier tamaño, entregado en la mezcladora, no deberá exceder el 5% por peso.

El agregado grueso puede ser rechazado si:

- (a) La pérdida, usando clasificación A en la prueba de abrasión de Los Angeles, excede el 10% en peso a 100 revoluciones, o 40% en peso a 500 revoluciones.
- (b) La pérdida de peso del agregado, cuando se somete a 5 ciclos de la prueba de sanidad de sulfato de sodio, es más que el 12% en peso.
- (c) El porcentaje total en peso de las partículas de forma no satisfactoria excede en 60%. Una partícula se deberá considerar que no tiene una forma satisfactoria si su dimensión máxima excede 3 veces a su dimensión mínima.

El agregado grueso deberá ser cernido en cedazos vibratorios montados en la planta trituradora de roca o, a la opción del Contratista, los cedazos pueden montarse en el terreno adyacente a la planta trituradora de roca. La separación del agregado grueso en los tamaños especificados, después de haber sido cernido deberá ser tal que, cuando el agregado sea probado en los tamices designados en la siguiente tabulación, el agregado que pase el tamiz de subtamaño no deberá exceder el 2%, por peso, y todo el material deberá pasar los tamices de sobretamaño.

Designación del Tamaño de Agregado (mm)	Tamaño de la Abertura Cuadrada en el Tamiz	
	Para la Prueba de Subtamaño	Para la Prueba de Sobretamaño
10	ASTM No. 5	11 mm
20	8 mm	22 mm
40	16 mm	44 mm

E.4 AGUA

El agua usada en hormigón, lechada y mortero, para lavar agregados y para el curado del hormigón, deberá ser razonablemente limpia y libre de cantidades objetables de limo,

materia orgánica, álcali, sales, ácidos y otras impurezas. Deberán ser proporcionadas suficientes instalaciones para almacenar agua con el fin de asegurar una operación continua en la colocación de hormigón.

Los métodos para entrega y almacenamiento de agua deberán estar sujetos a la aprobación de la Fiscalización. Si la Fiscalización lo requiere, el agua deberá ser probada de acuerdo con B.S.3148 por una autoridad en ensayos aprobada. Todos los costos implicados en estas pruebas deberán ser absorbidos por el Contratista.

E.5 MEZCLA DE HORMIGÓN

E.5.1 Composición

El hormigón deberá estar compuesto de cemento Portland, agua, agregado fino y grueso y aditivos aprobados, todos bien mezclados y llevados a la consistencia adecuada.

E.5.2 Proporciones de la Mezcla y Clasificación del Hormigón

El Contratista deberá llevar a cabo los ensayos de prueba para determinar las mezclas de diseño del hormigón bajo el control de la Fiscalización en el laboratorio para asegurar que todo el hormigón a colocarse en las diferentes estructuras de las obras deberá cumplir con los requisitos de las Especificaciones.

Los datos de las proporciones de mezcla deberán ser preparados y propuestos por el Contratista para producir hormigón que tenga una relación agua-cemento apropiada, una trabajabilidad conveniente, durabilidad, contracción baja y la resistencia de diseño requerida con el contenido mínimo de cemento y cantidad de agregado fino. Las proporciones de mezcla seleccionadas por la Fiscalización de estos datos deberá ser, además, confirmada a través de mezclas de prueba a ser ejecutadas por el Contratista de la manera aquí prescrita.

Basada en los resultados obtenidos de las mezclas de prueba anteriores, la Fiscalización notificará al Contratista de la proporción de mezcla para hormigón a ser usada en las diferentes porciones de las obras. La proporción de la mezcla se podría modificar en el curso de los trabajos, siempre que la Fiscalización lo considere necesario para un mejoramiento adicional.

El Contratista deberá suministrar muestras del cemento usado en las obras en la cantidad suficiente requerida para el diseño de las mezclas de hormigón. El costo de las muestras de

cemento deberá considerarse que está incluido en los precios unitarios apropiados para el hormigón, ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra.

La determinación de las proporciones de mezcla por la Fiscalización no liberará al Contratista de sus responsabilidades de producir y colocar hormigón conforme a los requisitos especificados. Antes de mezclar el hormigón para una estructura o parte de ésta, el Contratista deberá cerciorarse de que el hormigón mezclado en las proporciones determinadas por la Fiscalización le permitirán producir y colocar hormigón cumpliendo con los requisitos especificados.

El requisito de la mezcla de hormigón y la resistencia a la compresión deberán ser controladas basándose en pruebas de resistencia a la compresión llevadas a cabo por pruebas estándar de cilindros de hormigón (15 cm de diámetro por 30 cm de altura), a la edad de veintiocho (28) días, de acuerdo con la norma aplicable de JIS o el equivalente aprobado.

El Contratista deberá usar el tipo de mezcla de hormigón especificado para la estructura respectiva como está indicado en los planos y estipulado en la Tabla de Cantidades de Obra o como lo ordene la Fiscalización.

La proporción aproximada de la mezcla de hormigón a ser usada en las diferentes clases de hormigón, definidas en el subpárrafo E.1.3, deberá ser como sigue:

Clase de Hormigón	Tamaño Máximo de Agregado (mm)	Resistencia a la compresión a los 28 días (kgf/cm ²)	Máxima Relación Agua/cemento
A	20	250	40
B	40	210	50
C	20	210	50
D	40	210	50
E	40	180	50
F	20	210	50
G	40	140	55
H	20	140	55
Hormigón lanzado	10	210	50

La Fiscalización se reservará el derecho de decidir los contenidos de cemento de cualquier clase o clases de hormigón y proporciones de mezcla, basado en las mezclas de prueba y de cuando en cuando durante el curso del trabajo. El Contratista no deberá ser autorizado a ningún pago por costo adicional en el trabajo de hormigón, incurrido en cualquier cambio que la Fiscalización y/o el Contratista pueda hacer en las proporciones de mezcla.

En general, el hormigón deberá ser colocado con un revenimiento máximo de 8 cm. Sin embargo, donde la Fiscalización lo considere necesario se puede permitir un hormigón con un revenimiento de hasta 14 cm, por ejemplo, cuando el hormigón es colocado con bomba.

El uso de hormigón bombeado deberá limitarse a trabajos en túneles y en lugares donde otros métodos de transporte y colocación no sean considerados prácticos por la Fiscalización.

La determinación de la proporción de mezcla por la Fiscalización en ninguna forma liberará al Contratista de sus responsabilidades de producir y colocar hormigón conforme a los requisitos especificados. Antes de mezclar el hormigón para una estructura o parte de ella, el Contratista deberá cerciorarse de que el hormigón mezclado en las proporciones determinadas por la Fiscalización le permitirán producir hormigón que cumpla con los requisitos especificados.

El Contratista deberá notificar a la Fiscalización de cualquier objeción que él tenga respecto a las proporciones de la mezcla, y deberá someter a la Fiscalización -para aprobación- su alternativa propuesta de proporciones, la cual, si es aprobada por la Fiscalización, deberá ser usada para la fabricación del hormigón. El Contratista no deberá ser autorizado a compensaciones adicionales debido a cambios en las proporciones de mezcla.

El tamaño máximo de agregado grueso en el hormigón para cualquier parte de la obra, deberá ser el mayor de los tamaños especificados, el uso del cual es factible desde el punto de vista de consolidación satisfactoria del hormigón por vibración, excepto donde se indique de otra manera en los Planos o lo ordene la Fiscalización.

E.5.3 Contenido de Agua y Revenimiento

La cantidad de agua usada en el hormigón deberá ser regulada por la Fiscalización dentro de los límites que él establezca para la relación agua-cemento requerida para asegurar la adecuada consistencia del hormigón, tomando en cuenta el efecto del uso de los aditivos especificados y cualquier variación en el contenido de humedad o granulometría del

agregado o ambos cuando son introducidos en la mezcladora. No se permitirá la adición de agua para compensar el endurecimiento del hormigón antes de colocarlo. Uniformidad en la consistencia del hormigón de colada a colada deberá ser requerida

Se deberán hacer pruebas de revenimiento después de que el hormigón ha sido colocado pero antes de que se haya consolidado. La Fiscalización puede requerir un revenimiento menor siempre que el hormigón con ese revenimiento menor pueda ser consolidado prontamente en su lugar por medio de la vibración especificada. No deberá permitirse el uso de baldes, canaletas, tolvas, y otro equipo de transporte y manipuleo que no maneje y coloque prontamente el hormigón con ese revenimiento menor. La Fiscalización determinará el revenimiento aceptable para cada clase de hormigón, y el Contratista deberá de cumplir con ello.

E.6 MEZCLA DE PRUEBA

Por lo menos cincuenta y seis (56) días previo el comienzo del trabajo permanente de hormigón, el Contratista deberá producir una mezcla de prueba para cada clase de hormigón especificado bajo el control de la Fiscalización, usando todos los agregados, plantas de dosificación y mezcla de hormigón, proporcionados para la ejecución de las Obras. Tales mezclas de prueba deberán continuarse hasta que el hormigón producido cumpla con estas Especificaciones.

No se harán pagos separados por las provisiones especificadas en este Párrafo, y todos los costos incidentales de las mezclas de prueba, excepto suministro e instalación del equipo de prueba, deberán incluirse en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para los conceptos aplicables de hormigón.

E.7 PRUEBA DE HORMIGÓN Y MATERIALES DEL HORMIGÓN

Excepto cuando se indique lo contrario, las muestras y pruebas de los materiales del hormigón, hormigón fresco y hormigón endurecido deberán ser realizadas por el Contratista bajo la dirección de la Fiscalización, de acuerdo con Japan Industrial Standards (Normas Industriales Japonesas), o el ASTM, o equivalente aprobado. Las pruebas de control de agregados de hormigón, hormigón fresco y hormigón endurecido incluirán, pero no necesariamente estarán restringidas a la lista del numeral E.1.2.

El Contratista deberá ejecutar pruebas rutinarias de hormigón para determinar la resistencia a la compresión, revenimiento, contenido de aire y peso unitario. El número y frecuencia de

las pruebas de hormigón fresco deberá ser el ordenado de cuando en cuando por la Fiscalización, dado que tales pruebas deberán hacerse por lo menos dos veces para cada clase de hormigón que se coloque durante una tarea.

Las pruebas más frecuentes de hormigón fresco serán requeridas bajo ciertas circunstancias, tales como pero no limitadas a ocasiones cuando el contenido de humedad de los agregados finos es fluctuante, y el Contratista no deberá ser autorizado a ninguna compensación adicional debido a cualquier muestra o prueba adicional de hormigón fresco en cualquier lugar ordenado por la Fiscalización. Los resultados de las pruebas de rutina deberán ser sometidos a la Fiscalización en las formas aprobadas y en tales intervalos como pueda ordenarlo la Fiscalización.

La Fiscalización ejecutará las pruebas de control de los materiales del hormigón, hormigón fresco y hormigón endurecido, cuando él lo considere necesario. El Contratista deberá dar asistencia completa a la Fiscalización en tales pruebas.

La resistencia a la compresión del hormigón deberá determinarse mediante las pruebas de cilindros de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto. En el muestreo de hormigón fresco, cuando el hormigón contenga agregado mayor de 40 mm, será necesario eliminar este material de sobretamaño del hormigón a ser usado en pruebas de revenimiento o especímenes de prueba. El material de sobretamaño deberá ser eliminado mediante cernido en húmedo a través de un cedazo. El hormigón cernido deberá ser remezclado con una pala hasta obtener una masa uniforme antes de hacer pruebas de revenimiento o especímenes de prueba.

El Contratista deberá proveer el equipo, facilidades, material y mano de obra que pueda ser necesario para producir, manejar y evacuar desperdicios de las muestras de prueba respectivas para las pruebas estipuladas en estas Especificaciones.

Se requerirán muestras de todos los ingredientes del hormigón y hormigón plástico en la planta trituradora, planta dosificadora/mezcladora y en los encofrados donde el hormigón esté siendo colocado. La planta dosificadora/mezcladora deberá estar equipada con dispositivos y facilidades de muestreo aprobados por la Fiscalización para obtener muestras de agua, cemento, agregados, aditivos y hormigón plástico. Tales dispositivos de muestreo se usarán frecuentemente y deberán estar diseñados de tal manera que las muestras representativas del tamaño apropiado del material requerido sean obtenidas con la mínima interferencia en la producción del Contratista de agregados y hormigón. El Contratista deberá absorber cualquier y todos los costos asociados con facilidades de muestreo, mano de obra y muestras, y no deberá ser autorizado a ninguna compensación adicional por cualquier atraso o costos incurridos en la provisión de estas muestras.

No se harán pagos separados por muestras de materiales a ser probados; sin embargo, los costos por mantener y operar el laboratorio de campo, y por las pruebas de hormigón y materiales de hormigón deberán ser incluidas en el precio por suma global ofertado para esto en la Tabla de Cantidades de Obra.

E.8 DOSIFICACIÓN

El Contratista deberá instalar, mantener y operar el equipo dosificador en la forma requerida para determinar y controlar dentro de los límites especificados de exactitud, las cantidades prescritas de los diferentes materiales incluyendo agua, cemento, aditivos, agregado fino y cada tamaño individual de agregado grueso usados para hormigón.

La cantidad de agua, cemento, agregado fino, y cada tamaño individual de agregado grueso deberá ser determinada por peso. La cantidad de aditivo incluso de aire deberá determinarse por medida volumétrica en un surtidor aprobado de tipo desplazamiento positivo, o por peso en equipo aprobado, montado de manera que no sea posible la vibración del equipo bajo todas las condiciones de operación de la planta dosificadora.

Las tolvas dosificadoras serán construidas para ser autolimpiadoras durante el descenso del nivel y el nivel de las tolvas deberá descender hasta que queden prácticamente vacías, por lo menos tres veces por semana. Los materiales deberán depositarse en las tolvas dosificadoras directamente sobre las compuertas de descarga. El agregado grueso deberá depositarse en las tolvas dosificadoras a través de escalonamiento efectivos, cuando la distancia a través de la cual el agregado caerá es mayor que 1.5 m.

El equipo para transportar el material dosificado de las dosificadoras o tolvas al mezclador deberá construirse, mantenerse y operarse de manera que no haya derrames o contaminación de los materiales dosificados o traslape de cargas. El equipo que no cumpla con este requisito deberá ser modificado efectivamente o reemplazado a satisfacción de la Fiscalización.

La construcción y exactitud del equipo para pesar y medir será tal que el equipo mantenga una exactitud dentro del 0.4% de la escala de capacidad. El equipo será capaz de ajustarse prontamente para compensar por el peso variante de cualquier humedad contenida en los agregados y por los cambios efectuados en las proporciones de mezcla del hormigón.

El equipo dosificador deberá ser mantenido y operado, de manera que la inexactitud combinada (error) en la alimentación y medida de los materiales no exceda del 1% para agua y aditivo incluso de aire y 3% para cemento y cada tamaño de agregado. El cemento

y agua serán pesados en recipientes individuales y el peso de cada uno será indicado en escalas separadas.

El Contratista deberá, usando pesos estándar para pruebas y cualquier otro equipo auxiliar necesario para revisar la operación de cada escala u otro dispositivo de medición, hacer pruebas periódicas en los rangos de medición implicados en las operaciones de dosificación. Las pruebas deberán ser hechas en la presencia de la Fiscalización y deberán ser adecuadas para demostrar la exactitud de los dispositivos de medición. A menos que se indique de otra manera, deberán hacerse pruebas del equipo en operación, por lo menos una vez cada mes. El Contratista deberá de hacer los ajustes, reparaciones, o reemplazos que puedan ser necesarios para cumplir con los requisitos especificados para la exactitud en la medición.

El mecanismo de operación en los dispositivos para la dosificación de agua deberá mantenerse de manera que no hayan fugas cuando las válvulas estén cerradas. Después de la descarga, ninguna porción de la cantidad prescrita de agua para el mezclado deberá quedar retenida en el dosificador de agua.

El equipo dosificador deberá ser mantenido y operado de tal manera que cualquier incremento notable de polvo en la planta durante la medición y la descarga de cada carga de material sea evitado.

Las tolvas pesadoras serán construidas de tal manera que sea posible la eliminación de material sobrepesado, en exceso de las tolerancias especificadas.

Los agregados no deberán ser dosificados para hormigón o mortero cuando el agua libre escurre de los agregados o cuando los agregados estén contaminados con polvo.

E.9 MEZCLADO

Los ingredientes del hormigón deberán mezclarse completamente en las mezcladoras del Contratista hasta que la uniformidad suficiente en todas las partes de la carga mezclada se obtenga en muestras de hormigón tomadas al principio y al final de la descarga del mezclador para satisfacer los siguientes requisitos.

- (a) La diferencia en el revenimiento de dos muestras no deberá ser mayor que 25 mm.
- (b) La diferencia en el contenido de aire de dos muestras no deberá ser mayor que 1.0%.
- (c) La diferencia en el peso unitario de mortero libre de aire de dos muestras no deberá ser mayor que 1.0% del peso promedio de las dos muestras.

- (d) La diferencia en el peso unitario del agregado grueso de dos muestras, cada una de las cuales es de 50 litros en volumen, no deberá ser mayor que 8% del peso promedio de las dos muestras.

No deberá usarse mezclado a mano para hormigón a ser usado en estructuras permanentes, y cuando se use para estructuras temporales, deberá estar estrictamente sujeto a la aprobación de la Fiscalización.

A menos que sea ordenado o permitido de otro modo por la Fiscalización, el mezclado de cada carga deberá ser continuo por no más ni menos de 3 veces las siguientes cantidades de minutos, después de que todos los ingredientes, excepto toda la cantidad de agua y aditivos, estén en la mezcladora:

Capacidad de Mezcladora (metros cúbicos)	Tiempo de Mezclado (minutos)
3 a 2	2.5
2 a 1.5	2
1.5 o menos	1.5

El tiempo específico de mezclado deberá ser determinado por la Fiscalización después de ejecutar la prueba de eficiencia del mezclador, basado en la comparación de muestras tomadas al principio y al final de la descarga del mezclador como se indicó al principio de este párrafo.

Los períodos mínimos de mezclado especificados están condicionados a la introducción de los materiales en el mezclador, en una manera que facilitará el mezclado eficiente y a la operación del mezclador a su velocidad de diseño.

La Fiscalización se reserva el derecho de variar el tiempo de mezclado o a limitar el tamaño de la carga cuando las operaciones de cargado y mezclado fallen en producir una carga de hormigón que cumpla con los requisitos anteriores respecto a la suficiencia del mezclado. El hormigón, descargado del mezclador, deberá ser uniforme en composición y consistencia en la carga y de carga en carga, excepto cuando sean requeridos cambios en la composición o consistencia.

El agua deberá agregarse antes, durante y después de las operaciones de cargado del mezclador. El sobremezclado excesivo que requiera adición de agua para mantener la consistencia requerida del hormigón no será permitido. El hormigón que haya sido retenido

en cualquier mezclador por más de 1.0 hora después de cargado el mezclador deberá ser descartado.

Cualquier mezclador que en cualquier tiempo no cumpla los requisitos de este párrafo deberá ser reparado pronta y eficientemente o deberá ser reemplazado. Las mezcladoras deberán cargarse a su capacidad nominal o a los tamaños de carga determinados, de acuerdo con las provisiones de este párrafo, excepto cuando se mezcle mortero u hormigón para la fase de conclusión de colocación de hormigón. Las mezcladoras no deberán ser cargadas en exceso de su capacidad mínima a menos que específicamente sea autorizado por la Fiscalización, pero en ningún caso las mezcladoras deberán ser sobrecargadas más del 10% de su capacidad nominal. Cada mezcladora deberá estar equipada con dispositivos de tiempo y señales mecánicamente operados los que indicarán y asegurarán la completación del período requerido de mezclado y contarán las cargas.

E.10 COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN

E.10.1 Generalidades

No se colocará hormigón hasta que todo el encofrado, instalación de partes a ser embebidas y la preparación de las superficies implicadas en la colocación hayan sido completadas por el Contratista, e inspeccionadas y aprobadas por la Fiscalización.

A menos que de otro modo lo permita la Fiscalización, no se colocará hormigón con lluvia o en agua estancada, y no se colocará hormigón en agua corriente.

Las facilidades de comunicación entre la planta mezcladora y el lugar de colocación deberán ser suministradas, operadas y mantenidas por el Contratista donde sea necesario, o conveniente como lo determine la Fiscalización. No se harán pagos especiales o bonificaciones por esto.

E.10.2 Preparación para la Colocación

Antes de que el hormigón sea colocado, todas las superficies del encofrado de la cimentación a la cual el hormigón estará adherido, deberán limpiarse del aceite, lodo, materia orgánica, pedazos de madera, recubrimientos objetables, desechos, fragmentos sueltos de roca, u otros materiales perecederos usando chorros de aire-agua a alta velocidad u otros medios efectivos aprobados por la Fiscalización.

Todas las superficies del encofrado y materiales embebidos, que presenten costras de mortero seco o lechada de hormigón colocado previamente, deberán limpiarse de todo este hormigón o lechada antes que el hormigón adyacente o a su alrededor sea colocado.

La superficie de la roca de cimentación deberá humedecerse enteramente antes de colocar el hormigón, y el agua estancada deberá ser eliminada.

La superficie del suelo o arena y grava de la cimentación, en la cual se va a colocar hormigón, deberá estar libre de agua corriente o estancada, pedazos de madera u otros materiales objetables mencionados anteriormente. La cimentación de suelo o arena y grava deberá estar en una condición húmeda antes de colocar el hormigón.

La superficie de las juntas de construcción sobre o contra las cuales se va a colocar hormigón o mortero nuevo, deberá estar limpia y humedecida por medios aprobados por la Fiscalización. La limpieza deberá consistir en la eliminación de toda lechada, hormigón suelto o defectuoso, capas y materiales extraños. También la superficie de juntas de construcción de hormigón viejo, en las cuales será colocado hormigón nuevo, deberá ser picada con cincel u otros métodos aprobados y luego mantenidas húmedas por el tiempo especificado por la Fiscalización, previo a la colocación del hormigón.

La superficie de todas las juntas de contracción deberá limpiarse enteramente de acumulaciones de hormigón u otros materiales extraños, raspándola o cincelándola, o mediante otros medios satisfactorios a la Fiscalización. A las juntas de contracción se les dará una capa de compuesto aprobado por la Fiscalización para prevenir la adherencia con el hormigón a ser colocado en el otro lado de la junta.

E.10.3 Temperatura del Hormigón Durante la Colocación

La temperatura del hormigón cuando esté siendo colocado no deberá ser más de 32°C. Siempre que sea necesario mantener la temperatura del hormigón que esté siendo colocado bajo 32°C, el Contratista deberá emplear medios efectivos, tales como preenfriamiento de los agregados, refrigeración del agua de mezclado, colocación de noche o una combinación de estos u otros métodos aprobados por la Fiscalización.

El Contratista no deberá ser autorizado a ninguna compensación adicional debido a los requisitos de este subpárrafo.

Si el hormigón es colocado cuando el tiempo es tal que la temperatura del hormigón excedería 32°C, en la forma indicada por la Fiscalización, el Contratista deberá usar aditivo para la reducción de agua, tipo retardante de endurecimiento, para mitigar efectos no favorables en el hormigón causados por la alta temperatura.

E.10.4 Equipo para el Transporte y Colocación del Hormigón

Los métodos y equipo usados para el transporte y colocación del hormigón y el tiempo que transcurre durante la transportación deberá ser tal que no cause segregación apreciable del agregado grueso del hormigón, una pérdida de revenimiento en exceso de 25 mm, o una pérdida de contenido de aire antes de la consolidación mayor que 1% en el hormigón cuando es colocado en la obra.

En el caso de que el hormigón sea transportado y/o colocado por cualquiera de los tipos de equipo descritos abajo, este equipo deberá ser instalado y manejado de acuerdo con las siguientes estipulaciones.

(1) Camión Agitador

La velocidad de agitación del tambor deberá ser entre 2 y 4 revoluciones por minuto. El volumen de hormigón mezclado en el tambor no deberá exceder la estimación del fabricante ni exceder el 70% del volumen bruto del tambor. Bajo aprobación de la Fiscalización, pueden utilizarse camiones mezcladores en lugar de camiones agitadores para la transportación del hormigón. El intervalo entre la introducción de agua en el tambor mezclador y la descarga final del hormigón desde el agitador no deberá exceder 1.0 hora. Durante este intervalo, la mezcla deberá agitarse continuamente a la velocidad arriba mencionada.

(2) Camión No Agitador

Las cajas de los camiones no agitadores deberán ser lisas e impermeables. Deberán proveerse cubiertas cuando se necesiten para la protección contra lluvia y rayos de sol. El camión no agitador deberá entregar el hormigón al sitio de la obra como una masa enteramente mezclada y uniforme.

La uniformidad se considerará satisfactoria si las muestras tomadas de los puntos cuarto y tres cuartos de la carga no difieren en más de 2.5 cm en el revenimiento. La

colocación del hormigón deberá completarse dentro de 1.0 hora después de agregar el agua de mezclado al cemento y los agregados.

(3) Canaletas

La transportación de hormigón por medio de canaletas no será permitida en principio, a menos que lo apruebe la Fiscalización. Si es aprobada, la canaleta deberá tener una sección con esquinas redondeadas y deberá tener una pendiente fija y apropiada para permitir que el hormigón fluya fácilmente y sin segregación. En el extremo inferior de la canaleta se deberá proveer con una canaleta de caída, con una altura no mayor que 1.5 m para evitar la segregación del hormigón que caiga. Las canaletas deberán protegerse de los rayos directos del sol y de la lluvia.

(4) Bomba de Hormigón o Colocador

Las tuberías de suministro deberán instalarse de manera que sea fácil su remoción. Antes de comenzar el bombeado o la operación del colocador, cerca de un metro cúbico de mortero con la misma proporción de agua, aditivo, cemento y agregado fino designada para la mezcla regular de hormigón deberá pasarse por la tubería. La tubería deberá colocarse tan recta como sea posible. No deberán usarse reforzadores de aire, excepto en condiciones donde la salida del tubo esté completamente ahogada por lo menos 2 m en hormigón fresco.

(5) Bandas Transportadoras

La transportación en hormigón por bandas transportadoras no será permitido a menos que lo apruebe la Fiscalización. Si es autorizado, las bandas transportadoras deberán usarse con tal precaución que las bandas estén protegidas de la lluvia, viento y sol, y que una tolva apropiada o canaleta vertical sea usada en el extremo de cada transportador para limitar la caída del hormigón que esté siendo colocado a un máximo de 1.5 m.

Deberán someterse a la Fiscalización detalles completos, consistentes en catálogos del fabricante, planos, manuales, etc., para cada tipo de los componentes del equipo arriba descrito. Todo este equipo deberá operarse y mantenerse de acuerdo a las instrucciones impresas del fabricante.

Tipos de equipo diferentes que los descritos anteriormente deberán ser aprobados por la Fiscalización, por lo menos 30 días, previo a su uso.

E.10.5 Colocación

El Contratista deberá mantener al tanto a la Fiscalización del tiempo cuando la colocación del hormigón va a ejecutarse. La colocación de hormigón deberá ejecutarse únicamente en presencia de la Fiscalización.

Cualquier hormigón que se haya vuelto tan duro que no se pueda asegurar una colocación apropiada, a menos que sea reablandado, o aquél cuyo revenimiento se haya reducido 2.5 cm o más, como lo determine la Fiscalización, deberá ser descartado y colocado en lugares designados por la Fiscalización y a expensas del Contratista.

Siempre que sea factible, el hormigón deberá depositarse directamente en su posición final y no deberá fluir, de manera que se permita o cause segregación. Los métodos y equipo para la colocación del hormigón en el encofrado deberán ser tales que no resulte separación del agregado grueso de la masa de hormigón. El Contratista deberá proveer métodos convenientes para confinar y controlar la caída de hormigón, de manera que no cause segregación o golpee fuertemente contra las barras de refuerzo y encofrado ensamblado. La caída libre vertical de hormigón no deberá exceder 1.5 m.

Todo el hormigón formado, excepto el hormigón de revestimiento para estructuras subterráneas, deberá colocarse en capas horizontales, el espesor de las mismas no deberá exceder 40 cm. La Fiscalización se reserva el derecho de requerir profundidades menores de las capas donde el hormigón en capas de 40 cm no pueda ser colocado de acuerdo con los requisitos de estas Especificaciones. La altura de una colada en la colocación de hormigón deberá ser en la forma indicada en los planos o como lo ordene la Fiscalización.

A menos que de otra manera lo autorice la Fiscalización, el hormigón de revestimiento para las estructuras subterráneas deberá ser colocado con bomba de hormigón o colocador dentro de los encofrados sin alta velocidad de descarga. El hormigón deberá ser forzado dentro de todas las irregularidades de la superficie de la roca, de manera que no queden vacíos. Cuando el hormigón de la solera se coloca separadamente del hormigón de las paredes y arco, y sin formaleta interior, no deberá ser usado el equipo neumático de colocación, a menos que sea provisto un tipo aprobado de cajón de descarga que prevenga la segregación.

Antes de comenzar la colocación del hormigón, deberá ser introducido mortero a través de la tubería de la bomba de hormigón o colocador como se especificó en el Item (4) del subpárrafo E.10.4. Cuando se rellene la corona del arco en las estructuras subterráneas, el extremo del tubo de la bomba de hormigón deberá mantenerse ahogado por lo menos 2 m en el hormigón fresco. El equipo de colocación deberá ser operado únicamente por personas experimentadas.

Donde sea factible, deberán evitarse juntas frías en la colocación de hormigón en túneles. En caso de una avería del equipo, o si por cualquier otra razón la colocación continua sea interrumpida, el Contratista deberá consolidar enteramente el hormigón en tales juntas con una pendiente razonablemente uniforme y estable, mientras el hormigón sea plástico. Después la junta fría se deberá tratar como una junta de construcción y como tal deberá cumplir con las estipulaciones del párrafo E.21.

En la colocación de hormigón no encofrado sobre pendientes tan pronunciadas que no sea factible la vibración interna del hormigón sin formaletas, el hormigón deberá colocarse adelante de una formaleta corrediza no vibratoria, que se extienda aproximadamente 80 cm hacia atrás de su borde delantero. El hormigón adelante de la formaleta corrediza deberá ser consolidado con vibraciones internas, de manera que se asegure el relleno completo debajo de la formaleta corrediza. Los vibradores usados deberán cumplir con los requisitos del subpárrafo E.10.6.

Si el hormigón es colocado monolíticamente alrededor de aberturas que tengan dimensiones verticales mayores que 60 cm, o si el hormigón en plataformas, pisos, losas, vigas, trabas u otras partes de estructuras similares es colocado monolíticamente con el hormigón de los apoyos, se deberán observar las siguientes instrucciones:

- (a) La colocación de hormigón deberá postergarse no menos de una hora ni más de tres horas en la parte superior de las aberturas y en el fondo de biseles bajo plataformas, losas de piso, vigas, trabas u otras partes de estructuras similares donde los biseles son especificados, y en el fondo de miembros de estructuras donde los biseles no son especificados, pero en ningún caso la colocación deberá retardarse tanto que la unidad vibradora por su propio peso no pueda penetrar prontamente el hormigón colocado antes del retraso. Cuando se consolide el hormigón colocado después del retraso, la unidad vibradora deberá penetrar y revibrar el hormigón colocado antes del retraso.
- (b) Los últimos 60 cm o más de hormigón, colocado inmediatamente antes del retraso, deberán colocarse con el revenimiento más bajo que sea posible y el Contratista deberá asegurar que se realice la consolidación total del hormigón.

- (c) Las superficies de hormigón donde se presenten demoras deberán estar limpias y libres de material suelto y extraño, cuando la colocación de hormigón es iniciada después del retraso.
- (d) El hormigón colocado sobre aberturas y en plataformas, pisos, vigas, traveses y otras partes de estructuras similares deberá ser colocado con el menor revenimiento que sea posible y el Contratista deberá asegurar que se efectúe la consolidación total.

El Contratista no deberá ser autorizado a ningún pago adicional sobre los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para hormigón, por razones de cualquier limitación en la colocación de hormigón requeridas bajo las provisiones de este párrafo.

E.10.6 Consolidación

Cada capa de hormigón deberá ser consolidada inmediatamente con artefactos convenientes, de manera que el hormigón sea compactado a la densidad máxima posible y cierre sin holgura contra todas las superficies del encofrado y materiales embebidos. No deberán colocarse capas subsiguientes de hormigón hasta que las capas previamente colocadas hayan sido trabajadas enteramente en la forma especificada.

En principio, el hormigón deberá ser consolidado con vibradores de tipo interno eléctricos o impulsados con potencia neumática, operando a una velocidad de por lo menos 7,000 revoluciones por minuto cuando estén sumergidos en hormigón. La cabeza vibradora deberá insertarse verticalmente en el hormigón y por lo menos 5 cm dentro de la capa subyacente. Donde sea difícil usar vibradores internos, el hormigón puede consolidarse con vibradores de encofrado tipo externo, como se describe a continuación o compactado con un émbolo buzo manual como lo ordene la Fiscalización.

La consolidación del hormigón en partes de estructuras expuestas a la vista deberá ser por vibradores tipo sumergibles suplementados donde lo ordene la Fiscalización, por vibradores de encofrado de servicio pesado. Los vibradores de encofrado deberán estar firmemente fijados a la formaleta durante su operación, pero el vibrador deberá ser capaz de ser removido rápidamente y refijado en otras posiciones del encofrado y deberá de operar a velocidades de por lo menos 8,000 rev/min, cuando esté vibrando hormigón.

Se deberá tener cuidado para asegurar que las vibraciones deberán hacerse sistemáticamente y a tales intervalos que las zonas de influencia de traslape y el hormigón sean propiamente compactados.

En las áreas donde el hormigón recién colocado en cada capa está contiguo al hormigón previamente colocado y endurecido, se deberá llevar a cabo una vibración mayor que la vibración usual, introduciendo el vibrador profundamente a espaciamientos cercanos a lo largo de estos contactos. Deberá evitarse el contacto de la cabeza vibradora con las superficies de las formaletas.

E.11 CURADO DEL HORMIGÓN

Aunque la atención a los requisitos del curado es importante en todo tiempo, lo es aún más en clima caliente o seco debido al peligro mayor de cuarteo o agrietamiento, y el Contratista deberá, por lo tanto, seguir rigurosamente los requisitos aquí establecidos.

El Contratista deberá proteger todo el hormigón contra daños o efectos perjudiciales debidos al secado repentino, cargas, choque o vibración hasta que se haya endurecido lo suficiente para prevenir daños. Donde sea posible, las superficies de hormigón visto serán protegidos de la acción directa de los rayos solares por lo menos 3 días después de colocado, en principio, o de otra manera por medios aprobados por la Fiscalización.

Todo el hormigón deberá ser curado al agua o curado con membrana, de acuerdo con los requisitos aquí especificados, excepto el hormigón prefabricado que puede ser curado a vapor usando un método aprobado por la Fiscalización. Las superficies de las juntas de construcción deberán ser curadas al agua.

La superficie sin formaleta en la parte superior de muros, losas y pilares deberá ser humedecida cubriéndola con material saturado de agua o por otros medios efectivos, tan pronto como el hormigón se haya endurecido lo suficiente para prevenir daños por agua. Estas superficies y las formadas con pendientes pronunciadas y verticales deberán mantenerse completa y continuamente húmedas, antes y durante la remoción del encofrado, aplicando agua en la superficie sin formaleta de la parte superior y permitiendo que pase hacia abajo entre las caras de la formaleta y el hormigón formado. Este procedimiento deberá seguirse para el curado al agua o curado con membrana especificados.

Los requisitos para el curado al agua y curado con membrana están estipulados como sigue:

(a) Curado al Agua

El hormigón curado con agua deberá mantenerse húmedo por lo menos 14 días, seguidos inmediatamente de la colocación del hormigón, o hasta que se cubra con hormigón fresco, cubriéndolo con material, rociadores mecánicos o mangueras porosas, o por cualquier método aprobado por la Fiscalización, el que mantendrá

todas las superficies continuamente (no periódicamente) húmedas, con la condición de que el agua usada para el curado cumpla con los requisitos del párrafo E.4. El curado al agua deberá manejarse de manera que se prevenga la formación de manchas desagradables a la vista, en superficies de hormigón que estarán permanentemente expuestas.

(b) Curado con Membrana

El curado con membrana deberá hacerse mediante la aplicación de un tipo aprobado de compuesto para curado con pigmentación blanca, el cual forma una membrana que retiene el agua en las superficies del hormigón, con la condición de que en las superficies de hormigón, que estarán permanentemente expuestas a la vista, puede ser requerido un compuesto para curado con pigmentación gris. En las superficies en las cuales es requerido un acabado F-3, no deberá usarse compuesto para curado. El compuesto para curado deberá ser aplicado a las superficies de hormigón, rociando una capa para proveer una membrana continua y uniforme sobre todas las áreas, con un rendimiento máximo por litro como lo ordene la Fiscalización, de acuerdo a la aspereza de la superficie a cubrirse. Si es necesario para cubrir adecuadamente la superficie, como sea determinado por la Fiscalización, deberá ser aplicada una segunda capa de compuesto para curado. En superficies para las cuales un acabado F3 es especificado, deberán quitarse de las superficies formadas las incrustaciones y rebabas de hormigón, previo a la aplicación del compuesto para curado.

Cuando vaya a ser usado un compuesto para curado en superficies de hormigón no encofrado, la aplicación del compuesto deberá comenzar inmediatamente después de que las operaciones de acabado hayan sido completadas.

Cuando vaya a ser usado un compuesto para curado en superficies de hormigón encofrado, la superficie deberá humedecerse con un rocío ligero de agua inmediatamente después de que los encofrados se hayan quitado, y deberá mantenerse húmeda hasta que la superficie no absorba más humedad. Tan pronto como la película superficial de humedad desaparezca, pero mientras la superficie todavía tenga una apariencia húmeda se deberá aplicar el compuesto para el curado. Tendrá que haber amplia cobertura con el compuesto en bordes, esquinas y en lugares ásperos de superficies encofradas. Después de que la aplicación del compuesto para curado haya sido completada y la capa esté seca al tacto, deberá ser efectuada cualquier reparación requerida de las superficies de hormigón. Cada reparación, después de haber sido terminada, deberá ser humedecida y cubierta con compuesto para curado de acuerdo con los requisitos anteriores.

El equipo para aplicar el compuesto para curado y el método de aplicación deberá ser aprobado por la Fiscalización.

El tráfico y otras operaciones del Contratista deberán ser tales que se evite daño a las capas de compuesto para curado por un período no menos que 28 días, después de la aplicación del compuesto para curado. Donde no sea posible evitar el tráfico sobre superficies cubiertas con compuesto para curado, debido a operaciones de construcción, la membrana deberá protegerse con una capa de arena no menor de 25 mm de espesor o con otros medios efectivos. La cubierta protectora no deberá colocarse hasta que la membrana selladora esté completamente seca. Antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá quitar toda la capa de arena de una manera aceptable a la Fiscalización. Cualquier membrana selladora que sea dañada o se desprege de las superficies de hormigón, dentro de 28 días después de la aplicación deberá ser reparada sin retraso y en una manera satisfactoria a la Fiscalización.

El tipo propuesto de compuesto para curado deberá estar disponible para que la Fiscalización efectúe el muestreo y pruebas por lo menos veintiocho (28) días previo a su uso. A menos que la Fiscalización renuncie al muestreo y a las pruebas, el compuesto para curado no deberá usarse hasta que haya sido probado y aprobado. El Contratista deberá proveer, a expensas del Contratista, tales facilidades y asistencia como puedan ser necesarias para las pruebas del compuesto para curado. Las instrucciones proporcionadas por el fabricante deberán seguirse cuando se almacene, mezcle y aplique el compuesto para curado.

Además de la membrana rociada para curado, pueden también ser usadas hojas de plástico, especialmente en el curado de losas y perfiles estructurales. En tales casos, tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para prevenir daños, la superficie se rociará ligeramente con agua y luego se cubrirá completamente con una hoja plástica blanca de 0.10 a 0.15 mm (4 a 6 milipulgadas). La hoja deberá ser hermética, no deberá manchar y será a prueba de vapor para prevenir efectivamente pérdida de humedad por evaporación. Se deberá tener cuidado en obtener una membrana o traslapado y sellando todos los bordes. Este tipo de membrana deberá mantenerse por un mínimo de 14 días.

Todas las juntas de construcción deberán mantenerse continuamente húmedas por curado al agua, sin importar el tiempo, hasta que sean cubiertas con hormigón, con la condición de que si se hace necesario retrasar la colocación de hormigón nuevo sobre o contra una Junta de Construcción por un período largo; la curación húmeda de la superficie de la junta puede ser discontinuada a la expiración del período regular prescrito para el curado, pero si la curación húmeda es así discontinuada, deberá ser

reanudada no más tarde que 48 horas, previo a la colocación del hormigón nuevo contra la junta.

Donde las aberturas cinceladas en hormigón no son hechas hasta después de la expiración del tiempo de curado prescrito regularmente, la superficie de las aberturas deberá mantenerse continuamente húmeda por lo menos 4 horas inmediatamente previo el relleno.

El costo del suministro y aplicación de todo el material usado para el curado de hormigón deberá ser incluido en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra, para los conceptos aplicables de construcciones de hormigón.

E.12 MEDICIÓN Y PAGO DEL HORMIGÓN

La medición, para el pago, de cada clase de hormigón que se requiere colocar directamente sobre o contra superficies de excavación se hará en base a las líneas de excavación abierta de la estructura y las líneas "B" de la excavación subterránea, como se especifica en el subpárrafo C.13.2.

No se harán pagos por hormigón que se requiere colocar fuera de las líneas designadas más allá de las líneas de excavación para pago, debido a sobreexcavación u otra razón cualquiera, excepto que se estipule de otra manera. La Fiscalización se reserva el derecho de indicar las clases de hormigón o proporciones de mezcla de mortero que se colocarán más allá de las líneas designadas.

La medición, para el pago, de cada clase de todo otro hormigón se hará sobre las bases del volumen real de hormigón dentro de las líneas y pendientes de las estructuras, como se muestra en los planos, a menos que sea prescrito de otra manera en estas Especificaciones.

No se harán mediciones para pago por el procesamiento y transportación de agregados, preparaciones de cimentaciones, tratamiento de juntas de construcción, incluyendo el mortero aplicado antes de colocar el hormigón, reparaciones, formas arquitectónicas, etc., por curado o por colocación de hormigón en clima caliente.

En la medición de hormigón para pago, será deducido el volumen de todas las aberturas, rebajos, ductos, tubería ahogada, enmaderado, y obras metálicas, cada una de las cuales debe ser mayor de 0.05 metros cuadrados, en sección transversal.

A menos que se especifique, de otra manera, el pago por cada clase de hormigón en las diferentes partes de la obra será hecho a los precios unitarios por metro cúbico ofertados para esto en la Tabla de Cantidades de Obra.

Los precios unitarios deberán incluir: (a) el costo de todo el equipo, todos los materiales, excluyendo el cemento, agua del sistema de agua potable y manejo de agua para el mezclado de hormigón, y limpieza; (b) el costo de producción de agregados, tal como cantera si se requiere, transporte, trituración, cernido, lavado, almacenaje y mezclado de agregados; (c) el costo de dosificación, mezclado, transporte, colocación, compactación, acabado de superficies, curado, enfriamiento, protección, y reparación de hormigón; (d) el costo del tratado de juntas de construcción; y, (e) el costo del trabajo para pruebas, excepto encofrado y acabado, barras de refuerzo, rellenedor de juntas y tapajuntas para los cuales se harán pagos separados como se estipula en los párrafos E.13, E.14, E.24 y E.22, respectivamente. Además de que el pago por cemento, incluyendo aditivos, se hará separadamente como se describe aquí abajo.

No se harán pagos por hormigón o mortero defectuoso y desperdiciado. Cualquier hormigón que coloque o use el Contratista para sus propias instalaciones o por su propia iniciativa, deberá ser a expensas del Contratista.

No se hará medición y pago separado por el uso de aditivos. Todos los costos que incidan por el uso de aditivos deberá incluirse en los precios unitarios ofertados para esto en la Tabla de Cantidades de Obra para los conceptos aplicables respectivos de hormigón en los cuales son usados los aditivos.

E.13 ENCOFRADO Y ACABADOS

E.13.1 Generalidades

Deberán usarse formaletas, siempre que sea necesario o particularmente ordenado por la Fiscalización, para confinar el hormigón y formarlo a sus líneas requeridas. Cuando se requiera, las formaletas deberán ser soportadas por andamios. El Contratista deberá determinar, considerando eficiencia en costo y seguridad, el tipo de formaletas y cualquier andamiaje necesario, los cuales deberán ser hechos de acero o madera y deberá someter sus planos de diseño a la Fiscalización para aprobación, previo a la fabricación de las formaletas.

Las formaletas y cualquier andamiaje requerido deberán tener suficiente resistencia y rigidez para sostener el hormigón y soportar la presión resultante de la colocación y vibración sin apartarse de las líneas prescritas. Las superficies de todas las formaletas que estarán en

contacto con el hormigón deberán estar limpias, rígidas, y suficientemente apretadas para prevenir pérdida de mortero.

Los bordes de las intercepciones de superficies de hormigón que estarán permanentemente expuestas a la vista, y otros bordes de superficies de hormigón designados por la Fiscalización, deberán ser biselados o redondeados no menos de 2 cm, usando tiras de moldura.

El encofrado está clasificado únicamente en términos del acabado de hormigón requerido, como se muestra en los Planos y especifica en el párrafo E.13.6.

Las formaletas para superficies de hormigón para las cuales el acabado F3 es especificado, no deberán ser construidas continuamente de colada a colada sino que deberán removerse después de que el hormigón en una colada se haya endurecido; y, montarlas de nuevo para la próxima colada. Los agujeros de las formaletas deberán colocarse en un patrón aprobado por la Fiscalización antes de que el encofrado sea construido. Las formaletas nuevamente montadas deberán traslapar el hormigón endurecido en la colada previamente colocada por no más de 30 mm y deberán ser apretadas convenientemente contra el hormigón endurecido de manera que, cuando se reanude la colocación de hormigón, las formaletas no se desplegarán ni permitirán desviarse o perder mortero en las juntas de construcción. Pernos o sujetadores adicionales de formaletas deberán usarse como sea necesario para sostener las formaletas nuevamente montadas apretadas contra el hormigón endurecido. Todas las juntas y ranuras deberán ser rectas y niveladas.

Antes de comenzar la fabricación del encofrado requerido para formar superficies de hormigón para las cuales es especificado un acabado que no sea F1, el Contratista deberá someter para aprobación sus métodos propuestos en la construcción de las formaletas para obtener el tipo de acabado de superficie especificado.

E.13.2 Materiales para Formaletas

Todo el material usado en las formaletas, ya sea acero o madera, deberá estar sujeto a la revisión y/o aprobación por parte de la Fiscalización. La madera deberá ser densa y recta, libre de alabeos, pudrición y nudos sueltos, y ser cepillada, lisa y uniforme en ancho y espesor, previo a la fabricación del encofrado.

Las formaletas a ser usadas en pasajes de agua y para hormigón, que finalmente estará expuesto a la vista, deberán forrarse con madera laminada y estar libre de defectos que causen manchas en las superficies de hormigón.

Donde se use madera laminada (plywood), ésta deberá ser antialabeo, antiarrugas y fabricada con pegamentos especiales a prueba de agua. Tanto como sea factible, las láminas de madera laminada deberán ser uniformes en largo y ancho.

La madera para forro o revestimiento deberá ser de tal espécimen y calidad o deberá ser tratada o cubierta de manera que no haya deterioración química o decoloración de las superficies formadas de hormigón. El tipo y condición del forro o revestimiento para formaletas, colocación y vibración del hormigón, y la mano de obra empleada en la construcción de las formaletas deberá ser tal que las superficies encofradas cumplan con los requisitos aplicables de estas Especificaciones, relativo al acabado de las superficies encofradas.

Donde se especifiquen acabados F2, F3 y F4, el forro o revestimiento deberá ser colocado de manera que las marcas de la junta en las superficies de hormigón sean generalmente horizontales y verticales, y continuas; y, el material de forro para formaletas, usado para tales superficies, deberá ser restringido a las facciones mayores de la obra.

Los forros y revestimientos para formaletas deberán cumplir con los siguientes requisitos, a menos que de otro modo lo autorice la Fiscalización.

Acabado Requerido en Superficie formada	Forro o Revestimiento de Madera	Forro o Revestimiento de Acero
F1	Cualquier tipo y clase aprobado por la Fiscalización.	Forro de acero permitido. Revestimiento de acero permitido
F2	Cualquier tipo aprobado por la Fiscalización, traslapes o forro y revestimiento de madera laminada.	Forro de acero permitido. Revestimiento de acero permitido si es aprobado por la Fiscalización.
F3	Forro de madera laminada o revestimiento.	Forro de acero y revestimiento de acero no permitido.
F4	Forro de madera laminada o revestimiento cubierto con plástico o epóxico.	Forro de acero y revestimiento de acero no permitido.

- * "Porro" de acero denota láminas de acero, no soportadas por un respaldo de tablas de madera. "Revestimiento" denota láminas delgadas de acero, soportadas por un respaldo de tablas de madera.

E.13.3 Instalación de Formaletas

Las formaletas deberán instalarse de manera que las marcas de junta en las superficies de hormigón estén alineadas horizontal y verticalmente; y, las juntas entre las superficies deberán ser lisas. Todos los bordes o esquinas del hormigón permanentemente expuesto deberán ser biselados como se muestra en los Planos o como lo ordene la Fiscalización.

Antes de colocar hormigón, todas las formaletas deberán estar rígidas y apretadas, y deberán ser limpiadas totalmente, y todas las astillas de madera, aserrín, terrones de mortero seco, materia extraña y exceso de agua deberán quitarse de entre las formaletas. La superficie de las formaletas deberá lubricarse con aceite mineral refinado del tipo aprobado por la Fiscalización. El aceite de las formaletas deberá aplicarse antes de la colocación del refuerzo. Las formaletas que se han dejado en su lugar por un período tal que se han secado, deberán recibir un tratamiento adicional de la superficie, como lo ordene la Fiscalización.

Donde las formaletas para superficies continuas son colocadas en coladas sucesivas, deberá tenerse el cuidado en ajustar las formaletas apretadamente sobre toda la superficie, de manera que se prevenga la fuga de mortero del hormigón y para mantener un alineamiento exacto de la superficie.

Las formaletas a ser usadas más de una vez deberán mantenerse en una condición servible y deberán ser limpiadas totalmente antes de ser reusadas. Las formaletas para las superficies exteriores de muros deberán mantenerse limpias por medio de guarda barro, siempre que sea factible.

Inmediatamente antes de la colocación del hormigón, se deberán tomar las precauciones para ver que todas las formaletas estén exactamente alineadas, y que todos los soportes de formaletas y andamios (si hay) estén totalmente seguros y apretados.

E.13.4 Amarres Internos

Los amarres embebidos para sostener las formaletas deberán permanecer embebidos, y excepto donde es permitido el acabado F1, deberán terminar a no menos de dos veces el

diámetro o dos veces la dimensión mínima del amarre o 5 mm, el que sea mayor, adentro de las caras formadas del hormigón. Donde se permite el acabado F1, los amarres pueden cortarse a ras con las superficies formadas, excepto donde los amarres estén ligados al refuerzo.

No deberán usarse amarres de alambre que pasen a través de la formaleta, a menos que lo autorice la Fiscalización. Los amarres deberán construirse de manera que la remoción de los extremos o sujetadores extremos pueda hacerse sin causar astillamiento apreciable en las caras del hormigón. Los huecos que resulten de la remoción de los extremos de los amarres de formaletas deberán ser rellenados de acuerdo con las provisiones del subpárrafo E.13.7.

E.13.5 Remoción de Formaletas

Las formaletas no deberán quitarse hasta que el hormigón se haya endurecido y tenga la resistencia suficiente para soportar con seguridad su propio peso, junto con cualquier carga de construcción que probablemente sea impuesta sobre él. Las formaletas deberán quitarse únicamente con la aprobación de la Fiscalización.

A menos que se indique aquí de otra manera, las formaletas deberán quitarse tan pronto como el hormigón se haya endurecido suficientemente sin ningún daño del hormigón, por la remoción cuidadosa de las formaletas, con el objeto de facilitar el avance satisfactorio con el curado especificado y para habilitar la reparación práctica más temprana de cualquier imperfección de la superficie; sin embargo, debe asegurarse de antemano que la resistencia del hormigón es tal que la remoción de las formaletas no deberá ser razón para que el hormigón colapse o falle.

Las formaletas en las caras inclinadas superiores de hormigón, tales como formaletas en los lados de agua de transiciones alabeadas, deberán quitarse tan pronto como el hormigón haya alcanzado rigidez suficiente para prevenir flecha o colapso. Cualquier reparación necesaria o tratamiento requerido en tales superficies inclinadas, deberá ejecutarse cuanto antes y ser seguido inmediatamente por el curado especificado.

Con el objeto de evitar esfuerzos excesivos en el hormigón que puedan resultar del hinchamiento de los encofrados, las formaletas de madera para las aberturas en muros deberán aflojarse tan pronto como esto pueda lograrse, sin hacer daño al hormigón.

Bajo la aprobación de la Fiscalización, las formaletas en superficies de hormigón cerca de superficies de roca excavada, pueden dejarse en su lugar, con la condición de que la

distancia entre la superficie de hormigón y la roca sea menos de 50 cm y que las formaletas no estén expuestas a la vista después de la terminación de las obras.

Las formaletas deberán quitarse con cuidado, de manera que se evite dañar al hormigón, y cualquier hormigón así dañado deberá ser reparado de acuerdo con las provisiones del subpárrafo E.13.7.

E.13.6 Afinados y Acabados

(1) Generalidades

Las desviaciones permitidas del plomo o nivel y del alineamiento, perfil, pendiente y dimensiones mostrados en los planos, como se especifica en el párrafo E.16, se definen como "tolerancia" y serán distinguidas de las irregularidades de acabados como se describe aquí. Las clases de afinados y los requisitos para acabados de superficies de hormigón deberá ser como se muestra en los planos, como se especifica más adelante. En el caso de que los acabados no estén definitivamente especificados aquí o en los planos, los acabados a ser usados deberán ser los especificados para superficies similares adyacentes, como lo determine la Fiscalización.

El acabado de superficies de hormigón deberá ser ejecutado únicamente por trabajadores experimentados. El Contratista deberá mantener informada a la Fiscalización de cuándo será ejecutado el acabado del hormigón. A menos que la Fiscalización renuncie a la inspección en cada caso específico, el acabado del hormigón deberá ejecutarse únicamente en la presencia de la Fiscalización. Las superficies de hormigón serán probadas por la Fiscalización cuando sea necesario, para determinar si las irregularidades de la superficie están dentro de los límites especificados más adelante.

Las irregularidades de superficie están clasificadas como "abruptas" o "graduales". Las desviaciones causadas por desplazamientos o mala colocación del forro o revestimiento o secciones de formaleta, o por nudos sueltos o de otra manera de formaletas defectuosas serán consideradas como irregularidades abruptas, y serán probadas por medición directa. Todas las otras irregularidades serán consideradas como irregularidades graduales, y serán probadas por el uso de una plantilla consistente de un borde recto o el equivalente para superficies curvas. La longitud de la plantilla será 1.5 m para la prueba de superficies formadas, y 3 m para la prueba de superficies no formadas.

(2) Superficies Encofradas

Las clases de acabado para superficies encofradas de hormigón están clasificadas en cuatro tipos y son designadas por el uso de los símbolos F1, F2, F3 y F4. La frotación con bolsas o chorros de arena no serán requeridos en superficies encofradas. Tampoco se requerirá esmerilaje en superficies encofradas, sólo el necesario para la reparación de imperfecciones de superficies. A menos que se especifique de otra manera o se indique en los planos, las clases de acabado deberán aplicarse como sigue:

(a) Clase F1

La superficie del encofrado Clase F1 deberá estar formado por segmentos planos. Este es un acabado áspero que generalmente se propone para superficies no expuestas, sin tratamiento especial.

(b) Clase F2

La superficie del encofrado Clase F2 deberá estar formada por segmentos planos y superficies curvas. Este es requerido para superficies estructurales permanente-mente expuestas a la vista. Si se usan tablas de madera para este encofrado, éstas deberán ser planas, de espesor y ancho uniforme. Los bordes y un lado deberán, en todos los casos, ser planos. Estas tablas deberán tener bordes a escuadra, y uniformemente arreglados con los agujeros de clavos y nudos rellenados a ras con masilla u otra sustancia aprobada. Otros materiales para esta Clase deberán estar sujetos a la aprobación de la Fiscalización.

(c) Clase F3

La superficie del encofrado Clase F3 deberá estar formada por segmentos planos y superficies curvas. Este acabado es requerido para superficies de pasajes de agua, tales como canales abiertos revestidos de hormigón y las superficies de las paredes en la entrada del canal. Las superficies estarán permanentemente expuestas a la vista del público y donde una apariencia atractiva es importante. Deberán estar libres de marcas de tabla o picaduras de superficie y el encofrado deberá ser forrado con madera laminada, planchas de acero o materiales equivalentes en láminas tan grandes como sea posible y arregladas en un patrón uniforme.

Las juntas en las caras deberán coincidir con formas arquitectónicas o cambios en la dirección de la superficie y deberán ser horizontales o verticales, a menos que sea probado de otro modo o mostrado en los planos.

(d) Clase F4

La superficie del encofrado de la Clase 4 estará formado por el uso de formaletas deslizantes de acero y exigidas para eliminar los efectos destructivos de la acción del agua en el túnel.

(3) Superficies No Formadas

Las clases de acabado para superficies de hormigón no encofradas están clasificadas en tres tipos y son designadas por los símbolos U1, U2 y U3. Las superficies interiores deberán ser inclinadas para drenaje donde se muestre en los planos o lo ordene la Fiscalización. A menos que el uso de otras pendientes o niveles de superficie estén indicados en los planos o sean ordenados por la Fiscalización, las superficies que estarán expuestas a la intemperie y que están nominalmente a nivel deberán inclinarse aproximadamente en la relación 1 vertical a 50 horizontal, para drenaje. A menos que de otra manera se especifique o se indique en los planos, las clases de acabado para superficies no formadas deberán aplicarse como sigue:

(a) Clase U1

El acabado U1 es un acabado de emparejamiento a ser aplicado a superficies no formadas que estarán cubiertas por material de relleno o por hormigón. El acabado U1 también es usado como la primera etapa de los acabados U2 y U3. Las operaciones de acabado deberán consistir en nivelación y emparejamiento suficientes para producir una superficie pareja y uniforme.

(b) Clase U2

El acabado U2 es un acabado de aplanado a ser aplicado a superficies no formadas que generalmente estarán expuestas a la vista. El acabado U2 también es usado como la segunda etapa del Acabado U3. El aplanado deberá empezarse tan pronto como la superficie emparejada haya rigidizado suficientemente, y deberá ser el mínimo necesario para producir una superficie que esté libre de marcas de emparejamiento y sea de textura uniforme.

(c) Clase U3

El acabado U3 es un acabado de paleteado a ser aplicado a superficies no formadas de canales, las cuales estarán permanentemente expuestas a la vista del público, donde la apariencia atractiva es importante. Cuando el acabado de aplanado haya endurecido suficientemente para prevenir que un exceso de material fino sea arrastrado de la superficie, el paleteado con llana metálica deberá ser ejecutado con presión firme tal que se alise la textura arenosa de la superficie aplanada y se produzca una superficie densa y uniforme, libre de manchas y marcas de llana. Si el acabado U3 va a ser aplicado, el aplanado deberá ser continuo hasta que una pequeña cantidad de mortero sin exceso de agua sea traída a la superficie, de manera que se permita un paleteado efectivo. No será permitido esparcir sobre la superficie cemento seco o cualquier otro material durante las operaciones de acabado para secar el hormigón y facilitar el paleteado

Ningún pago por separado será hecho por los trabajos bajo este ítem(3). Los costos por esto deberán estar incluidos en los correspondientes precios unitarios para trabajos de hormigón ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra.

(4) Irregularidades de Superficie Permisibles

Las irregularidades de las superficies acabadas de hormigón no deberán exceder las siguientes irregularidades permisibles:

Tipo de Acabado		Irregularidades Permisibles	
Superficie Encofrada	Superficie No Encofrada	Abrupta	Gradual *
Clase F1	Clase U1	10 mm	25 mm
Clase F2	Clase U2	6 mm	15 mm
Clase F3	Clase U3	3 mm	6 mm
Clase F4	-	2 mm	4 mm

* Medido en una longitud recta o curva de 2.0 m.

E.13.7 Reparaciones de Superficies de Hormigón Dañado o Defectuoso

El hormigón defectuoso u hormigón dañado por cualquier causa deberá quitarse y reemplazarse con hormigón aceptable por y a expensas del Contratista. Irregularidades de alineamiento debido a la inexactitud en el acabado de superficies, pandeo de formaletas, y otros defectos deberán ser rectificadas por y a expensas del Contratista. Antes de la aceptación final de la obra, el Contratista deberá limpiar todas las superficies de hormigón expuestas de todas las incrustaciones de cemento, mortero o lechada, y deberá quitar todas las manchas desagradables a la vista, a satisfacción de la Fiscalización.

La reparación del hormigón deberá ser ejecutada por trabajadores experimentados. El Contratista deberá mantener informada a la Fiscalización del tiempo cuando las reparaciones del hormigón serán ejecutadas. A menos que la Fiscalización renuncie a la inspección, en cada caso específico la reparación del hormigón deberá ejecutarse únicamente en presencia de la Fiscalización.

El Contratista deberá corregir todas las imperfecciones en las superficies de hormigón, como sea necesario, para producir superficies que cumplan con los requisitos especificados en el subpárrafo E.13.6 y párrafo E.16. A menos que de otro modo lo apruebe la Fiscalización, las reparaciones de imperfecciones del hormigón deberán completarse dentro de 24 horas, después de la remoción de las formaletas, o en el caso de hormigón no formado, dentro de 24 horas después de la colocación del hormigón, excepto cuando son requeridas resinas epóxicas para la reparación; esta reparación no deberá hacerse hasta 28 días después de que el hormigón haya sido colocado. Rebabas e incrustaciones deberán ser quitadas nítidamente de las superficies, para las cuales el acabado F3 y F4 son especificados, y las incrustaciones deberán quitarse de superficies para las cuales los acabados U2 y U3 son especificados.

Donde las combaduras e irregularidades abruptas sobresalgan fuera de los límites especificados en el párrafo E.16 en superficies formadas, para los cuales un acabado que no sea F1 es requerido, las protuberancias deberán ser reducidas por martellinamiento y esmerilaje, de manera que las superficies queden dentro de los límites especificados.

El hormigón dañado por cualquier causa, con hormigueros, fracturado o de otra manera defectuoso, y hormigón que debe aumentarse para llevar la superficie a las líneas prescritas debido a la excesiva depresión de la superficie, deberá ser quitado y reemplazado con relleno seco, mortero u hormigón, como se especifica más adelante. El relleno de rebajos en superficies designadas a recibir un acabado F1 será requerido únicamente cuando tales rebajos sean más profundos de 25 mm en muros que tengan un espesor menor de 30 cm. El

relleno de rebajos no será requerido si los muros acabados tienen espesores de 30 cm o más después de la colocación.

Todo el hormigón y superficie de hormigón poroso y fracturado, para el cual las reparaciones son requeridas para llevarlo a las líneas prescritas, deberá quitarse por el cincelado de aberturas descubriendo el refuerzo. La extensión y dimensiones de las aberturas cinceladas deberá ser como lo ordene la Fiscalización. Las aberturas cinceladas deberán ser de bordes agudos y dentados y deberán rellenarse hasta las líneas requeridas con relleno seco, mortero u hormigón, como lo ordene la Fiscalización. Donde se use hormigón para el relleno, las aberturas cinceladas deberán tener una profundidad no menor de 8 cm.

El relleno de mortero seco de una mezcla aprobada por la Fiscalización deberá usarse para rellenar agujeros que tengan por lo menos una dimensión de superficie no mayor que la profundidad del agujero, para ranuras angostas, para la reparación de grietas y para rebajos de tirantes de fijación en la forma especificada. El relleno seco no deberá usarse para el relleno detrás del refuerzo o en el relleno de agujeros que se extienden completamente a través de una sección de hormigón.

El relleno de mortero, colocado bajo impacto por el uso de una pistola de mortero, deberá usarse para reparar defectos que son demasiado anchos para ser rellenados con relleno seco y demasiado superficiales para relleno con hormigón y que no son más profundos que el lado más lejano del refuerzo que está más cercano a la superficie.

El mortero para resanado deberá consistir, en volumen, de una parte de cemento, dos partes de arena regular de hormigón y sólo la cantidad suficiente de agua para que, después de mezclar completamente los ingredientes, el mortero apenas se sostenga junto cuando se consolide apretándolo con la mano. El mortero deberá estar fresco cuando se coloca y cualquier mortero que no se use después de dos horas de la preparación deberá descartarse. Inmediatamente, previo a la colocación del mortero, la superficie contra la cual el mortero va a ser ligado deberá ser humedecida y luego restregada con una pequeña cantidad de mortero usando un cepillo de alambre.

Donde las aberturas cinceladas tengan una profundidad mayor que 3 cm, el mortero deberá aplicarse en capas de un espesor no mayor que 2 cm para evitar flecha. Después de que cada capa, excepto la última, es colocada, se deberá volver áspera rayándola con una llana para proveer una adherencia efectiva con las capas subsiguientes. La última capa o capa de acabado deberá alisarse con una llana para formar una superficie continua con el hormigón adyacente. Se permitirá la adición de una pequeña cantidad de agua a la superficie de acabado del resanado para ayudar a asegurar un acabado liso, pero además de ésta ninguna

otra agua adicional deberá ser usada. Todos los resanados en superficies expuestas deberán ser nítidos y lisos, y tan cerca como sea posible del mismo color del hormigón adyacente. Todos los resanados deberán ser ligados enteramente a las superficies de las aberturas cinceladas y deberán ser densos y libres de contracciones y grietas.

Deberá usarse relleno de hormigón en lugar de relleno de mortero; para agujeros que se extiendan completamente a través de las secciones de hormigón; por ejemplo, para agujeros que tengan un área mayor que 1,000 cm² y más profundos que 10 cm y para agujeros en hormigón reforzado que tengan un área mayor que 500 cm² y que se extiendan más allá del refuerzo que está más cercano a la superficie. La clase del hormigón deberá ser la que ordene la Fiscalización.

En la reparación de hormigón dañado o defectuoso en lugares importantes, el Contratista deberá usar un agente adherente de resina epóxica si lo ordena la Fiscalización. Todas las imperfecciones y sopladuras a ser reparadas con resina epóxica deberán ser cinceladas hasta encontrar hormigón sólido y los bordes de los agujeros desbastados a escuadra a una profundidad mínima de 3 mm. Los requisitos siguientes deberán cumplirse en la ejecución de reparaciones con resinas epóxicas, aunque ellos pueden variarse dependiendo del análisis de la situación por la Fiscalización.

- (a) Inmediatamente, antes de llevar a cabo una reparación, la superficie del hormigón en el agujero deberá librarse de todos los contaminantes, usando chorros de arena y agua-fuerte, con una solución al 5% de ácido de hidrócloruro u otro método aprobado. Si aguafuerte de ácido es el método aprobado, inmediatamente después de que cese la espuma, el agujero deberá ser enteramente enjuagado con agua limpia y fresca para quitar el ácido y limpiar el área. La superficie del agujero deberá limpiarse en seco y donde sea necesario, tomar medidas efectivas para excluir toda el agua de la superficie. La superficie del agujero y el hormigón adyacente que lo rodea deberán secarse y calentarse, usando lámparas, una llama oxiacetilénica adaptada con una boquilla anticrustante, calentadores, aire comprimido seco, libre de aceite u otros medios convenientes aprobados por la Fiscalización. El calentamiento y secado deberán llevarse a cabo de manera que se prevenga daño al hormigón y hasta que el agujero esté libre de humedad superficial, y una temperatura de aproximadamente 20°C se haya obtenido y mantenido sobre el área por un período de 30 minutos.
- (b) Una vez preparada la superficie del agujero, de acuerdo con el párrafo anterior, deberá pintarse con una o más capas de una resina epóxica sin rellenos aprobada, preparada y curada con las instrucciones del fabricante. La resina epóxica aprobada con el relleno aprobado, preparados de acuerdo con las instrucciones del fabricante

deberá aplicarse a una superficie limpia de la resina epóxica sin relleno, paleteada con llana metálica hasta obtener una superficie lisa y permitiendo su curado como lo ordene la Fiscalización. Se anticipa que será requerido un curado a 20°C, por un período de 24 horas. Durante ese tiempo, el área deberá mantenerse seca.

- (c) La resina epóxica no usada, ya sea de relleno o no, deberá desecharse cuando pierda su condición plástica. El exceso o derrames de resina deberán limpiarse mientras estén en estado plástico.
- (d) Si fuera necesario el uso de formaletas para moldear la mezcla de resina de relleno, el material usado para las formaletas deberá ser incompatible con la resina o la formaleta deberá cubrirse con un agente especial para el desprendimiento.
- (e) La superficie acabada de la resina epóxica deberá cumplir con los requisitos del párrafo E.16. Cualquier esmerilaje requerido deberá ejecutarse usando un carburo de silicio u otro abrasivo conveniente, y preferiblemente bajo agua.

Excepto por los materiales usados en reparaciones con resina epóxica, todos los materiales usados en la reparación del hormigón deberán cumplir con los requisitos de estas Especificaciones y cualquier orden de la Fiscalización. Todos los rellenos deberán adherirse apretadamente a las superficies de los agujeros y deberán ser densos y libres de grietas por contracción y áreas de resonancia después de que los rellenos hayan sido curados y se hayan secado.

Todos los resanados y reparaciones deberán mantenerse continuamente húmedos por un período no menor de 7 días y mantenerse fuera del alcance de los rayos directos del sol, por lo menos 3 días después de completar el resanado o reparación. Se deberá cumplir con las partes aplicables del párrafo E.11.

El costo de todos los materiales, mano de obra y equipo, requeridos para la reparación del hormigón deberá ser absorbido completamente por el Contratista.

E.13.8 Medición y Pago por Encofrado y Acabado

La medición, para el pago, de encofrado para hormigón será hecha en base al área en metros cuadrados de superficies encofradas de hormigón, como se muestra en los planos. La medición incluirá: superficies con una inclinación más pronunciada de 1 vertical a 2 horizontal, la superficie formada de juntas de contracción, y juntas de construcción mostradas en los planos u ordenadas por la Fiscalización y las superficies formadas de

boquetes mayores que 0.1 m^2 en área de sección transversal. Las siguientes superficiales no serán medidas para pago por encofrado:

- (a) Superficies con una inclinación no mayor de 1 vertical a 2 horizontal, ya sean formadas o no.
- (b) Superficies de materiales, estructuras e instalaciones requeridas de permanecer en su lugar, después de que el hormigón vaciado contra ellos se haya endurecido.
- (c) Superficies formadas de juntas de construcción, no mostradas en los planos.
- (d) Formaletas usadas para rellenar sobre-excavación.
- (e) Ranuras y biseles en juntas y en otras partes.
- (f) Boquetes no mayores de 0.1 m^2 en el área de su sección transversal.
- (g) Formaletas usadas en juntas de construcción del hormigón de revestimiento de galerías túneles excepto aquéllos especificados en los planos.
- (h) Otras superficies como las designe la Fiscalización.

El pago por formaletas, y andamiaje donde sea requerido, para hormigón será hecho a los precios unitarios aplicables por metro cuadrado, ofertados para ello en la Tabla de Cantidades de Obra; estos precios unitarios deberán incluir el costo de toda la mano de obra, equipo y material requerido para ejecutar el trabajo de encofrado incluyendo fabricación, colocación, trabajo de andamiaje, remoción, limpieza, reparación y conceptos similares.

E.14 BARRAS DE REFUERZO

E.14.1 Generalidades

El Contratista deberá proporcionar e instalar todas las barras de refuerzo requeridas para completar las obras.

El Contratista deberá preparar el programa de entrega de estas barras de refuerzo para contar con suficiente existencia y comenzar el cortado y doblado para una estructura, por lo menos cincuenta y seis (56) días antes de la fundición programada de la estructura correspondiente.

El programa de entrega se basará en el programa detallado de construcción del Contratista, incluyendo modificaciones si las hay, y revisado por la Fiscalización.

Las barras de refuerzo deberán ser barras de acero corrugado, excepto que se especifique lo contrario, deberán ser hechas por un fabricante autorizado, y deberán cumplir con las Especificaciones JIS G 3112-75 o ASTM A 15-66 o equivalente aprobado.

El Contratista deberá preparar, por su propia cuenta, todos los planos de detalles de refuerzo. Estos planos deberán incluir la localización de las barras, doblado de las barras, listado de las barras y cualquier otro dibujo del refuerzo que sea necesario para facilitar la fabricación y colocado de las barras de refuerzo. Dichos planos deberán ser aprobados por la Fiscalización antes de la fabricación y colocación del refuerzo.

Un programa de detalles de construcción para el refuerzo y doblado de barras deberá ser preparado por el Contratista, y enviado a la Fiscalización para su aprobación. Dichos detalles se basarán en la información contenida en los planos.

Las especificaciones para la malla de refuerzo para el hormigón lanzado (mortero neumáticamente aplicado) se listan en el párrafo E.17.

E.14.2 Fabricación y Colocado

Las barras de refuerzo deberán ser colocadas de acuerdo a los planos o donde lo indique la Fiscalización. La distancia entre barras o espesor de recubrimiento, detalles de ganchos, dobleces, juntas y anclajes deberán concordar con los detalles estándares mostrados en los planos.

Antes de que las barras de refuerzo sean colocadas, las superficies de éstas y de cualquier barra de soporte deberán estar libres de excamas de herrumbre, polvo, suciedad, grasa o cualquier substancia extraña, que a criterio de la Fiscalización sean perjudiciales. Si fuera necesario, según recomendación de la Fiscalización, las barras expuestas a la intemperie o que hayan sido colocadas con mucha anterioridad deberán ser liberadas de óxido y desechos, antes de ser cubiertas por el hormigón.

Excepto que se indique lo contrario, las barras de refuerzo deberán ser colocadas con precisión y aseguradas en su lugar, de tal manera que haya una distancia mínima de 25 mm

entre las barras y cualquier obra metálica adyacente, de tal forma que las barras no sean desplazadas durante la colocación del hormigón.

Asientos, ganchos, espaciadores y cualquier otro soporte de metal u hormigón, podrán ser suministrados y usados por el Contratista para el soporte de las barras de refuerzo y mantener la distancia requerida de la superficie del encofrado o de la cimentación. Los soportes de hormigón, cuando sean usados, deberán cumplir con los requerimientos de estas Especificaciones. No deberán usarse espaciadores metálicos ya que pueden causar manchas de óxido en las superficies terminadas.

Las barras deberán ser amarradas en todas las intersecciones, y en las juntas en varios puntos, usando alambre de hierro destemplado de 0.9 mm de diámetro o mayor, o sujetadores adecuados.

Los empalmes o juntas en las barras de refuerzo deberán ser hechas en la posición marcada en los planos. Excepto cuando se requiera el uso de acoples atornillados, las barras de refuerzo deberán ser traslapadas en todas las juntas.

Los empalmes o juntas en las barras de refuerzo sólo podrán ser soldadas con la aprobación de la Fiscalización, y de acuerdo a la especificación ASTM A 185 o la equivalente aprobada. No se hará ningún pago extra por dicha soldadura.

El Contratista deberá ser responsable de la calidad del cortado, doblado y colocado del refuerzo. El refuerzo será inspeccionado en cuanto a requisitos de tamaño, forma, longitud, localización de juntas; posición y cantidad, después que haya sido colocado. Cuando haya transcurrido un largo período de tiempo después de que las barras de refuerzo hayan sido colocadas, deberán ser inspeccionadas nuevamente por la Fiscalización antes de ser colocado el hormigón.

E.14.3 Medición y Pago

La medición para el pago del suministro, cortado, doblado y colocado de las barras de refuerzo se hará por el peso de las barras embebidas en hormigón, de acuerdo a los planos o a las indicaciones del Ingeniero.

El pago del suministro, cortado, doblado y colocado de las barras de refuerzo será hecho en base a los precios unitarios por tonelada métrica, ofertados para esto en la Tabla de

Cantidades de Obra, dichos precios unitarios deberán incluir el costo de toda la mano de obra, equipo y materiales requeridos para realizar este trabajo. Dichos precios unitarios deberán también incluir los costos de amarre, colocación de soportes, limpieza, fijación de las barras en posición y el costo de acoples atornillados cuando éstos sean usados.

Los precios unitarios para las espigas de juntas deberán también incluir el costo del recubrimiento con productos bituminosos.

E.15 BOQUETES EN HORMIGÓN

E.15.1 Generalidades

Los boquetes en hormigón deberán ser construidos de acuerdo a los planos o a las instrucciones de la Fiscalización, los cuales serán usados para las instalaciones de los soportes metálicos del equipo mecánico, que luego de ser ajustados serán embebidos en hormigón. Dichos boquetes deberán ser llenados con hormigón Clase "A" o mortero, según indicaciones de la Fiscalización después que la instalación sea completada.

Antes que el hormigón o mortero sea colocado en los boquetes, la superficie de los mismos deberá ser picada y limpiada. El picado puede ser realizado por cualquier método aprobado y de manera que no agriete o rompa el hormigón más allá de la superficie. Después que haya sido picada, la superficie del hormigón deberá ser limpiada de acuerdo con las estipulaciones del subpárrafo E.10.2 y deberá ser resistente y dura, de tal manera que asegure una buena adherencia entre el hormigón existente y el nuevo. Todo hormigón que no sea resistente, denso y durable, deberá ser removido hasta una profundidad requerida para asegurar una superficie satisfactoria. Después de limpiada la superficie a satisfacción de la Fiscalización, deberá mantenerse húmeda por lo menos 24 horas antes de que se coloque el hormigón en el boquete.

El Contratista deberá colocar el hormigón en los boquetes de tal manera que asegure una adherencia satisfactoria con el hormigón existente y un contacto completo con la obra metálica que será embebida, también deberá asegurarse que no haya ningún desplazamiento de dicha obra metálica. El hormigón colocado en los boquetes deberá contener un dilatador aprobado o retardarse el colocado, después de haber sido mezclado, con el propósito de reducir posterior encojimiento, siempre que sea indicado por la Fiscalización.

E.15.2 Medición y Pago

El costo de la preparación de la superficie de hormigón de los boquetes deberá ser incluido en los precios unitarios para el correspondiente hormigón, a ser colocado en los boquetes.

La medición para el pago del hormigón de los boquetes será hecha en base a las dimensiones mostradas en planos o indicadas por la Fiscalización, y de acuerdo con el párrafo E.12.

El pago del hormigón de los boquetes se hará de acuerdo a las provisiones del párrafo E.12 a los precios unitarios por metro cúbico, ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra.

E.16 TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN

La desviación permisible de la verticalidad o nivel, y del alineamiento, perfil, pendientes y dimensiones mostradas en los planos, serán llamadas "tolerancias". Éstas deberán incluir las irregularidades de la superficie según se define en el subpárrafo E.13.6.

Este párrafo establece tolerancias que son consistentes con las prácticas de construcción, tomando en consideración que las desviaciones permisibles afectarán el comportamiento estructural o función operacional de la estructura. Las desviaciones de líneas establecidas, pendientes y dimensiones serán permitidas de acuerdo a las tolerancias mostradas en este párrafo; sin embargo, la Fiscalización puede reducir estas tolerancias si considera que dichas tolerancias perjudicarán el comportamiento estructural o función operacional de la estructura.

Cuando las tolerancias de una estructura individual no estén establecidas en las Especificaciones o planos, las desviaciones permisibles serán interpretadas de conformidad con las estipulaciones de este párrafo. Las anotaciones en los planos o que estén incluidas en cualquier parte de estas Especificaciones de tolerancias específicas, en relación con cualquier dimensión, deberán ser consideradas como suplemento de las tolerancias especificadas en este párrafo.

El contratista será responsable de fijar y mantener el encofrado dentro de los límites de tolerancia, y deberá asegurar que el trabajo sea completado sin sobrepasar las tolerancias especificadas. Las obras de hormigón que excedan estos límites de tolerancia deberán ser remediadas o removidas y reemplazadas por cuenta del Contratista.

(a) Tolerancias de construcción para fundición de hormigón

Variación de la verticalidad, de una inclinación específica, o de superficies curvas en las líneas o superficies de columnas, pilastras, paredes, secciones de arco, ranuras de juntas verticales y otras líneas conspicuas:

12 mm en 3 m
18 mm en 6 m
30 mm en 12 m

(En construcciones subterráneas, duplicar la tolerancia).

Variaciones de niveles o de pendientes indicadas en los planos, en pisos, soleras, ciclos falsos, plafones de vigas, ranuras de juntas horizontales y otras líneas notorias.

6 mm en 3 m
12 mm en 10 m o más.

(En construcciones subterráneas, duplicar la tolerancia).

Variaciones del alineamiento de estructuras lineales de la porción establecida en la planta:

12 mm en 6 m
18 mm en 12 m o más.

Variación en localización de mangas, y en tamaño y localización de aberturas de piso o pared:

6 mm

Variación en las dimensiones de la sección transversal de las columnas, vigas, y grosor de losas y paredes:

Negativas 6 mm
Positivas 12 mm

Variación de verticalidad y nivel en umbrales y paredes laterales para compuertas y ranuras para parrillas contra basura:

3 mm en 3 m

Variación en un tramo de escalera:

3 mm en altura

6 mm en la huella.

Variación en escalones consecutivos:

2 mm en altura

3 mm en la huella.

(b) Tolerancias de construcción para hormigón en revestimiento de túneles

Partiendo de alineamientos o pendientes establecidos pero paralelos a él:

12 mm

Variación del grosor del revestimiento en cualquier punto:

Mínimo: 0 mm

Máximo: Sin límites, pero dentro de lo razonable, según lo determine la Fiscalización.

Variación en las dimensiones interiores:

0.5%

(c) Tolerancias de construcción para el colocado de las barras de refuerzo

Variación del recubrimiento protector:

6 mm con 50 mm de recubrimiento o menos

9 mm con 51 - 60 mm de recubrimiento

12 mm con más de 60 mm de recubrimiento.

Variación del espaciamiento especificado (en cualquier barra):

25 mm

(d) Tolerancias de construcción para el colocado de obras metálicas embebidas.

Negativo: 6 mm

Positivo: 6 mm

(e) Tolerancias en el color del hormigón

No se permitirán cambios abruptos de color en superficies de hormigón expuestas a la vista del público. El Contratista deberá asegurar que, hasta donde sea posible, estas superficies deberán ser de un color uniforme o que el cambio de color, cuando sea permitido, será gradual.

E.17 HORMIGÓN LANZADO

E.17.1 Generalidades

Estas especificaciones se aplican a todos los trabajos en los cuales se utilizará hormigón lanzado, como el reforzamiento de superficies rocosas, protección de taludes, soporte especial en la construcción de túneles y para varias clases de revestimiento relativamente delgados.

El hormigón lanzado deberá ser mortero neumáticamente aplicado u hormigón compuesto de cemento Portland, agregados, agua y aditivos, cuando se usen; deberá ser lanzado por medio de aire comprimido a través de una boquilla. Si este hormigón lanzado es debidamente proporcionado, mezclado, colocado y curado, formará un hormigón duro y de alta resistencia.

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista deberá proporcionar detalles del método de trabajo, equipo a ser usado, diseño propuesto de la mezcla, granulometría de los agregados y programa de trabajo para su respectiva aprobación por la Fiscalización.

Dependiendo de las condiciones del área que será tratada, cualquiera de los tipos de tratamiento siguientes podrá ser usado:

- (a) Hormigón lanzado sin malla de refuerzo, si se requiere
- (b) Hormigón lanzado con malla de refuerzo, para protección de taludes.
- (c) Hormigón lanzado con refuerzo de malla de acero para soporte del túnel

Los trabajos de hormigón lanzado deberán ser hechos por personal experimentado en este tipo de trabajo y con la aprobación de la Fiscalización.

E.17.2 Materiales

Los tipos de materiales a ser usados para el hormigón lanzado deberán ser los especificados a continuación, pero podrán ser cambiados o variados según lo determine la Fiscalización.

(1) Cemento, aditivos y agua

El cemento, los aditivos y el agua para el hormigón lanzado deberán cumplir con los requerimientos de los párrafos E2 y E4.

(2) Agregado fino

El agregado fino a ser usado en el hormigón lanzado deberá cumplir con los requerimientos del subpárrafo E.3.2 y el contenido de humedad deberá estar entre 3 y 5 por ciento. El tamaño máximo de este agregado deberá ser de 5 mm y el módulo de finura deberá oscilar entre 2.5 y 3.3

(3) Agregado grueso

El agregado grueso a ser usado en el hormigón lanzado deberá cumplir con los requerimientos del subpárrafo E.3.3. El tamaño máximo de este agregado deberá ser de 15 mm y la graduación deberá ser la que se muestra abajo. Sin embargo, podrá ser variada por la Fiscalización, y en tal caso el Contratista no tendrá derecho a concesión o pago adicional.

Tamaño de Tamiz Abertura Media (mm)	Porcentaje Estándar por Peso que pasa el Tamiz Individual
15	100
10	40 - 80
5	0 - 15
2.5	0 - 5

(4) Refuerzo de malla de acero

El refuerzo de malla de acero a ser usado con el hormigón lanzado para protección de taludes así como para el soporte del túnel deberá estar de acuerdo a lo mostrado en los planos, o de acuerdo a las instrucciones de la Fiscalización, y consistirá de alambre

de hierro de 3.2 mm de diámetro, el cual deberá cumplir con la especificación JIS G 3532-62 o equivalente aprobado, la abertura será de 100 mm por 100 mm o la que apruebe la Fiscalización. La malla de acero de refuerzo a utilizarse en los túneles será fijada con pernos de fijación para roca, instalados en las paredes y techos de túneles que son realizados en la excavación subterránea descrita en las especificaciones que se listan en el párrafo C.15.

La malla de refuerzo deberá ser asegurada con rieles, grapas o cualquier otro tipo de anclajes superficiales, de tal manera que se acople firmemente a la superficie. La malla podrá ser asegurada ya sea directamente a la superficie rocosa o a la capa o capas de mortero iniciales. Dependiendo de las características de la roca, la Fiscalización puede recomendar el uso de anclajes para roca con el fin de asegurar la malla de refuerzo, adicionalmente a los anclajes superficiales.

Los anclajes superficiales se definen como cualquier dispositivo usado para asegurar la malla de refuerzo y que no penetren la roca una profundidad mayor que 30 cm, e incluyen clavos, grapas y amarres con alambre.

Los anclajes para roca consisten en pernos no inyectados de 1 metro de largo por 16 mm de diámetro, provistos con un anclaje de expansión aprobado en un extremo, y en el otro provistos de una platina de 100 mm x 100 mm x 6 mm de espesor, arandela y tuerca. Dichos anclajes deberán ser roscados por lo menos 125 mm en el extremo libre.

(5) Tubería para agujeros de drenaje

La tubería de cloruro de polivinilo (PVC) de 50 mm de diámetro, que reúna los requisitos de la especificación JIS K 6741 o el equivalente aprobado, deberá ser usada para los agujeros de drenaje.

E.17.3 Proporción de Mezclas y Control de Calidad

El Contratista deberá proponer las proporciones de mezcla requeridas para hormigón lanzado, de cemento, agregados, agua y aditivos apropiados en cada tipo, para la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá hacer cualquier esfuerzo para asegurar una resistencia a la compresión mayor que 200 kg/cm² después de 28 días. Las proporciones de mezcla finales y la resistencia mínima a la compresión serán determinadas en base a los resultados de las pruebas y con aprobación de la Fiscalización.

Para propósitos de la aprobación del diseño de mezclas, el Contratista deberá preparar no menos de 3 paneles de muestra para prueba, por cada mezcla a ser analizada por la Fiscalización, por lo menos 28 días antes que se inicie cualquier trabajo de hormigón lanzado, cuando se va a usar un aditivo no aprobado, cuando se propone el uso de equipo nuevo, o cuando, en opinión de la Fiscalización, el hormigón lanzado que está siendo producido no cumple con estas Especificaciones.

Para aproximadamente cada 1,000 m² por cada sección importante de hormigón lanzado, deberá realizarse una prueba de 3 paneles.

Si los resultados de la prueba no son satisfactorios, la prueba será repetida por cuenta del Contratista, y se tomará una muestra del hormigón lanzado ya colocado. Dicha muestra deberá ser taladrada, cincelada o de cualquier manera removida del túnel terminado o de otro recubrimiento y traída al laboratorio.

Las muestras de 3 paneles para la aprobación de la mezcla diseñada y para el control de calidad rutinario deberá consistir de un lanzamiento corto hacia abajo y sobre una superficie horizontal.

Todas estas muestras o paneles deberán tener un grosor mínimo de 8 cm. Dichos paneles deberán ser hechos en presencia de la Fiscalización. Los paneles deberán ser dejados sin moverlos en el lugar de la prueba hasta que el fraguado se realice.

La Fiscalización determinará la resistencia a la compresión del hormigón lanzado, probando cubos de 8 cm cortados de los paneles de prueba inmediatamente antes del análisis. Los extremos deberán ser cubiertos de acuerdo con la Designación C-192 del ASTM, o equivalente aprobado.

Los resultados de los cubos de prueba serán estadísticamente analizados, de acuerdo con las recomendaciones del ACI 214. Los resultados de las pruebas deberán ser consistentes con la resistencia a la compresión promedio a los 28 días, para limitar la probabilidad de que dichos resultados sean menores que la resistencia al aplastamiento especificada, de una de cada 5 muestras, con un coeficiente de variación de 15 por ciento para las pruebas de aprobación de mezcla y 20 por ciento para pruebas de control de calidad. El promedio de 6 pruebas consecutivas no deberá ser menor que la resistencia al aplastamiento especificada.

Los agregados y el cemento, con o sin agua, deberán ser completamente mezclados a satisfacción de la Fiscalización en una mezcladora aprobada, y luego colocados en una máquina neumática aprobada para ser depositados en las capas especificadas, a fin de evitar el fraguado parcial del cemento. Las mezclas de agregados y cemento que no sean colocadas dentro de un período de 30 minutos después de haber sido mezcladas, serán descartadas y no se pagará por dichos agregados y cemento desechado. La mezcla de los ingredientes del mortero será permitido sólo en casos especiales aprobados por la Fiscalización. Todas las operaciones de mezclado y proporción estarán sujetas a la aprobación de la Fiscalización.

El uso de aditivos en la mezcla estará sujeto a la dirección y aprobación de la Fiscalización.

E.17.4 Preparación para el Rociado

Con una anterioridad de por lo menos y dos (42) días a la colocación de cualquier hormigón lanzado, el Contratista deberá entregar planos para la aprobación de la Fiscalización, mostrando en ellos su organización propuesta junto con una descripción general del equipo que él planea usar y el método de operación.

En cualquier caso que el hormigón lanzado sea requerido, el Contratista deberá limpiar y preparar la superficie rocosa para recibir el mortero. La roca suelta o agrietada, depósitos de roca, tierra u otro material suelto deberá ser removido de las superficies, a satisfacción de la Fiscalización. El material de las vetas arcillosas deberá ser removido hasta una profundidad indicada por la Fiscalización para proporcionar una muesca para el hormigón lanzado. Después que el material suelto haya sido removido, la roca deberá ser lavada con chorro de agua y aire a presión o por otros medios aprobados.

La malla de refuerzo, cuando sea requerida o indicada por la Fiscalización, deberá ser suficientemente asegurada en su posición con pasadores de anclaje en la roca, para evitar movimientos debidos a la operación de rociado. Los pasadores de anclaje se definen como cualquier dispositivo usado para asegurar la malla de refuerzo, pueden ser clavos, grapas y amarres de alambre embebidos. El costo de todos los anclajes superficiales deberá ser incluido en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra, para el suministro e instalación de las mallas de refuerzo para hormigón lanzado.

Cada pasador de anclaje deberá ser introducido en la roca, de tal manera que un extremo salga de la roca para asegurar la malla de refuerzo según se indique. La malla de refuerzo será colocada en posición a no menos de 3 cm de la superficie.

La tubería plástica de PVC de 50 mm de diámetro para los agujeros de drenaje, deberá ser instalada de acuerdo con las provisiones aplicables del párrafo F.4.

E.17.5 Colocación y Curado

Para la aplicación del hormigón lanzado, la boquilla deberá ser sostenida perpendicular a/y aproximadamente a 90 cm de la superficie a ser cubierta. La boquilla deberá ser movida de tal manera que pueda rociar una capa de espesor uniforme.

El Contratista deberá emplear solamente personal especializado que deberá ser calificado antes de comenzar la producción y aplicación del hormigón lanzado. Cada trabajador especializado deberá proporcionar evidencias a la Fiscalización de tener suficiente experiencia en el trabajo con hormigón lanzado, y que puede aplicar el mortero de acuerdo a los requerimientos establecidos.

Aire y agua deberán ser proporcionados en volumen y presión suficientemente necesarios para las mejores condiciones de operación. En la aplicación del hormigón o mortero, la boquilla de descarga deberá ser sostenida de manera que el flujo del material llegue a la superficie a ser cubierta, lo más perpendicular posible. La Velocidad de descarga de la boquilla, la distancia entre boquilla y la superficie y la cantidad del agua a ser usada en la mezcla, deberán ser regulados de tal manera que produzcan un recubrimiento denso con un mínimo de material de rebote o desprendimiento excesivo.

Cualquier obstrucción, como líneas de servicio, deberá ser removida para facilitar la aplicación directa del hormigón lanzado a la superficie. El material de rebote no podrá ser reutilizado y deberá ser removido de la obra y descartado por el Contratista. El Contratista deberá proveer ventilación adecuada y tomar cualquier medida necesaria para la seguridad de sus trabajadores, incluyendo el uso de máscaras para el personal de rociado.

Las áreas de hormigón lanzado que queden con cavidades, separadas o de cualquier manera defectuosas, deberán ser removidas y reparadas dentro de un período de 7 días después que la Fiscalización informe al Contratista del requerimiento de dichas reparaciones.

El mortero deberá ser aplicado de tal manera que se asegure que las cavidades resultantes de la remoción de las vetas arcillosas, queden completamente llenas con mortero neumáticamente aplicado. Cuando se use malla de refuerzo, el mortero deberá cubrirla con una capa de por lo menos 25 mm.

El espesor total del hormigón lanzado para primera capa deberá ser de por lo menos 5 cm y el mortero deberá ser aplicado en capas de no más de 2.5 cm. Deberá haber un intervalo de 30 minutos a una hora entre la colocación de la segunda capa para prevenir desprendimientos, pero antes de que el hormigón lanzado, colocado previamente haya fraguado completamente. Antes de aplicar las capas sucesivas, la superficie de hormigón lanzado anterior deberá ser limpiada de sucio, arena suelta o cualquier otro material perjudicial; la superficie también deberá ser suficientemente humedecida y posteriormente removido el exceso de agua con aire a presión.

La presión del agua deberá ser mayor por lo menos 1 kgf/cm^2 que la presión del aire, y tendrá que ser uniforme. Los máximos, mínimos y promedios de las presiones de agua y aire deberán ser las siguientes:

	<u>Máxima</u>	<u>Mínima</u>	<u>Promedio</u>
Presión de aire (kgf/cm^2)	5.9	2.5	3.5
Presión de agua (kgf/cm^2)	9.0	3.5	5.0

La superficie de la capa final del hormigón lanzado deberá ser mantenida húmeda por lo menos durante 7 días, en caso de usar cemento Portland común.

Durante la aplicación del hormigón lanzado cualquier flujo de agua sobre o a través de la superficie de la roca a la cual se aplicará el hormigón lanzado, deberá ser desviado mediante el uso de traillas, tuberías, cordones de fieltro o cualquier otro medio aprobado. La Fiscalización podrá recomendar la formación de agujeros en el recubrimiento o salidas permanentes consistentes en tubos embebidos, para aliviar la presión del agua sobre el recubrimiento.

La aplicación del hormigón lanzado no deberá interpretarse de manera que libere al Contratista de su responsabilidad de mantener todas las porciones de su trabajo en una condición segura.

E.17.6 Medición y Pago

- (1) La medición para el pago del hormigón lanzado con malla de refuerzo, en superficies expuestas de excavaciones a cielo abierto, se hará por metro cuadrado de hormigón lanzado con refuerzo de malla de acero realmente colocado de acuerdo a los planos o a las instrucciones de la Fiscalización. El pago del hormigón lanzado con malla de refuerzo se hará en base al respectivo precio unitario por metro cuadrado ofertado en la Tabla de Cantidades de Obra, dicho precio unitario deberá incluir el costo de toda la mano de obra, materiales, equipo y también el costo de la instalación y asegurado de la malla, así como el costo de los anclajes superficiales y de roca, clavos, grapas, la perforación de agujeros, etc.; pero deberá excluirse el costo del suministro y colocado de la tubería de drenaje de PVC, que será pagado separadamente.

La medición y pago para el hormigón lanzado será hecho en los túneles dividiendo en dor rubros como sigue:

(a) Hormigón lanzado en túneles

La medición para el pago del hormigón lanzado en túneles será hecho en base al volumen en metros cúbicos de hormigón lanzado efectivamente colocado de acuerdo con los planos o como lo disponga y apruebe la Fiscalización.

El pago por el hormigón lanzado será hecho al respectivo precio unitario por metro cúbico ofertado para esto en la Tabla de cantidades, dicho precio unitario incluirá el costo de toda la mano de obra, equipos y materiales, excepto la malla de alambre de acero, pernos de anclaje, uñas, grapas y tubos de drenaje de P.V.C y también incluye el costo de todos los trabajos requeridos por las previsiones aplicables estipuladas en este numeral.

(b) Malla de alambre de acero en túneles

Las mediciones para el pago de la malla de alambre de acero para hormigón lanzado en túneles será hecho únicamente por metro cuadrado de malla de alambre de acero efectivamente colocado como indican los planos o disponga y apruebe la Fiscalización

El pago por la malla de alambre de acero será hecho con el respectivo precio unitario por metro cuadrado ofertado en la Tabla de Cantidades de Obra; dicho precio unitario deberá incluir el costo de toda la mano de obra, materiales y equipos incluyendo uñas y grapas, pero excluyendo pernos de anclaje y tubos de P.V.C., y además el costo de todos los trabajos requeridos por estipulaciones aplicables listadas en este párrafo.

No se hará medición ni pago separado por el uso de aditivos en el hormigón lanzado. Todos los costos debido al uso de aditivos, de conformidad con estas Especificaciones, deberán ser incluidos en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para la respectiva actividad del hormigón lanzado.

E.18 REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN PARA TÚNELES Y GALERÍAS

E.18.1 Generalidades

Excepto que se especifique de otra manera, todos los espacios fuera del espesor mínimo del revestimiento de hormigón colocado sobre la superficie de roca excavada, deberá ser llenada completa y sólidamente con revestimiento de hormigón. El Contratista deberá asegurar que el hormigón es forzado a entrar en todas las irregularidades de la superficie de roca.

Cuando se usan costillas u otro tipo de soportes, todos los vacíos afuera de la línea "B", deberán ser llenados con hormigón u otros materiales aprobados por la Fiscalización, previo al colocado de la inyección de relleno. El costo del llenado de los vacíos afuera de la línea "B" con dichos materiales será por cuenta del Contratista. Los detalles pertinentes de la inyección de relleno son proporcionados en la Sección D.

Si una apreciable cantidad de agua fluye de la roca en el lugar donde el revestimiento de hormigón será colocado, ésta deberá ser eliminada del área por medio de calafateo o desviada por tubería, traíllas u otros medios, y mantenerla de esa manera hasta que el hormigón sea colocado y suficientemente fraguado para que no sea afectado por la acción del agua por percolación, presión hidrostática o abrasión. El costo por la derivación del agua deberá ser incluida en los precios unitarios de la excavación subterránea ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra, dichos precios unitarios deberán incluir el costo de toda mano de obra, materiales y equipo, y todas las actividades relacionadas con este trabajo.

Inmediatamente antes que el hormigón sea colocado, el Contratista deberá confirmar que todas las superficies de la cimentación y todas las formaleas estén completamente acondicionadas para el colocado del hormigón, según requerimientos de estas Especificaciones.

Excepto que la Fiscalización lo apruebe de otra manera, el hormigón de revestimiento para túneles deberá ser colocado por el tipo de equipo específico recomendado en el subpárrafo E.10.5. Cuando el hormigón sea colocado separadamente en coronas de arco, paredes laterales y soleras, el Contratista deberá preparar una secuencia del colocado, planos correspondientes y descripción escrita para permitir un completo y apropiado entendimiento de su plan de trabajo, para el colocado del hormigón y mortero involucrados en el trabajo bajo estas Especificaciones. Esta documentación será presentada a la Fiscalización, para su aprobación, por lo menos cuarenta y dos (42) días antes de que el primer hormigón sea colocado.

E.18.2 Medición y Pago

La medición y el pago para el hormigón, encofrado y acabado, y acero de refuerzo en túneles y galerías, será hecho de acuerdo a lo descrito en el párrafo E.12 y subpárrafos E.13.8 y E.14.3, respectivamente.

El costo por la eliminación del agua de la superficie deberá ser incluido en los precios unitarios de la excavación subterránea ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra, dicho precio unitario deberá incluir el costo de toda la mano de obra, materiales y equipo y todas las actividades relacionadas con este trabajo.

E.19 HORMIGÓN PARA EL ENCAJAMIENTO DE TUBERÍAS

E.19.1 Generalidades

El área especificada en la cual los conductos y tubería de acero va a estar encajada con hormigón deberá ser llenada completa y sólidamente con la clase estipulada de hormigón como se muestra en los planos o como lo ordene la Fiscalización. El Contratista deberá asegurar que todas las superficies de cimentación, sobre o contra las cuales el hormigón va a ser colocado, estén limpias como se prescribe en el párrafo E.10 y que el hormigón sea forzado dentro de todas las irregularidades en la superficie de la roca u hormigón previamente colocado. Se deberá cumplir con las Especificaciones de esta Sección, que sean aplicables al trabajo de hormigón descrito en este párrafo.

Antes de colocar el hormigón, la superficie exterior de los conductos y tuberías de acero deberán estar limpias por la remoción de toda la herrumbre suelta, escamas y otros materiales objetables, y deberán mantenerse limpias hasta que el hormigón sea colocado. La soldadura en el sitio de cualquier junta de tuberías de acero deberá ser completado y aprobado por la Fiscalización antes de que las tuberías de acero sean encajadas con el hormigón. Todos los soportes temporales, puntales y escombros deberán quitarse alrededor de las tuberías de acero antes de que el hormigón sea colocado.

Todas las secciones de las tuberías de acero a ser encajadas con el hormigón deberán estar soportadas y ancladas con camas o apoyos, como se muestra en los planos o como lo apruebe la Fiscalización. No será permitida la suelda de soportes o anclajes al exterior de tuberías de acero. Los atiesadores internos temporales para las tuberías no deberán quitarse por lo menos 24 horas después de que el hormigón sea colocado, a menos que de otra manera lo apruebe la Fiscalización.

E.19.2 Medición y Pago

La medición y pago para el hormigón, encofrado y barras de refuerzo usados para el encajamiento de tuberías de acero serán hechos como se prescribió en los párrafos E.12, E.13 y E.14, respectivamente, a los precios unitarios ofertados para esto en la Tabla de Cantidades de Obra; estos precios unitarios deberán incluir todos los costos de la mano de obra, materiales y equipo necesario para ejecutar el trabajo.

E.20 HORMIGÓN PRECOLADO PARA CANALONES, DUCTOS, TUBOS, BORDILLOS, BLOQUES, ETC.

E.20.1 Generalidades

El Contratista podrá usar hormigón precolado para ciertos conceptos, tales como, tubos, cunetas revestidas de drenaje, ductos, bordillos, bloques, etc. Si el Contratista decide usar estos artículos, éstos pueden ser comprados a un fabricante reconocido o pueden ser precolados por el Contratista en el Sitio. Si estos artículos son comprados, ellos deberán cumplir con las Normas Industriales Japonesas (Japanese Industrial Standards) aplicables, tales como JIS A 5302-1975 o equivalente aprobado para tubo de hormigón. Si el Contratista decide precolar los artículos en el Sitio, deberá someter todos los detalles completos relacionados con éstos a la Fiscalización para su aprobación, por lo menos cuarenta y dos (42) días antes de comenzar la fabricación de las unidades precoladas.

Estos detalles deberán incluir tamaño de agregado, mezcla de hormigón, acero de refuerzo, encofrado, colocación, acabado, curado, manejo, transporte, almacenaje, erección, etc. Después de recibir estos detalles, la Fiscalización los revisará y, si fuera necesario dejará que el Contratista los modifique hasta que se encuentre que son satisfactorios y entonces ellos serán aprobados como Especificaciones e incorporadas aquí. Todas las unidades de hormigón precolado fabricadas por el Contratista deberán cumplir con las Especificaciones aprobadas.

E.20.2 Medición y Pago

- (1) La medición y pago por tubos, canalones y ductos de hormigón precolado no se hará separadamente, sino que el costo deberá ser incluido en los conceptos de trabajo correspondientes, tales como instalación de canalones de drenaje y tubos, ducto de cable, etc., como se estipula en la Sección F: Drenaje y otras Secciones.
- (2) La medición para pagos, bordillos, bloques de borde, piletas y tapaderas de hormigón precolado deberá ser hecha en base al volumen de hormigón precolado en metros cúbicos realmente hecho, como se muestre en los planos o como lo ordene la Fiscalización.

El pago por bordillos, bloques de borde, piletas y tapaderas de hormigón precolado será hecho al precio unitario por metro cúbico ofertado en la Tabla de Cantidades de Obra. El precio unitario deberá incluir los costos de toda la mano de obra, cemento, agregados, barras de refuerzo, aditivos, todos los materiales necesarios, equipo, instalación y otros trabajos necesarios para completar la obra.

E.21 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y CONTRACCIÓN

E.21.1 Juntas de Construcción

Se definen como juntas de construcción a las superficies de hormigón, sobre o contra las cuales va a ser colocado el hormigón y a las que será adherido un hormigón nuevo, que se han vuelto tan rígidas que el hormigón nuevo puede ser incorporado íntegramente con el colocado previamente.

Las juntas mostradas en los planos con líneas sólidas o líneas entrecortadas como juntas de construcción obligatorias no deberán ser alteradas y no se deberá colocar hormigón contra la junta, por lo menos en 3 días para secciones hasta de 90 cm de espesor y en 7 días donde el espesor excede 90 cm, a menos que de otra manera sea aprobado por la Fiscalización. La

secuencia de colocación en juntas de construcción obligatorias mostradas en los Planos no deberá ser variada a menos que así lo ordene la Fiscalización.

Bajo la aprobación de la Fiscalización, el Contratista puede variar la ubicación de otros tipos de juntas de construcción que no tengan una ubicación obligatoria, y la secuencia de la colocación de hormigón donde se muestre en los planos, con la condición de que el Contratista deberá hacer todos los ajustes necesarios de refuerzo a satisfacción de la Fiscalización y a expensas del Contratista.

Además de las juntas de construcción mostradas en los planos, el Contratista deberá preparar sus propios planos mostrando la ubicación de las juntas de construcción que él desee hacer incluyendo la secuencia de la colocación de hormigón. El refuerzo necesario también deberá detallarse en sus planos, de manera que se ajuste a tales juntas. Si es aprobado por la Fiscalización, todo el trabajo necesario relacionado a esto deberá ser hecho sin ningún costo adicional para el Contratante.

Las juntas de construcción deberán ser aproximadamente horizontales o verticales, a menos que de otra manera se muestre en los planos o lo prescriba la Fiscalización, y se les deberá dar la forma prescrita con el uso de formaletas, donde sea requerido, o por otros medios que asegurarán una junta conveniente con trabajos subsiguientes. A menos que de otro modo se muestre en los planos, no será requerido endentado en las juntas de construcción. Todas las intersecciones de juntas de construcción, con superficies de hormigón que estarán expuestas a la vista, deberán ser hechas rectas y niveladas o aplomadas.

Las superficies de las juntas de construcción deberán estar limpias y húmedas cuando sean cubiertas con hormigón o mortero fresco. La limpieza deberá consistir en quitar toda lechada, hormigón suelto o defectuoso, capas, arena, compuestos de sellado si fueron usados, y otros materiales extraños. Las superficies de todas las juntas de construcción deberán picarse y luego lavarse totalmente. El picado y el lavado deberán ejecutarse en la última oportunidad, previo a la colocación del hormigón. Las superficies de todas las juntas de construcción, incluyendo las superficies de los boquetes, deberán lavarse totalmente con chorros de aire-agua inmediatamente, previo a la colocación de hormigón adyacente. Todos los charcos de agua deberán quitarse de las superficies de las juntas de construcción, antes de colocar el hormigón nuevo.

E.21.2 Juntas de Contracción

Las juntas de contracción deberán localizarse y construirse como se muestra en los planos o como lo ordene la Fiscalización. Las juntas deberán hacerse formando el hormigón en un

lado de la junta y permitiéndole que fragüe antes de colocar hormigón en el otro lado de la junta. La superficie del hormigón que se colocó primero en la junta de contracción deberá limpiarse y luego cubrirse con un compuesto de curado para interrumpir la adherencia antes de colocar hormigón en el otro lado de la junta.

E.21.3 Medición y Pago

No se efectuará medición o pago para juntas de construcción y juntas de contracción.

El costo de las juntas de construcción deberá incluirse en los precios unitarios ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para el hormigón que requiere dichas juntas.

El costo de las juntas de contracción deberá incluirse en los precios unitarios por metro cúbico ofertados en la Tabla de Cantidades de Obra para el hormigón correspondiente que requiere dichas juntas, excepto que el pago por encofrado, tapajuntas, revetimiento bituminoso y relleno de juntas como sean requeridos, será hecho como está previsto en el subpárrafo E.13.8, y el párrafo E.22, E.24 y E.25, respectivamente.

E.22 TAPAJUNTAS

E.22.1 Generalidades

Los tapajuntas Tipo B (200 mm de ancho) deberán ser suministrados por el Contratista y colocados en tales posiciones como se muestra en los planos o como lo ordene la Fiscalización. Las tapajuntas deberán ser de un material plástico que cumpla con los requisitos de JIS K 6773 o equivalente aprobado, como se muestra en los planos y deberá estar sujeto a la aprobación de la Fiscalización.

Para las tiras de tapajuntas que van a estar colocadas en juntas de contracción, se requerirá una atención suficiente para asegurar que están totalmente embebida sin ningún daño. Deberá tenerse un cuidado particular para obtener un relleno perfecto de hormigón abajo de la tira. En el vértigo del hormigón, debajo del tapajunta, en estos puntos críticos, el hormigón deberá ser bien vibrado, de manera que fluya en una dirección cercanamente paralela a la junta. También, el tapajunta debería vibrarse si es suficientemente pesado para soportar la vibración sin distorsión o desplazamiento.

E.22.2 Juntas de Tapajuntas

El número de juntas en los tapajuntas deberá ser minimizado tanto como sea posible, y todas las juntas y dobleces deberán hacerse como se muestra en los planos o como lo apruebe la Fiscalización. El número de juntas rectas de campo deberá ser minimizado y todas las juntas en "T", "X" y "L" deberán ser producidas en fábrica o preparadas en el taller de campo del Contratista a satisfacción de la Fiscalización. El equipo usado para hacer juntas de campo en tapajuntas de cloruro de polivinilo deberá ser suministrado por el Contratista y deberá ser como lo apruebe la Fiscalización.

Todas las juntas deberán ser hechas con un aparato controlado por temperatura, como lo especifique el fabricante, y de tal manera que se asegure:

- (a) que el material no sea dañado por el calor, sellando o por la aplicación de materiales cementantes.
- (b) que los empalmes tengan una resistencia a la tensión no menor de 80% de la requerida para el material especificado;
- (c) que el empalme sea impermeable; y
- (d) que las pestañas y el botón central, donde sea aplicable, coincidan exactamente y sean continuos.

E.22.3 Almacenamiento e Instalación

Todo tapajunta deberá almacenarse en un lugar tan fresco como sea posible y en ningún caso los tapajuntas deberán almacenarse al aire libre o estar expuestos a los rayos directos del sol. Todo tapajunta deberá almacenarse de manera que se permita la libre circulación de aire alrededor de él.

El Contratista deberá proveer soportes y protección convenientes durante el progreso del trabajo para proteger al tapajunta de daños, deterioro o alabeo.

El tapajunta deberá instalarse con anchos del material embebido en el hormigón, en cada lado de la junta. El hormigón deberá ser colocado y vibrado cuidadosamente alrededor del tapajunta para asegurar una adherencia completa entre el hormigón y todas las áreas embebidas del tapajunta. Después de la instalación y antes de embeberle en el hormigón, el tapajunta deberá protegerse de los rayos directos del sol.

Los tapajuntas deberán tener rigidez suficiente, de manera que permanezcan en su posición correcta durante el colado. El tipo deberá adaptarse a la ubicación particular en la estructura en la cual el tapajunta será colocado y el patrón deberá ser tal que el hormigón pueda ser colocado a todo su alrededor con consolidación completa y sin vacíos o hendiduras. Los tapajuntas usados en cada ubicación, deberán incluir por lo menos una tira de clavado localizada de tal forma que la eficiencia del sellado no sea deteriorada, y deberá tener un espesor mínimo de 5 mm; y deberá ser como lo apruebe la Fiscalización. El ancho del sellado deberá estar dentro de una tolerancia de 12 mm del ancho nominal excluyendo la tira de clavado.

E.22.4 Medición y Pago

La medición, para el pago, del suministro y colocación de los tapajuntas será hecho en base a la longitud de los tapajuntas colocados sin concesiones hechas por traslapes en los empalmes, junta e intersecciones. Los tapajuntas instalados por el Contratista en juntas de construcción, en otros lugares que no sean los mostrados en los planos o los ordenados por la Fiscalización, no serán medidos para pago.

El pago por el suministro y colocación de tapajuntas será hecho a los precios unitarios aplicables por metro lineal ofertados para esto en la Tabla de Cantidades de Obra, estos precios unitarios deberán incluir el costo de suministrar todos los materiales, mano de obra y equipo necesario para ejecutar el trabajo.

E.23 COJINES ELASTOMÉRICOS DE APOYO PARA PUENTE

E.23.1 Generalidades

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los cojines elastoméricos para el apoyo del puente, como se muestra en los planos y en otras partes ordenados por la Fiscalización. Los materiales usados para los cojines elastoméricos de apoyo y los métodos aplicados deberán cumplir con las Especificaciones de este párrafo.

E.23.2 Cojines Elastoméricos de Apoyo

Los cojines elastoméricos de apoyo, los cuales están sujetos a la aprobación de la Fiscalización, deberán ser cojines no laminados fundidos en moldes bajo presión y calor. Las placas de acero inoxidable deberán adherirse a los cojines elastoméricos en las superficies superior e inferior. La variación en espesor de los cojines elastoméricos de

apoyo, midiendo dos puntos cualquiera, no deberá exceder 0.8 mm. Los cojines deberán instalarse dentro de 12 meses de la fecha de fabricación.

El Contratista deberá someter para aprobación de la Fiscalización, cincuenta y seis (56) días antes de su utilización, los detalles del método propuesto de fabricación y especímenes para prueba de los cojines elastoméricos de apoyo. Los cojines deberán tener las siguientes propiedades físicas.

Dureza, ASTM D 1415, I.R.H.D.	70 ± 5 ó 60 ± 5 ó 50 ± 5 como se ordene
Resistencia a la tensión, ASTM D 412, mínimo	140 kgf/cm ²
Elongación a la rotura, porcentaje mínimo.	300 para dureza 70 400 para dureza 60 500 para dureza 50
Prueba al desgarre, ASTM D 624-Die "C", mínimo	45 kgf/cm ²
Prueba de compresión, ASTM D 395, 24 + 0 hrs a 70°C -Método B, -2, bajo deflexión constante, porcentaje máximo.	25%
Rigidez a Baja Temperatura, ASTM D 1053, a -40°C, máximo.	700 kgf/cm ²
Frageado a los 14 días a 70°C, ASTM D 573	
-Dureza, punto de cambio, máximo	0 a +15
-Resistencia a la tensión, cambio %, máximo	± 15
-Elongación a la rotura, cambio %, máximo	- 40
Resistencia al Oxono, ASTM D 1149 1 p.p.m. de oxono en aire por volumen, 100 horas, 20% deformación a 40 ± 1°C	sin grieta

El Contratista deberá almacenar los cojines elastoméricos de apoyo, en una manera que prevenga deterioro, como sea aprobado por la Fiscalización.

E.23.3 Medición y Pago

La medición, para el pago, del suministro e instalación de cojines elastoméricos de apoyo será hecha del número de los cojines y placas colocadas como son mostradas en los planos u ordenadas por la Fiscalización.

El pago por el suministro e instalación de cojines elastoméricos de apoyo será hecho a los precios unitarios por número, ofertados para esto en la Tabla de Cantidades de Obra, estos precios unitarios deberán incluir el costo de toda la mano de obra, materiales y equipo requerido por estas Especificaciones.

E.24 RELLENO DE JUNTAS Y SELLADOR DE JUNTAS

E.24.1 Relleno de Juntas

El contratista deberá colocar un relleno elástico de juntas donde se muestre en los Planos o donde lo indique la Fiscalización. El relleno elástico de juntas deberá ser de material de poliestireno expandible que satisfaga los requerimientos ASTM 2125, Clase 1, Grado 15, o equivalente aprobado y deberá tener un espesor suficiente para cubrir todos los vacíos. El Contratista deberá cortar y fabricar los rellenos de juntas para que se acomoden alrededor de todas las aberturas como se muestra en los Planos o según lo que indique la Fiscalización.

E.24.2 Sellado de Juntas si se requiere

Los selladores de juntas deberán ser utilizados en las juntas estructurales del hormigón o como se muestra en los Planos o según indicaciones de la Fiscalización, para asegurarse que las juntas son a prueba de agua.

El material del sellador de juntas deberá ser de polisulfuro, resinas epóxicas o equivalente aprobado por la Fiscalización. La composición del sellador deberá ser durable y a prueba de agua por contracciones y expansiones del espacio de la junta, de variaciones químicas y de cargas que se encuentren durante y después de la finalización del trabajo.

El Contratista deberá proponer el material, diseño estructural y procedimiento de construcción del sellado de la junta, por lo menos ochenta y cuatro (84) días antes de comenzar el trabajo, para su aprobación por la Fiscalización.