

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ITEM: HORMIGON PREMEZCLADO SIMPLE H21

UNIDAD: m3

CODIGO: GM-EST-HOR-0042



1.- DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere a la provisión y vaciado de hormigón premezclado en planta dosificadora - premezcladora, y uso de bomba de impulsión con las respectivas tuberías móviles y flexibles, que permitan llegar hasta los sectores donde se ejecutarán los vaciados, tendrá una resistencia característica en compresión a los 28 días de 210 kg/cm². El trabajo irá de acuerdo a la descripción de los planos y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

MATERIALES:

- CLAVOS
- Hº PREMEZCLADO H21 + BOMBA
- MADERA PARA CONSTRUCCION (3 USOS)

EQUIPO Y MAQUINARIA:

Sin embargo, el listado precedente no puede ser considerado restrictivo o limitativo en cuanto a la provisión de cualquier otro material, herramienta y/o equipo adicional necesario para la correcta ejecución y culminación de los trabajos. En todo caso, el empleo de insumos adicionales a los señalados en la propuesta y que resultasen necesarios durante el periodo de ejecución de la obra, correrán por cuenta del Contratista a fin de que se garantice que los trabajos sean ejecutados y culminado de manera adecuada y a satisfacción de la Supervisión de Obra, aclarando que este aspecto no implicará en ningún caso un costo adicional para la Entidad.

HORMIGÓN PREMEZCLADO

- El cemento será tipo IP-30 y debe cumplir con lo indicado Norma Boliviana NB 011:2012
- El hormigón premezclado deberá cumplir con la Norma internacional C 94/C 94M.

El hormigón premezclado será dosificado automáticamente, mediante un sistema que permite prepararlo de acuerdo a las condiciones que la obra lo requiera.

Posteriormente, es cargado en los camiones mezcladores y transportado hasta la obra, garantizando así la homogeneidad de la mezcla y la resistencia a los esfuerzos requeridos.

MODO DE ENTREGA	TIPO DE HORMIGÓN	TM" DEL AGREGADO [mm]	ASENTAMIENTO REFERENCIAL [cm]
Bombeado (HB)	H 21	20	>10

Ejemplo de planilla de codificación de producto

Nota: Tolerancia de ± 2 en el asentamiento. En obra se pueden conseguir asentamientos mayores de acuerdo a requerimiento, con el uso de aditivos Composición básica:

INSUMO	TIPO
Agregado Fino	Arena #4
Agregado Grueso	¾" - 1" - 1½"
Cemento	IP - 40: IP - 30
Agua	-

Ejemplo de planilla de materiales

El hormigón premezclado debe estar elaborado con el tamaño máximo nominal de agregado, asentamiento y aire incorporado, solicitado de acuerdo al tipo de estructura. El hormigón premezclado deberá ser homogéneo, cohesivo en estado plástico y más durable en estado endurecido; de resistencia característica a los 28 días de

21 MPa.

La calidad del hormigón será de entera responsabilidad del Contratista, no pudiendo delegar la responsabilidad a terceros por los hormigones que no lleguen a la resistencia de 210 Kg/cm².

Como control de calidad del hormigón se deberán tomar muestras (probetas y medición de asentamiento) a pie de obra no a la salida del mixer. Este muestreo y medición es independiente del que realice la empresa proveedora del hormigón.

BOMBAS, TUBERÍAS Y SISTEMA DE VACIADO – ACCESORIOS

Para la distribución del hormigón se usarán bombas y tuberías de la capacidad y longitud necesarias para llegar a los lugares donde se realice el vaciado. El criterio de bombeo y las distancias donde se aplicará el hormigón, se deberán evaluar de acuerdo al proyecto, no siendo estos un factor que influya o modifique el costo del ítem. Asimismo, el sistema de vaciado deberá garantizar que la mezcla no se segregue.

Normas que deben tomarse en cuenta:

Todo aquello que no se menciona explícitamente en estas especificaciones técnicas con respecto al hormigón, pero que sea necesario para la completa realización de los trabajos, se debe consultar las siguientes normas:

- CBH 87 Norma Boliviana del Hormigón Armado
- ASTM C94/C 94M Especificaciones normalizadas para el hormigón premezclado

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Además, de las instrucciones que el Supervisor de Obra pueda dar relativas a las condiciones y forma en que deben ejecutarse los trabajos para la realización de este ítem, el Contratista deberá tener presente en todo momento las presentes especificaciones técnicas las cuales son de carácter general, no limitativas ni restrictivas. Por lo tanto, todo aquello que no se menciona explícitamente en estas especificaciones técnicas, pero que sea necesario para la completa realización de los trabajos, será provisto e implementado conforme se pueda coordinar.

Encofrados

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos u otro material lo suficientemente rígido, de acuerdo a la aprobación del Supervisor; los cuales deberán poseer la suficiente estanquidad para impedir pérdidas apreciables de lechada durante el hormigonado, teniendo en cuenta el método de compactación que vaya a utilizarse. La ejecución debe realizarse por personal competente.

En el caso de hormigón a la vista se utilizará aglomerado fenólico, siempre que en los planos no se especifique un material y/o disposición especial. El Contratista deberá presentar con anticipación (mínimo de 15 días) a su uso en obra, un cálculo y detalles de los encofrados a utilizar. Se emplearán maderas sanas, perfectamente planas y rectas. Los cantos serán vivos, de manera que el encofrado no presente separaciones entre tablas.

Tendrán las formas, dimensiones y estabilidad necesarias para resistir el peso del vaciado, personal y esfuerzos por el vibrado del hormigón durante el vaciado; asimismo, deberán soportar los esfuerzos debidos a la acción del viento.

Deberán ser montados de tal manera tengan la resistencia, estabilidad, forma y rigidez necesarias para no sufrir hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales y asegurar de tal modo que las dimensiones resultantes de las piezas estructurales sean la prevista en los planos de encofrado salvo las tolerancias que autorice expresamente el Supervisor de Obra. Para ello, se adoptarán las medidas oportunas que eviten la formación de fisuras en los parámetros de las piezas.

Los planos y cálculos correspondientes formarán parte de los documentos de obra, y tanto éstos como su construcción son de total responsabilidad del Contratista.

Cada encofrado deberá ser inspeccionado por el Supervisor de Obra, por lo que el Contratista recabará su aprobación con la debida anticipación.

Los encofrados deben ser esencial y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero, deberán estar adecuadamente arriostrados entre sí de tal manera que conserven su posición y forma. Aberturas menores a 3 mm se cierran al humedecer el encofrado; de 4 a 10 mm puede cerrarse con tapones hechos de bolsas de cemento humedecidas; otras oberturas mayores a 10 mm ameritarán el rechazo del encofrado.

Queda terminantemente prohibido al Contratista proceder al hormigonado sin tener la autorización expresa del Supervisor de Obra.

Cuando el Supervisor de Obra compruebe que los encofrados presentan defectos, interrumpirá las operaciones de vaciado hasta que las deficiencias sean corregidas.

Como medida previa a la colocación del hormigón se procederá a la limpieza y humedecimiento de los encofrados, no debiendo quedar películas de agua sobre la superficie. Los encofrados y moldes de madera, se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que permita su libre entumecimiento (expansión) sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

El número máximo de usos del encofrado se obtendrá del Análisis de Precios Unitarios. Si se prevén varios usos de los encofrados, estos deberán limpiarse y repararse perfectamente antes de su nuevo uso, debiendo el Contratista disponer del material que ya no podrá ser utilizado, de acuerdo a instrucciones del Supervisor.

Deberán preverse todos los pasos de cañerías y accesorios, así como canaletas para instalaciones mecánicas. Por ello el Contratista deberá coordinar su trabajo con los respectivos Contratistas de Instalaciones diversas, de acuerdo con lo establecido más adelante, de manera de poder ubicar exactamente los tacos, cajones, etc., para dichos pasos.

Al construir el encofrado se tendrá en cuenta que al desarmar es necesario dejar algunos puntales (soportes de seguridad) sin tocar.

El hormigón a utilizarse tendrá resistencia característica en compresión a los 28 días de 210 Kg/cm², será premezclado en camión hormigonero y dosificado en planta.

HORMIGÓN PREMEZCLADO

Al ser un ítem referido a la implementación de HORMIGÓN PREMEZCLADO, no se aceptará la elaboración de hormigones vaciados in situ, salvo que el mismo sirva para complementar por emergencia algunos sectores que estructuralmente no tengan importancia y su volumen no sobrepasará los 2 m³.

El hormigón premezclado será elaborado en planta bajo los parámetros y normas de control de calidad antes mencionado la dosificación de los materiales.

Como referencia, no limitativa describe las siguientes características de los materiales que conforman el hormigón premezclado.

TABLA A1.1

Material	Peso SSS (kg)	Peso Natural (kg)	Humedad (%)	Absorción (%)	Tamiz 200 (%)
Arena	1099	1095	1.88%	2.32%	3.22%
Grava 3/4"	864	869	1.68%	1.04%	0.13%
Cemento 1P40	280	280	-	-	-
Agua	180	179	-	-	-
Sikaplast 306	2.52	2.52	-	-	-
TM-12	0.28	0.28	-	-	-
Relación A/C	0.64	0.64	-	-	-

- Tamaño máximo del árido: 20 mm.
- Resistencia a Compresión ≥ 21 Mpa (28 días)
- Consistencia: 20 ± 4.0 cm

El hormigón debe quedar totalmente mezclado y ser de consistencia uniforme. Al descargarlo debe satisfacer al menos 5 de los 6 requisitos señalados en la Tabla A1.1.

Consistencia del hormigón

Se deberá realizar los ensayos de consistencia "Cono de Abrams" con la metodología y equipos según las dimensiones y procedimientos del ensayo, mismos que están detallados en las recomendaciones de la ASTM 143C, la frecuencia de los ensayos deberá ser determinada por el Supervisor de Obra.

La consistencia del hormigón será la necesaria y suficiente para que, con los medios de colocación disponibles, el hormigón se deforme plásticamente en forma rápida, permitiendo un llenado completo de los encofrados, especialmente en los ángulos y rincones de los mismos, envolviendo perfectamente las armaduras sin solución de continuidad y asegurando una perfecta adherencia entre las barras (si las hubiera) y el hormigón. Ello deberá conseguirse sin que se produzca la segregación de los materiales sólidos, ni se acumule un exceso de agua libre, ni de lechada sobre la superficie del hormigón. Como regla general el hormigón se colocará con el menor asentamiento posible que permita cumplir con las condiciones enunciadas.

La fabricación y puesta en obra de estos hormigones, deberá realizarse según reglas específicas. Las distintas consistencias y los valores límites de los asentamientos correspondientes, medidos en el cono de Abrams de acuerdo con el método del ensayo indicando en la norma CBH 87; asimismo en función a asentamiento especificado en los ensayos de dosificación de laboratorio, se podrá asumir la siguiente tabla para la aceptación de los asentamientos medidos en obra:

Consistencia	Asentamiento, en cm	Tolerancia, en cm
Seca	0 – 2	0
Plástica	3 – 5	± 1
Blanda	6 – 9	± 1
Fluida	10 - 15	± 2

La consistencia del hormigón utilizado será la que determine el proyecto, con la tolerancia antes indicada. Los requerimientos para la resistencia a la compresión serán determinados con muestras tomadas de la unidad de transporte en el punto de descarga y evaluados de acuerdo con la Sección 17 de la norma ASTM C 94/C 94M.

A menos que se especifique algo diferente, la edad del hormigón al momento del ensayo debe ser de 28 días.

Transporte

El hormigón deberá transportarse al lugar de su colocación, en camiones hormigoneros (tipo mixer), asegurando la conservación del hormigón durante prolongado tiempo y largas distancias.

Es necesario conocer los cuidados especiales que se deben tener en cuenta en el proceso de la colocación del concreto para no afectar la homogeneidad alcanzada durante el mezclado y lograr los resultados esperados.

El suministro del hormigón deberá regularse de modo que el hormigonado se realice constantemente, salvo que sea retardado por las operaciones propias de su colocación. Los intervalos entre las entregas de hormigón por los camiones a la obra, deberán ser tales que no permitan el endurecimiento parcial del hormigón ya colocado y en ningún caso deberán exceder de 90 minutos o según se especifique por el tipo de aditivo a emplear.

Se deberá evitar que la mezcla llegue a fraguar de modo que impida o dificulte su puesta en obra. Por ello, el transporte de la mezcla, desde la planta de hormigón hasta el frente, se debe realizar con la velocidad de rotación adecuada. Un exceso de velocidad durante un tiempo continuado lleva a que la mezcla pierda trabajabilidad; por ello, es recomendable bajar las rpm durante el transporte.

A menos que el Supervisor de Obra lo autorice por escrito, el camión mezclador dotado de hormigonera deberá estar equipado con un tambor giratorio, impermeable y ser capaz de transportar y descargar el hormigón sin producir segregación.

La velocidad del tambor no será menor de dos ni mayor de seis revoluciones por minuto. El volumen del hormigón no deberá exceder el régimen fijado por el fabricante.

Durante este intervalo la mezcla deberá revolverse constantemente, ya que no será permitido que el hormigón permanezca en reposo, antes de su colocación, por un tiempo superior a 30 minutos. En ningún caso se debe añadir agua a la mezcla para hacerla más trabajable. Antes de descargar el hormigón en la obra, el Proveedor debe proporcionar al Contratista, y éste a su vez al Supervisor de Obra, un comprobante impreso, estampado o escrito, con la siguiente información, misma que no es limitativa pudiendo adoptarse otros formatos que permitan identificar claramente la mezcla a emplear y su ubicación para el rastreo:

- Nombre de la empresa premezcladora (proveedor) y planta de mezclado o número de planta de mezclado
- Número de serie del comprobante
- Fecha
- Número del camión
- Nombre del comprador
- Designación específica de la obra (nombre y ubicación)
- Clase o designación específica del hormigón, en conformidad con las especificaciones de la obra
- Cantidad de hormigón en metros cúbicos
- Hora en que fue cargado el camión o de la primera mezcla del cemento con los áridos
- Agua agregada por el receptor del hormigón y sus iniciales

Otra información adicional, a requerimiento del Supervisor de Obra y si así lo requieran las especificaciones de la obra, que debe ser proporcionada cuando sea solicitada:

- Lectura del marcador de revoluciones, en la primera adición de agua
- Tipo, marca y cantidad de cemento
- Clase, marca y cantidad de ceniza volante de carbón, o puzolana natural en bruto o calcinada, si corresponde
- Grado, marca y cantidad de escoria granulada de alto horno, si corresponde
- Tipo, marca y cantidad de vapor de sílice, si corresponde
- Tipo, marca y cantidad de aditivos
- Tipo, marca y cantidad de fibra de refuerzo, si corresponde
- Fuente y cantidad de toda el agua o lechada reciclada, medida o pesada
- Información necesaria para calcular el agua total de mezclado
- Tamaño máximo de los áridos
- Masa (cantidad) de áridos finos y gruesos
- Componentes certificados, como se aprobaron anteriormente
- Firma o iniciales del representante de la planta premezcladora

Distribución por Bombeo

Se aplicará el bombeo para poder realizar la optimización de tiempos de ejecución de la obra, permitiendo la distribución del hormigón aún a sectores conflictivos por su accesibilidad a los camiones mixer.

Las bombas impulsoras de hormigón permitirán transportar desde la ubicación más accesible por los mixers hasta el lugar de vaciado, en distancia, altura y profundidad de acuerdo a las necesidades del proyecto.

El camión Mixer irá vertiendo el hormigón en la tolva posterior del Camión bomba lanza y este a su vez transportará por un tubo hasta el lugar donde es necesario colocarlo.

Antes de iniciar la operación de bombeo, el interior de la tubería deberá lubricarse o cebarse con lechada. Dependiendo de la naturaleza del material utilizado para la lubricación, este podrá o no emplearse en la colocación. Una vez que inicia el flujo de concreto a través de la tubería, la lubricación se mantendrá mientras el bombeo continúe con un diseño de mezcla adecuado y consistente.

En el caso de la utilización de planchas metálicas, estas deberán ser necesariamente de acero y otro material que no afecte la composición del hormigón.

Consideraciones para el uso de equipo de bombeo para la colocación de concreto

La planeación previa y la preparación deberán abarcar lo siguiente:

- Notificar al Proveedor que el concreto se colocará mediante equipo de bombeo, y verificar que éste haya tomado las medidas apropiadas para producir y suministrar con la tasa y cantidad necesaria, que el concreto haya sido adecuadamente dosificado para el bombeo y que cumpla con las especificaciones del proyecto u otros requerimientos.
- Establecer la distancia a la que el concreto se va a bombear (horizontalmente, verticalmente y en pendiente), y el máximo ritmo de colocación requerido, de modo que se tenga el equipo de bombeo con la capacidad y tamaño apropiado.
- Establecer el tiempo que tardará la instalación del equipo de bombeo y la tubería requerida, incluyendo el suministro del material y la disponibilidad de la mano de obra necesaria para ensamblarla.
- Acordar con el operador del equipo de bombeo y la cuadrilla de colocación la secuencia de colocación, el volumen total que se va a colocar, ubicación del equipo de bombeo tan cerca al área de vaciado como sea práctico y el acceso necesario para facilitar que dos camiones mezcladores (Mixers) descarguen al mismo tiempo en la tolva receptora del equipo de bombeo. Considerar dos camiones (o más dependiendo del volumen a vaciar) es importante para garantizar un flujo constante de concreto al equipo de bombeo y permitir el mezclado del último concreto descargado del primer camión – el cual generalmente tiene un porcentaje mayor de tamaños más grandes de agregado grueso- con el concreto del segundo camión.
- Acuerdo sobre quien será el responsable de proveer la lechada para cebar la tubería.
- Preparativos para descargar y limpiar el equipo de bombeo y la línea de tubos cuando termine la colocación. Frecuentemente la mejor disposición es instalar el sistema de tuberías de modo que el concreto remanente en la tolva del equipo de bombeo y en la tubería se pueda descargar en un camión premezclado.
- El operario de la bomba y la cuadrilla de colocación deberán estar familiarizados con las señales estandarizadas. Cuando las señales visuales no son prácticas, se deberá proporcionar comunicación por teléfono o por radio.

Ductos

Previo al vaciado se deberá tener especial cuidado en realizar el correcto colocado de ductos eléctricos, desagües y de agua potable.

No se aceptará el picado posterior para el colocado de ductos (actividades que se realizará con los ítems correspondientes).

Limpieza y mojado

Una vez concluida la colocación de las armaduras, de las instalaciones eléctricas, etc., se deberá limpiar todo residuo de tierra, yeso, cal y otras impurezas que eviten la adherencia entre la armadura y el vaciado del hormigón.

Vaciado

No se procederá al vaciado de los elementos estructurales sin antes contar con la autorización del Supervisor de Obra y sin que éste no haya verificado previamente la correcta ejecución de todas las actividades preliminares al vaciado, vale decir, nivelación y ubicación de ejes de replanteo, las dimensiones de la pieza, niveles, alineación y aplomado de los encofrados, las armaduras y complementos (estabilidad, control de dimensiones que se desean obtener, plomada), apuntalamiento de cimbras y encofrados, control de niveles de acabado y de todas aquellas que juzgue necesarias, antes de autorizar el vaciado del hormigón. Dicha autorización no exime al Contratista de su total responsabilidad en lo que se refiere a la ejecución de la estructura.

No se comenzará con las tareas de hormigonado sin la presencia del Supervisor de Obra o de un representante de la misma, para lo cual el Contratista notificará a la Supervisión de Obra, con una anticipación mínima de 48 horas, el lugar y el momento en que se colocará el hormigón. Solamente en presencia de la Supervisión de Obra o de las personas por ella designadas podrá procederse a la colocación del hormigón.

No se colocará el hormigón cuando las condiciones del tiempo sean, en opinión de la Supervisión de Obra, demasiado severas como para no permitir su colocación adecuada y un proceso normal de fragüe. Si el hormigón hubiera sido colocado sin conocimiento y aprobación previos de la Supervisión de Obra, ésta podrá ordenar su demolición y sustitución por cuenta del Contratista.

Como regla general, la interrupción de las operaciones de hormigonado será evitada en todo lo que sea posible.

El hormigonado se realizará a través del sistema de bombeo con tuberías móviles y flexibles que permitan bajar por el interior de la armadura en tramos de tubos acoplables y roscados, así mismo se podrá utilizar ventanas en el encofrado, a fin de evitar la segregación del hormigón, pero por ningún motivo se permitirá el vaciado directo desde la cota superior. Se indica el método de vaciado, sin embargo, no es limitativo. Los equipos corresponden al equipo mínimo con los que debe contar la empresa, por lo que deben estar incluidos dentro de los costos indirectos del ítem.

Una vez iniciado el vaciado del hormigón, este debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites.

El vaciado del hormigón se realizará de acuerdo a un plan de trabajo organizado, teniendo en cuenta que el hormigón correspondiente a un elemento estructural debe ser vaciado en forma continua.

No debe utilizarse hormigón al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.

La temperatura de vaciado no será inferior a + 5°C.

No podrá efectuarse el vaciado durante la lluvia.

La velocidad de colocado será la suficiente para garantizar que el hormigón se mantenga plástico en todo momento.

No se podrá verter el hormigón libremente desde alturas superiores a 1.50 m.

El hormigón será introducido al lugar de su colocación, mediante un conducto vertical recto, metálico, cilíndrico u otro que no afecte la composición del hormigón, de los diámetros necesarios para bajar por el interior de las

armaduras. Dicho conducto estará constituido por secciones roscadas o unidas por sistemas de grapas, pero en todos los casos, serán estacas.

Los medios para sostenerlo verticalmente deberán permitir el libre movimiento del conducto sobre cualquier punto de la superficie que ocupará el hormigón.

Así mismo estos medios deberán permitir subir y bajar el conducto o tubería cuando resulte necesario para iniciar el descenso del hormigón.

Antes de iniciar las operaciones de colocación del hormigón, el extremo de descarga de la tolva deberá encontrarse cerrado en forma tal de impedir totalmente el ingreso de agua a su interior. Esta última condición deberá cumplirse en todo momento de la operación. Al efecto, el conducto será mantenido constantemente lleno de hormigón hasta la parte inferior de la tolva; además, una vez iniciada la descarga.

El extremo inferior del conducto se mantendrá constantemente sumergido en el hormigón recién colocado. Una vez llena de hormigón la tolva, se procederá a abrir la válvula o quitar el tapón que obtura el extremo de descarga, evitando así el contacto del lodo con el hormigón, y se inducirá el movimiento de la vena de hormigón levantando suavemente el conducto y su extremo de descarga. Desde entonces, éste será mantenido siempre sumergido en el hormigón fresco (aproximadamente 1.00 m). Cuando al mismo tiempo se empleen varias tolvas con tuberías verticales, todas ellas deberán alimentarse con hormigón frecuente y uniformemente. Siendo que la operación se conduzca en forma continua y sin interrupciones hasta terminar la colocación del hormigón.

Durante el hormigonado deberá sondearse periódicamente para constatar el avance del hormigón. Esta operación deberá efectuarse obligatoriamente antes de retirar tramos del conducto de hormigón.

Al finalizar el colado, la temperatura mínima del hormigón en el momento de colocación será mayor que 4°C y la máxima de 35°C.

Preferentemente, durante las operaciones de hormigonado se mantendrá un control permanente, mediante personal especializado, de todas las etapas de estos trabajos y, especialmente, de las características del hormigón, estanqueidad de la tubería, etc.

El hormigón deberá colocarse sin interrupciones para evitar el endurecimiento del hormigón previamente colocado, para lo cual se deberá asegurar la provisión de hormigón elaborado en planta en la cantidad suficiente para producir, sin interrupciones.

Se podrá utilizar bomba para el vaciado, la misma será de características adecuadas, las tuberías que ella utilice no deberán mover los encofrados, ni las armaduras ya aprobadas.

Compactación

La compactación de los hormigones se realizará mediante vibrado mecánico, de manera tal que se eliminen los huecos o burbujas de aire en el interior de la masa, evitando la disgregación de los agregados.

El vibrado será llevado a cabo mediante vibradoras de inmersión y alta frecuencia, que deberán ser manejadas por obreros especializados.

De ninguna manera se permitirá el uso de las vibradoras para el transporte de la mezcla.

En ningún caso se iniciará el vaciado si no se cuenta por lo menos con dos vibradoras en perfecto estado, salvo autorización especial del Supervisor de Obra en libro de órdenes.

La vibradora será introducida en forma vertical, en puntos equidistantes a 45 cm entre sí y durante 5 a 15 segundos para evitar la disgregación.

El vibrado mecánico se completará con un apisonado del hormigón y un golpeteo de los encofrados.

La aplicación de vibradores, no deberá afectar la correcta posición de las armaduras (si las hubiera) dentro de la masa del hormigón, y tratará de evitarse, el contacto con los encofrados.

Una vez alcanzado el tiempo de fraguado inicial se evitará el vibrado de la masa de hormigón.

Juntas

Sólo se permitirán las juntas constructivas y/o de dilatación, que estén especificadas en el proyecto, por lo que el Contratista deberá prever las cantidades de hormigón, logística y tiempos para realizar los vaciados en forma continua hasta la conclusión de la estructura.

Caso contrario, el Contratista, a su costo y sin ningún tipo de compensación y sólo bajo autorización escrita del Supervisor de Obra en el Libro de Órdenes, deberá realizar puentes de adherencia u otros sistemas que garanticen que la estructura trabaje en forma monolítica.

Protección y curado

- Protección: Inmediatamente después del vaciado y durante las primeras horas, el Contratista deberá tomar las medidas para proteger el hormigón recién vaciado contra la lluvia, el viento, sol y en general, contra toda acción perjudicial, mediante barreras, mantas, membranas u otros, a fin de evitar la pérdida de temperatura y el desecado del mismo, manteniéndose a una temperatura superior a 5°C por lo menos, proceso que se extenderá hasta las primeras 96 horas.

- Curado: Todo hormigón deberá ser sometido a un proceso de curado continuado desde la terminación de su colocación y durante el fraguado y primer endurecimiento, se protegerá el hormigón contra la desecación. El tiempo de curado mínimo será de 10 días a partir del momento en que se inició el endurecimiento del hormigón, mediante un riego de entre 3 y 7 veces al día y en especial en horas donde la temperatura ambiente es mayor o se tenga vientos, se humedecerá toda la zona expuesta.

El agua para el curado deberá cumplir los requisitos especificados para el agua utilizada en la elaboración del hormigón.

Durante el tiempo frío, el Contratista deberá tomar las medidas necesarias para curar el hormigón en forma adecuada, sujetas a la aprobación previa de la Supervisión de Obra.

El Contratista también podrá optar por otros medios como láminas impermeables, camas de arena, etc., previa autorización del Supervisor.

Desencofrado

El tiempo de desencofrado se establecerá en función a la resistencia del hormigón, para lo cual se podrán obtener probetas adicionales a las indicadas en el acápite "Frecuencia de ensayos" y las mismas deberán tener

el 75% de la resistencia de diseño (estas probetas no serán parte del análisis estadístico o criterio de aceptación y rechazo, dado que sólo son informativas), caso contrario y de forma referencial se tienen los siguientes criterios, salvo indicación en contrario de la Supervisión de Obra:

- Encofrados laterales de vigas, columnas y muros: 4 días
- Fondos de vigas, piso de losas con vigas dejando puntales de seguridad: 14 días
- Encofrados debajo de losas, dejando puntales de seguridad: 14 días
- Cuerpo del muro: 7 a 14 días

Los encofrados y puntales deben retirarse de tal manera que no afecte negativamente la seguridad, estabilidad o funcionamiento de la estructura.

En el caso de luces y dimensiones considerables, deberán duplicarse los plazos indicados.

La remoción de encofrados se realizará de acuerdo a un plan presentado por el Contratista, dicho plan deberá ser previamente aprobado por el Supervisor de Obra.

Si se utilizan productos para facilitar el desencofrado o desmolde de las piezas, estos no deben dejar rastros sobre los paramentos de hormigón.

Los encofrados se retirarán progresivamente y sin golpes, sacudidas ni vibraciones en la estructura.

El desencofrado final no se realizará hasta que el hormigón alcance la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y pueda resistir su propio peso y al de la carga a que pueda estar sometido durante la construcción, sin que aparezcan en la estructura fisuras o deformaciones peligrosas y excesivas, los esfuerzos a que va a estar sometido durante y después del desencofrado. También deberá evitarse que se produzcan roturas de aristas y vértices de los elementos.

Durante la construcción, queda prohibido aplicar cargas, acumular materiales o maquinaria que signifique un peligro en la estabilidad de la estructura.

El desencofrado requerirá la autorización del Supervisor de Obra, lo que no exenta de responsabilidad al Contratista.

En general los puntales y otros elementos de sostén se retirarán en forma gradual y uniforme de manera que la estructura vaya tomando carga paulatinamente; este requisito será fundamental en aquellos elementos estructurales que en el momento del desencofrado queden sometidos a la carga total de cálculo.

La Supervisión de Obra exigirá en todo momento el cumplimiento de los plazos mínimos de desencofrado que se establecen, para lo cual es imprescindible llevar correctamente el "Registro de Fechas de Hormigonado".

Reparación del hormigón defectuoso

El Supervisor de Obra podrá aceptar ciertas zonas defectuosas siempre que su importancia y magnitud no afecten la resistencia y estabilidad de la obra y en zonas donde las solicitudes sean despreciables.

Los defectos superficiales, serán reparados en forma inmediata al desencofrado, previa autorización por escrito por el Supervisor en el Libro de Órdenes.

El hormigón defectuoso será eliminado en la profundidad necesaria sin afectar la estabilidad de la estructura; las rebabas y protuberancias serán totalmente eliminadas y las superficies desgastadas hasta acondicionarlas.

La mezcla de parchado deberá ser con las proporciones del hormigón que corresponde a la estructura y unidas con aditivos (el aditivo será a costo del Contratista, toda vez que es responsabilidad de él la buena ejecución), hasta obtener una buena terminación a juicio del Supervisor de Obra. El área parchada deberá ser curada de manera idéntica al del hormigón común.

En caso de que, a solo juicio de la Supervisión de Obra, la estructura no admita reparación, deberá ser demolida.

Control de Calidad

El Contratista deberá asegurar que el fabricante del hormigón premezclado, entregue todos los informes de los ensayos realizados a las muestras de hormigón para determinar el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones y remitirlos al Supervisor para efectos de verificación y aprobación de los trabajos.

Desde el punto de vista mecánico, durante la ejecución de la obra, la calidad de hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica de rotura a compresión (σ'_{bk}) sobre probetas cilíndricas normales moldeadas, curadas y ensayadas de acuerdo a lo que establece la norma correspondiente. Así como se realizarán ensayos de control para verificar si las características previstas, que definen la calidad del hormigón, son obtenidas en obra.

La consistencia del hormigón será continuamente vigilada y los ensayos de asentamiento para verificarla se realizarán varias veces al día.

Los ensayos serán por cuenta del Contratista. Sólo en caso que los resultados de dichos ensayos no sean satisfactorios a juicio de la Supervisión de Obra, el Contratista tendrá a su cargo y costo la demolición de las estructuras defectuosas y la reejecución de las mismas.

La consistencia se medirá mediante el ensayo en el cono de Abrams, de acuerdo con el método descrito en la norma CBH 087. Si los resultados de los ensayos no satisfacen las condiciones exigidas, se rechazará la amasada correspondiente y se corregirá la dosificación adoptada.

Ensayos

Todos los materiales de la Obra deberán ser ensayados e inspeccionados durante la construcción, no eximiéndose la responsabilidad del Contratista en caso de encontrarse cualquier defecto en forma posterior. Los costos de ensayos correrán a cuenta del Contratista, debiendo ser considerados dentro sus gastos generales.

Laboratorio

Todos los ensayos se realizarán en un laboratorio especializado y de reconocida solvencia técnica, con equipos calibrados por IBMETRO, que cuente con personal profesional especializado en el área y debidamente aprobado por el Supervisor. En caso de que el Supervisor considere que se debe cambiar de laboratorio de manera objetiva para la obra, el Contratista deberá acceder a dicho cambio.

El acondicionamiento de los materiales, la elaboración del hormigón y el moldeo y preparación para ensayo de las probetas se realizarán de acuerdo a lo establecido en la norma correspondiente. El ensayo a compresión se

realizará de acuerdo a la norma establecida.

CONTROL DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN

Ensayo de probetas a compresión						
	Previos	Característicos	De control	De información		
				Tipo a	Tipo b	Tipo c
Ejecución de probetas	En laboratorio	En obra	En obra	Extraídas del hormigón endurecido	En obra	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Métodos muy diversos
Conservación de probetas	En cámara húmeda	En agua o cámara húmeda	En agua o cámara húmeda		En condiciones análogas a las de la obra	
Tipo de probetas	Cilíndricas de 15 cm x 30 cm	Cilíndricas de 15 cm x 30 cm	Cilíndricas de 15 cm x 30 cm	Cilíndricas o cúbicas, de dimensiones en función del tamaño del árido	Cilíndricas de 15 cm x 30 cm	
Edad de las probetas	28 días	28 días	28 días	Variable		
Número mínimo de probetas	4 x 3 = 12	6 x 3 = 18	CBH 87 (16.5.4.)	Se establecerá en cada caso.		
Obligatoriedad	Preceptivos, salvo experiencia previa	Preceptivos, salvo experiencia previa	Siempre preceptivos	No perceptivos salvo excepción		
Observaciones	Están destinados a establecer la dosificación inicial de obra	Están destinados a sancionar la dosificación definitiva y los medios utilizados en la obra	A veces deben completarse con ensayos de información tipo "a" ó tipo "c"	Están destinados a conocer la resistencia real del hormigón, a una cierta edad y en unas condiciones determinadas		

Ref.: CHB 87

Frecuencia de los ensayos

La resistencia a compresión del hormigón, que se refiere a la amasada y se obtiene a partir de los resultados de ensayos de rotura por compresión, en número igual o superior a dos (2), realizados sobre probetas normalizadas, fabricadas a partir de la amasada, conservadas y ensayadas con arreglo a lo indicado en las normas CBH 87 y ASTM C39, respectivamente.

El Supervisor de Obra podrá instruir la cantidad de probetas y la frecuencia con la que se realizarán las mismas, pudiendo tomarse como referencia no limitativa los siguientes criterios:

- No menor a una muestra (dos probetas) por cada mixer (de 8 o 12 m³), pero no menos a lo establecido en el CBH 87.

- La cantidad mínima de probetas a ensayarse a compresión, por proyecto y tipo de hormigón, cuando la magnitud de la obra así lo exija y a criterio del supervisor, no deberá ser menor a 10 probetas.

Los días de vaciado deberán estar registrados en el libro de órdenes.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos cilindros de 15 cm x 30 cm, hechos de la misma muestra de hormigón y ensayados a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de la resistencia.

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse estrictamente al azar dentro del periodo de colocación, si se pretende evaluar adecuadamente la aceptación del hormigón.

Las tandas de mezclado de donde se van a tomar las muestras no deben seleccionarse en base a la apariencia, conveniencia, u otros criterios sesgados, pues los conceptos estadísticos pierden su validez.

No debe hacerse más de un ensayo de una sola tanda de mezclado y no debe agregarse agua al hormigón una vez que se haya tomado la muestra.

En cuanto a las probetas se debe evitar, desde el mismo momento del moldeado, la evaporación o contacto con otras fuentes de agua, mantener la temperatura de las muestras alrededor de los 16 a 27°C, cubriendo la superficie del hormigón con láminas de material impermeable, proteger inmediatamente (el conjunto del molde y probeta) por todos los lados con arena, aserrín o arpilleras húmedas, dentro de un envase adecuado hasta el desmolde.

El desmolde se realizará cuando las condiciones del endurecimiento del hormigón sean tales que no causen daño a la probeta.

Se desmoldarán las probetas cilíndricas, después de 20 horas, estas serán trasladadas al laboratorio donde serán sumergidas en agua tranquila saturada en cal a una temperatura controlada de 23 ±1.7°C y en condición

de humedad relativa igual o superior a 90%.

Para trasladar las probetas desde la obra hasta el laboratorio, deberán protegerse de golpes que puedan alterar sus aristas, vértices o superficies.

Ensayos de Rotura

Los ensayos de rotura realizados en el laboratorio deberán cumplir los criterios indicados en la ASTM C39.

Muestreo para Determinar la Uniformidad del Hormigón Mezclado en Camiones Mezcladores

El hormigón debe descargarse a la velocidad de operación normal para el mezclador que se vaya a probar.

Se debe tener cuidado de no obstruir o retardar la descarga con una compuerta sin abrir completamente.

Se deben tomar muestras independientes de aproximadamente 0,1 m³ después de haber descargado

aproximadamente el 15% y el 85% de la carga total.

Estas muestras deben obtenerse en un período de tiempo no mayor a 15 minutos.

Las muestras deben almacenarse de acuerdo con la norma ASTM C 172, pero deben mantenerse separadas para que representen partes específicas de la amasada en vez de combinarse para formar una muestra combinada.

Entre muestras, cuando sea necesario mantener el descenso de cono, la mezcladora debe hacerse girar en la dirección de mezclado a velocidad de agitación.

Durante el muestreo, el recipiente debe recibir el chorro de descarga completo del camión.

Debe haber suficiente personal disponible para llevar a cabo rápidamente las pruebas requeridas.

Deben evitarse tiempos de mezclado excesivamente prolongados y generarse la segregación de la mezcla.

Cada muestra debe remezclarse lo mínimo suficiente para asegurar su uniformidad antes de moldear las probetas para cada prueba en particular.

Cuando un camión mezclador se use para transportar hormigón previamente mezclado en su totalidad en una mezcladora estacionaria, toda revolución del tambor deberá ser a la velocidad de agitación designada por el fabricante del equipo.

Las muestras de hormigón deben obtenerse de acuerdo con la norma ASTM C 172, excepto cuando se toman para determinar la uniformidad del descenso de cono dentro de cualquier amasada o carga de hormigón (10.4, 11.3.3, 11.5.1 y 12.4).

Los ensayos de descenso de cono, contenido de aire, densidad y temperatura deben realizarse al momento de colocación, a opción del Supervisor, con la frecuencia necesaria para su control.

Además, estos ensayos deben realizarse cuando se especifique y siempre que se preparen muestras para resistencia.

Los ensayos de resistencia, así como los de descenso de cono, temperatura, densidad y contenido de aire, en general, deben realizarse con una frecuencia no menor de un ensayo por cada 115 m³.

Cada ensayo debe hacerse de una amasada diferente.

Cada día de entrega del hormigón, debe realizarse al menos dos ensayos de resistencia para cada clase de hormigón.

Si se hacen verificaciones preliminares del descenso de cono o contenido de aire, se puede tomar una sola muestra después de la descarga de no menos de 1/4 m³.

Deben observarse todos los demás requisitos de la norma ASTM C 172.

Si las mediciones preliminares del descenso de cono (11.7) o del contenido de aire (7.3) caen fuera de los límites especificados, se debe proceder como se indica en la Sección 16.6.1 ó 16.6.2, según corresponda:

16.6.1 Si el descenso de cono o contenido de aire medidos, o ambos, es mayor que el límite superior especificado, se debe realizar inmediatamente un ensayo de verificación en una nueva porción de la muestra de ensayo. En caso de que falle este ensayo de verificación, el hormigón no cumple con los requisitos de la especificación.

16.6.2 Si el descenso de cono o contenido de aire medidos, o ambos, es menor que el límite inferior especificado, efectúe los ajustes de acuerdo con 11.7 ó 7.3, o ambos, según corresponda, y obtenga una nueva muestra.

Si la muestra del hormigón ajustado falla, se debe realizar inmediatamente un ensayo de verificación en una nueva muestra del hormigón ajustado. En caso de que falle este ensayo de verificación, el hormigón no cumple con los requisitos de la especificación.

Resistencia

17.1 Cuando se usa la resistencia como base de aceptación del hormigón, las probetas estándar deben prepararse de acuerdo con la norma ASTM C 31/C 31M.

Las probetas deben ser curadas bajo las condiciones de humedad y temperatura estándar, de acuerdo con las disposiciones aplicables de la norma ASTM C 31/C 31M.

Si una probeta presenta evidencia clara de muestreo, moldeo, manejo, curado o ensayo inadecuado, diferente a una baja resistencia, debe ser rechazada y la resistencia de los restantes cilindros debe ser considerada como el resultado del ensayo.

Para cumplir con las disposiciones de esta especificación, los ensayos de resistencia, representantes de cada clase de hormigón, deben cumplir con los siguientes requisitos:

17.4.1 El promedio de cada tres ensayos consecutivos de resistencia debe ser igual o mayor a la resistencia especificada, f'_c , y ningún ensayo de resistencia individual debe estar a más de 3,5 MPa por debajo de la resistencia especificada, f'_c .

Evaluación y aceptación del hormigón

Los ensayos de hormigón fresco realizados en la obra deben ser ejecutados por técnicos calificados en ensayos de campo, mínimo uno (1) ensayo de consistencia "CONO DE ABRAMS" por día de mixer.

Todos los materiales de la obra deberán ser ensayados e inspeccionados durante la construcción, no

eximiéndose la responsabilidad del Contratista en caso de encontrarse cualquier defecto en forma posterior. En caso de tener una cantidad mayor a 4 probetas por tipo de hormigón, para la aprobación se plantea un control estadístico bajo los criterios establecidos en una de la CBH-87 en el acápite 16.5.4.

Para una cantidad menor de probetas, la resistencia será directamente el promedio de las probetas obtenidas donde ninguna deberá ser menor a la exigida en la presente especificación.

Control estadístico

Para control estadístico a nivel normal, es decir, para $1.5 \leq y_c < 1.7$ se tomará en cuenta lo siguiente:

Se realiza comprobando la resistencia de por lo menos dos (2) amasadas, tomadas al azar de los elementos estructurales de la obra sometida a control, en caso de que no se indique la frecuencia con la que deben hacerse estas comprobaciones, será el Supervisor de Obra el que fije esta frecuencia.

En todo caso, el Contratista podrá realizar un número de determinaciones superior al que haya sido fijado, corriendo a su cargo el costo de los ensayos.

Ordenados de menor a mayor los resultados de las determinaciones de resistencia de las N amasadas sometidas a control, en la forma:

$$X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_m \leq \dots \leq X_N$$

Se define como resistencia característica estimada en este nivel, la deducida aplicando las siguientes expresiones:

si: $N < 6$; $f_{est} = KN.X_1$

si: $N \geq 6$; $f_{est} = 2.(X_1 + X_2 + \dots + X_{(m-1)}) / (m-1) - X_m \geq K.N.X_1$

Siendo:

KN = coeficiente dado en la tabla 16.5.4.3.b.2, en función de "N" y del tipo de instalaciones en que se fabrique el hormigón.

X₁ = resistencia de la amasada menos resistente N = número de amasadas

m = número de probetas: N/2 si "N" es par ó (N - 1)/2 si "N" es impar

Para que la parte de la obra sometida a este control pueda ser aceptada, deberá verificarse:

$f_{c,est} \geq f_{ck}$

Para que la parte de la obra sometida a este control pueda ser aceptada, deberá verificarse los valores según la Tabla 16.5.4.3.b.2 del CBH 87:

TABLA 16.5.4.6.b.2 – Valores del coeficiente Kn

Uniformidad del Hormigón		Excelente	Buena	Regular	Mala
Coeficiente de variación de la resistencia del hormigón		0,10	0,15	0,20	0,25
Número de amasadas (N)	1	0,836	0,753	0,671	0,589
	2	0,884	0,820	0,753	0,682
	3	0,910	0,859	0,803	0,741
	4	0,928	0,886	0,838	0,784
	5	0,942	0,907	0,867	0,820
	6	0,953	0,924	0,890	0,850
	7	0,962	0,938	0,910	0,877
	8	0,970	0,951	0,928	0,900
	10	0,983	0,972	0,958	0,942
	12	0,993	0,989	0,984	0,976
	14	1,002	1,004	1,005	1,008
	16	1,009	1,016	1,024	1,035
	18	1,016	1,027	1,041	1,059

En la norma CBH 87 se ha adoptado, para la resistencia a compresión, un nivel de confianza del 95 %, equivalente a admitir un porcentaje de amasadas defectuosas, o con menor resistencia que la especificada, del 5 %: Naturalmente, en función de tal porcentaje se han tomado los coeficientes de ponderación y establecido los niveles de control, para que la seguridad de la estructura permanezca dentro de unos márgenes admisibles. Cuando en una parte de la obra sometida a cualquier nivel de control estadístico, se obtenga:

- $f_{c,est} \geq f_{ck}$, se aceptará dicha parte.
- Si $f_{c,est} \geq 0,9 f_{ck}$, la obra se aceptará.
- Si $f_{c,est} < 0,9 f_{ck}$, se proceda a realizar a costa del Contratista, los ensayos de verificación (ensayos de núcleos) o la demolición de la estructura.

En caso de tener una cantidad mayor a 10 probetas por tipo de hormigón para la aprobación se plantea un control estadístico bajo los criterios establecidos en una de las siguientes normas:

- ACI 318 del acápite 5.3 al 5.4 o los lineamientos planteados en la CBH-87 en el acápite 16.5.4.

Se estima que, en el nivel actual de la tecnología del hormigón, niveles de confianza del 95 %, para la mayoría de las características de calidad y casos, son aceptables.

Debe tenerse en cuenta que el comportamiento real de una estructura puede corresponder a valores diferentes de los obtenidos en los ensayos, ya que en ella el hormigón no soporta las mismas solicitaciones que en dichos ensayos y que también son diferentes la forma y dimensiones de los elementos estructurales y de las probetas, el curado, la edad, etc.

Si se confirma la posibilidad que el hormigón sea de baja resistencia y los cálculos indiquen que la capacidad de carga se redujo significativamente, deben permitirse ensayos de núcleos extraídos de la zona en cuestión, de acuerdo con "Method of Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete" (ASTM C 42).

En esos casos, deben tomarse tres núcleos por cada resultado de resistencia que sea menor a los valores especificados.

Los núcleos deben prepararse para su traslado y almacenamiento, secando el agua de perforación de la superficie del núcleo y colocándolos dentro de recipientes o bolsas herméticas inmediatamente después de su extracción. Los núcleos deben ser ensayados después de 48 horas y antes de los 7 días de extraídos, a menos que el Supervisor apruebe algo diferente.

El hormigón de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si: el promedio de los resultados de los núcleos extraídos es por lo menos igual al 85 % de la resistencia especificada y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75 % de la misma.

En caso de no cumplirse con la resistencia determinada de 21 MPa, queda sobreentendido que es obligación del Contratista la demolición y reposición de los elementos afectados, sin ningún tipo de compensación en monto o plazo.

Pruebas adicionales:

El Supervisor fuera de los ensayos de calidad establecidos en la presente especificación técnica podrá solicitar otros que las normas nacionales o internacionales requieran para verificar la resistencia del hormigón.

Limpieza del área

Todo el material sin usar y los desechos resultantes del trabajo, junto con las herramientas, equipos e implementos usados para el mismo se retirará completamente del sitio una vez que concluya el trabajo especificado.

4.- MEDICIÓN

Este ítem será medido por METRO CÚBICO (m³) de los volúmenes netos correctamente ejecutados por el Contratista; verificados y aprobados por el Supervisor de Obra.

5.- FORMA DE PAGO

El pago del ítem de hará de acuerdo a la unidad y precio presentado. Este costo incluye la compensación total por todos los materiales, mano de obra, herramientas, equipo empleado y demás incidencias determinadas por ley.