

NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

NCO-SE-AA-039

INSTALACIÓN DE CONCRETO



Código	NCO-SE-AA-039
Estado	VIGENTE
Versión	1.0-22/02/2011
Fuente	GUENA – EMCALI EICE ESP- CONSTRUCCIÓN
Tipo de Documento	NORMA TECNICA DE SERVICIO
Tema	ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO
Comité	TÉCNICO DE APROBACIÓN DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Título	INSTALACIÓN DE CONCRETO
---------------	--------------------------------

ÍNDICE

	Pág.
1.0 PROLOGO	5
2.0 OBJETO	6
3.0 ALCANCE	6
4.0 DEFINICIONES	6
5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	7
6.0 REQUISITOS	8
6.1 COLOCACIÓN DEL CONCRETO	8
6.1.1 Consideraciones Generales	8
6.1.2 Planeación	8
6.1.3 Refuerzo y Elementos Embebidos	9
6.1.4 Colocaciones	10
6.1.4.1 Generalidades	10
6.1.4.2 Equipo	11
6.1.4.3 Vibrado	12
6.1.4.4 Concreto masivo	13
6.1.4.5 Concreto ciclópeo	13
6.1.5 Formaletas y Preparación de Juntas	14
6.1.5.1 Formaletas	14
6.1.5.2 Preparación de juntas	15
6.2 ACABADOS	16
6.2.1 Generalidades	16
6.2.2 Acabados de Superficies Formaleteadas	17
6.2.3 Acabados de Superficies no Formaleteadas	17
6.3 TOLERANCIAS	18
6.4 CURADO DEL CONCRETO	19
6.4.1 Importancia del Curado	19
6.4.2 Métodos y Materiales Para el Curado	19
6.5 RETIRO DE FORMALETAS	21
6.6 REPARACIÓN DEL CONCRETO DETERIORADO O DEFECTUOSO	22
6.6.1 Generalidades	22
6.6.2 Materiales para la Reparación del Concreto	22

6.7	PREFABRICADOS DE CONCRETO	22
6.7.1	Generalidades	22
6.7.2	Almacenamiento y Colocación	22
6.7.3	Acabado	22
6.8	CONTROL DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN OBRAS DE CONCRETO POR PARTE DE EMCALI EICE ESP.	23
7.0	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1.0 PROLOGO

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento mediante la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2.0 OBJETO

La presente norma fija los requerimientos y exigencias mínimas de los materiales, la fabricación, el control de calidad y la supervisión en la construcción y montaje de estructuras de concreto armado, reforzado y simple.

3.0 ALCANCE

La presente norma tiene como objeto presentar los lineamientos para la colocación del concreto en las obras de EMCALI EICE ESP desde el equipo de transporte hasta su posición final en la estructura en construcción, entendiéndose que el término colocación incluye planeación, colocación, cimbrado, acabados, curado, y descimbrado.

4.0 DEFINICIONES

4.1. ANDAMIAJE

Es el apoyo estructural y apuntalamiento que se requiere para el apoyo temporal durante la construcción.

4.2. CIMBRADO O FORMALETEADO

Es el sistema total de apoyo para el concreto recién colocado e incluye formaletas y andamiaje.

4.3. COLOCACIÓN

El término colocación en esta norma incluye planeación, fabricación, cimbrado, acabados, curado, y descimbrado del concreto.

4.4. CONSISTENCIA

Un término utilizado para caracterizar el estado plástico del concreto es la consistencia, que aunque está relacionada con el concepto de manejabilidad, no es su sinónimo. En términos generales, la consistencia del concreto se refiere a su estado de fluidez, es decir que tan dura (seca) o blanda (fluida) es una mezcla de concreto cuando se encuentra en estado plástico, por lo cual se dice que es el grado de humedad o asentamiento de la mezcla.

4.5. CONTENIDO DE AIRE

Durante las operaciones de dosificación y mezclado del concreto, es introducido un volumen de aire que es variable en cantidad, forma y tamaño de las burbujas, denominado comúnmente "aire naturalmente atrapado" el cual posteriormente es liberado por los procesos de compactación para evitar aligeramiento y hormigueros en la masa endurecida y por lo tanto disminución de la resistencia y de la presentación del concreto, respectivamente.

4.6. FORMALETA

Estructura que sirve de molde para el concreto de acuerdo a la forma y dimensiones de los elementos estructurales diseñados. Adicionalmente, aporta en gran medida a la textura final de los mismos. En resumen la formaleta responde a los parámetros establecidos por el diseño estructural y arquitectónico

4.7. HOMOGENEIDAD

Uniformidad en la composición y la estructura de la mezcla del concreto

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.

- Building code requirements for structural concrete and cometary. Detroit: ACI. (ACI 318/318R) Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary. Detroit: ACI. (ACI 350/350R)
- Cold weatherconcreting. Detroit: ACI. (ACI 306 R)
- Guide for consolidation of concrete. Detroit: ACI. (ACI 309R)
- Guide for construction of concrete pavements and concrete bases. Detroit : ACI. (ACI 325.9R)
- Guide for measuring, mixing, transporting, and placing concrete. Detroit: ACI. (ACI 304 R)
- Guide to durable concrete. Detroit: ACI. (201.2R)
- Guide to formwork for concrete. Detroit: ACI. (ACI 347R)
- Guide to mass concrete. Detroit: ACI. (ACI 207.1R)
- Standard practice for curing concrete. Detroit: ACI. (ACI 308)
- SP-2 ACI Manual of concrete inspection. Detroit: ACI. (ACI311.1R)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.

- Standard specification for liquid membrane-forming compounds for curing concrete. Philadelphia: ASTM. (ASTM C309)
- Standard specification for sheet materials for curing concrete. Philadelphia: ASTM. (ASTM C171)

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA.

- Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Bogotá: AIS, 2010. (NSR-10)

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI. EMCALI EICE ESP.

- Concretos y morteros. EMCALI EICE ESP (NCO-PM-AA-004)

6.0 REQUISITOS

6.1 COLOCACIÓN DEL CONCRETO

6.1.1 Consideraciones Generales

La colocación del concreto se efectúa manualmente o mecánicamente con baldes, tolvas, carretillas manuales o moto-propulsadas, conductos o tuberías de caída, bandas transportadoras, bombas, equipos tremie (tubo-embudo) y equipos para pavimentar.

6.1.2 Planeación

La colocación del concreto requiere de una planeación exhaustiva en cuanto al suministro del concreto a la obra por parte de la central de mezclas teniendo en cuenta los siguientes eventos: oportunidad y rapidez, tiempos de fraguado y segregación de la mezcla. Para el concreto preparado en sitio también debe tenerse una planeación rigurosa teniendo en cuenta los siguientes eventos. Disponibilidad suficiente de material para los elementos que se van a vaciar, personal calificado en la preparación y colocación del concreto, equipos en buen estado y suficiente para la preparación, colocación y vibrado del concreto formateado de acuerdo con los planos de construcción y suficientemente resistente para resistir el empuje ejercido por el concreto en su etapa plástica antes de fraguar. El Contratista y/o Urbanizador deberá someter a la aprobación de EMCALI EICE ESP, antes de iniciar los montajes de los equipos y elementos para el transporte del concreto.

Oportunidad y rapidez en el suministro

Los concretos no deben ser almacenados, excepto concretos con retardantes durante el tiempo que especifique el proveedor, por su condición de materiales perecederos en estado plástico y deben ser producidos y transportados a un lugar determinado para su colocación y acabado. Se debe planear de manera apropiada su programación y suministro, teniendo en consideración: suministro ininterrumpido después de iniciada su colocación, personal competente y equipo apropiado que evite la posibilidad de retrasos durante la colocación del concreto.

Tiempo de fraguado

En la etapa de planeación se debe propender por eliminar o minimizar cualquier variable que induzca al concreto a fraguar anticipadamente o cuando se usan aditivos acelerantes, garantizando el tiempo necesario para que la mezcla de concreto permanezca con una consistencia fluida y homogénea. El plazo máximo entre la instalación del agua a la mezcla y la colocación del concreto en espacio final, no excederá de treinta (30) minutos.

Segregación de la mezcla

En la etapa de planeación se deben seleccionar los equipos y establecer los métodos apropiados para transportar y manejar el concreto, de tal manera que se asegure la no segregación de la mezcla o la tendencia a que se presente separación del agregado grueso del resto de los componentes.

El concreto deberá transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan pronto como sea posible y por método que eviten la segregación de los materiales y pérdidas en el asentamiento (slump) de más de una (1) pulgada. Todo concreto que por permanecer tiempo largo en el equipo de transporte, requiera agua adicional para permitir buena colocación, será rechazado.

Un requisito básico en todo lo que se refiere al manejo del concreto es que tanto la calidad como la uniformidad del concreto se deben conservar en términos de la relación agua/cemento, revenimiento, consistencia, contenido de aire y homogeneidad.

La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en las condiciones más ventajosas de tal modo que pueda ser fácilmente consolidado en el lugar de disposición mediante vibración.

En el sitio de preparación del concreto debe haber suficiente cantidad de sus componentes y debidamente aprobados para evitar retrasos en la fundición y garantizar que todos los materiales cumplan con la norma aplicable para cada uno de estos.

Se debe proveer suficiente capacidad de colocación de manera que el concreto se mantenga en estado plástico y libre de juntas frías mientras se coloca.

Todo el equipo de colocación debe estar limpio y funcionando apropiadamente y debe estar arreglado para entregar el concreto a su posición final sin que se presente segregación. El equipo de colocación debe estar apropiadamente acondicionado de modo que la colocación pueda proceder sin demoras y la mano de obra debe ser suficiente para asegurar la apropiada colocación, consolidación y acabado del concreto. Si el concreto debe ser colocado de noche, el sistema de iluminación debe ser suficiente para asegurar una óptima colocación del concreto, de las formaletas, así como para proporcionar un área de trabajo segura.

Las medidas de curado deben estar definidas y listas para usar en el momento apropiado (ver norma "ACI 308 Standard practice for curing concrete"). Se deben tener medios de comunicación entre el sitio de las colocaciones más importantes y la Central de mezclado y dosificación, a fin controlar mejor los programas de entrega y evitar retrasos excesivos y desperdicios de concreto.

Cuando una interrupción en el proceso de colocación del concreto se constituya un problema, se debe considerar la provisión de un equipo de apoyo.

Cada carga de concreto deberá depositarse lo más cerca de su posición final, para así poder reducir a un mínimo las posibilidades de segregación. El concreto deberá depositarse tan cerca de su posición final en la formaleta de modo que no haya que transportarlo más de 2 m dentro de la masa.

Se debe realizar una inspección final detallada de las cimentaciones, elementos estructurales, juntas de construcción, formaletas, tapa juntas, refuerzos, y cualquier otro detalle en la fabricación antes de que el concreto sea colocado. Es necesario desarrollar un método para documentar la inspección, éste deberá ser aprobado por todas las partes antes del inicio de los trabajos, para asegurar la conformidad con los requisitos especificados.

6.1.3 Refuerzo y Elementos Embebidos

Al momento de colocar el concreto el acero de refuerzo y los elementos embebidos deben estar limpios y libres de lodo, óxido, pintura, aceite u otros recubrimientos que pudieran afectar adversamente la capacidad de adherencia. La mayor parte del acero de refuerzo está cubierto ya sea con escamas o herrumbre de cierta severidad; tales recubrimientos se consideran satisfactorios a condición de que la herrumbre y las escamas sueltas sean removidas y que las dimensiones mínimas del acero no sean menores que las requeridas en el "ACI 318/318R Building code requirements for structural concrete and commentary", y en las normas de Diseño y Construcción Sismo Resistencia NSR -98.

Se debe tener cuidado en asegurarse de que todo el acero de refuerzo sea del tamaño y longitud apropiadas y de que sea colocado en la posición correcta y empalmado de acuerdo con los despieces mostrados en los planos. Debe mantenerse un adecuado recubrimiento de concreto para el acero de refuerzo, de acuerdo con lo establecido en las normas de Diseño y Construcción Sismo Resistencia NSR-98.

No habrá necesidad de retirar el recubrimiento de mortero de los elementos embebidos mientras en pocas horas se complete una colada, pero el mortero seco suelto sobre elementos embebidos que se proyecten para futuras coladas se deberá retirar antes de colocar otras coladas.

Los elementos que deban quedar embebidos en el concreto, tales como varillas de anclaje, pasamuros, tuberías o piezas especiales, deberán anclarse firmemente en la ubicación que se muestra en los planos. Antes de iniciar la colocación del concreto se debe hacer la limpieza de dichos elementos para retirar sustancias o elementos como los descritos en el primer párrafo de este ítem, y una vez hecha la limpieza y antes de vaciar el concreto, se pintará con una lechada de cemento, cuya relación agua – cemento sea igual a la de la mezcla a vaciar.

El método de mantener tapajuntas en las formaletas debe asegurar que no exista deformación ni produzca cavidades durante el colado del concreto.

Las varillas y los elementos embebidos (platinas de anclajes, tuberías, accesorios, etc.) se deben mantener en la posición apropiada por medio de soportes y amarres convenientes para evitar desplazamientos durante la colocación y el vibrado del concreto y de esta manera conservar las cotas o niveles indicadas en los planos. A veces se usan bloques de concreto para soportar el acero de refuerzo. Más comúnmente se emplean sillas metálicas con o sin extremos protegidos con plástico. Cualquiera que sea el sistema empleado, se debe tener la seguridad de que los apoyos también sean los adecuados para soportar las cargas esperadas antes y durante la colocación, que no manchará las superficies de concreto expuestas, que no desplazará cantidades excesivas de concreto ni permitirá que las varillas se muevan de su posición.

Siempre que se esté colando concreto reforzado, debe haber una persona competente que atienda el ajuste y la corrección de la posición de cualquier refuerzo que pudiera ser desplazado.

6.1.4 Colocaciones

6.1.4.1 Generalidades

Para la selección del método y procedimiento de manejo y colocación del concreto se debe tener en cuenta el tamaño y la geometría de los elementos a fundir, de la cantidad de concreto a vaciar y de la programación del tiempo disponible. Adicionalmente, para la selección del equipo se deben considerar las variables: tiempo de vaciado (sin segregación ni pérdida de ingredientes), velocidad del vaciado (que evite la formación de juntas frías), el grado de dificultad del elemento a vaciar y la temperatura del ambiente.

Dentro de una misma estructura no se deben emplear concretos provenientes de diferentes centrales de mezclas, ni utilizar cemento de marcas distintas. Igualmente los agregados grueso y fino deben ser provenientes de la misma fuente con la cual se aprobó el concreto a vaciar, con base en los ensayos con los cilindros de prueba utilizados. En caso contrario se deben de hacer nuevamente los ensayos que cumplan con las características y resistencias especificadas.

El equipo de colocación que se vaya a utilizar debe disponerse de tal manera que el concreto tenga una caída vertical libre hasta el punto de colado o hasta el interior del contenedor que lo reciba. El chorro de concreto no debe separarse, permitiendo que caiga libremente sobre varillas, espaciadores, refuerzos u otros materiales embebidos. Si las formaletas están suficientemente abiertas y libres, de manera que no estorben la caída vertical del concreto en el lugar de colocación, generalmente es preferible la descarga directa y sin el empleo de tolvas, conductos o vertedores. El concreto debe ser depositado en o cerca de su posición final durante su colocación, ya que presenta la tendencia a segregarse cuando tiene que hacerse fluir lateralmente hasta su lugar.

Al colocar el concreto en cualquier sitio no se permitirá que éste caiga de una altura mayor de 1.20 m, excepto cuando se tengan medios especiales para evitar segregación.

Si se desea colocar concreto de manera monolítica en una viga peraltada, muro o columna con una losa o marco, se debe programar una demora que permita el asentamiento del concreto inferior antes de colocar el concreto de la losa o marco. El tiempo de demora dependerá de la temperatura y las características del fraguado de concreto que se emplee, generalmente alrededor de una hora, pero la colocación se debe empezar lo suficientemente pronto como para permitir la liga de la capa nueva con la anterior por medio de vibración.

6.1.4.2 Equipo

Al elegir el equipo de colocación se debe considerar su capacidad para colocar el concreto en el sitio correcto de manera económica, rápida y sin alterar su calidad.

La selección del equipo es influenciada por el método de producción del concreto. Ciertos tipos de equipos, tales como cubetas, tolvas, carretillas, etc., serán mejores para colocación intermitente del concreto, mientras que otros equipos, como bandas transportadoras y bombas, son más apropiados para una colocación continua.

- **Tolvas sección circular y rectangular**

Las tolvas de sección circular con descarga por la parte inferior, diseñadas apropiadamente, permiten la colocación del concreto con el menor revenimiento práctico, compatible con la consolidación mediante vibración. Esta tolva de sección circular debe ser del tipo de auto lavado en el momento de la descarga y el flujo de concreto debe empezar al abrirse la compuerta de descarga. Las compuertas de descarga deben tener una salida libre que equivalga a, por lo menos, cinco veces el tamaño máximo del agregado que se emplee. Las paredes laterales deben ser inclinadas, por lo menos, 60 grados respecto a la horizontal.

El control de la tolva y de su compuerta de descarga se debe hacer de tal manera que asegure, en lo posible, un chorro continuo de concreto descargado contra el concreto previamente colocado. El amontonamiento del concreto por la descarga de las tolvas demasiado cerca de la superficie, o mientras están en movimiento, da lugar a causas comunes de segregación.

A fin de evitar la contaminación, el concreto derramado no se debe palear de nuevo hacia dentro de las tolvas para su uso posterior y el concreto recién terminado se debe proteger evitando balancear las tolvas directamente sobre él.

A fin de agilizar el programa de colocación, se recomienda el uso de dos o más tolvas por cada grúa.

- **Carretas manuales o motorizadas ("buggies")**

Las carretas deben correr sobre vías lisas y rígidas apoyadas independientemente y bien colocadas sobre el acero de refuerzo sin afectar su colocación. El concreto transportado por estas carretas tiende a segregarse durante el movimiento. El entarimado debe juntarse a tope en vez de traslaparse, para mantener una superficie lisa y evitar así la separación de los materiales del concreto durante el tránsito. Se debe transportar el concreto en tramos cortos

La distancia máxima de entrega horizontal recomendada para transferir el concreto por medio de carretas manuales es de 60m y para los motorizados de 300m.

Las carretas manuales tienen una capacidad entre 0.2 a 0.3 m³ con una capacidad de colocación que varía de 3 a 5 m³ por hora. Las carretas motorizadas están disponibles en tamaños desde 0.3 a 0.4 m³, con una capacidad de colocación que varía de 14 a 18 m³ por hora, dependiendo de la distancia recorrida.

- **Canaletas y tubos de caída**

Las canaletas se emplean con frecuencia para trasladar concreto de elevaciones superiores a inferiores. Las canaletas deben ser metálicas o recubiertas de una superficie metálica para facilitar el deslizamiento del concreto. No debe tener una pendiente mayor de 1 vertical a 3 horizontal y la forma más recomendable es la semicilíndrica, no se permitirá que la altura de caída sea superior a 1.20 m.

Es necesario controlar el flujo del concreto en el extremo de la canaleta para evitar la segregación.

Los tubos de caída que se emplean para trasladar verticalmente el concreto desde niveles altos a niveles bajos, son circulares. El tubo debe tener un diámetro de, por lo menos, ocho veces el tamaño máximo del agregado en la parte superior de 2 a 3 m, pero debe ir disminuyendo hasta seis veces el tamaño máximo del agregado en la parte inferior. Debe ser firme, recto y colocarse de tal manera que el concreto caiga verticalmente.

Se pueden usar tubos de caída de plástico o de hule o tubo-embudos ("tremies") y recortarse en lugar de elevarlos a medida que progresa la colocación. Al emplear tubos de caída de plástico, hay que asegurarse que no se doblen o arruguen.

- **Formaletas deslizantes**

Según este método, el concreto se coloca en formaletas prefabricadas que se deslizan más allá del punto de colocación tan pronto como el concreto ha logrado la estabilidad, consistencia y rigidez necesarias para conservar su forma de diseño.

Para el empleo de formaletas deslizantes, se requiere un control cuidadoso y consistente del concreto con ajustes apropiados en el mezclado, tomando en cuenta los cambios en la temperatura ambiental.

6.1.4.3 Vibrado

La vibración interna es el método más eficaz para consolidar el concreto en estado plástico para la mayor parte de las aplicaciones. La efectividad de un vibrador interno depende principalmente del diámetro de su cabeza, de la frecuencia y de su amplitud. En la norma "ACI 309R Guide for consolidation of concrete" se dan recomendaciones detalladas para equipos y procedimientos de consolidación.

El equipo de vibración deberá ser accionado por electricidad, motor a gasolina o aire comprimido y que opere por lo menos a 6000 RPM cuando se sumerge en el concreto. Deberá disponerse de un número suficiente de unidades para alcanzar una compactación real.

Los vibradores no se deben emplear para mover concreto en sentido lateral, y deben insertarse y quitarse verticalmente a intervalos próximos, usando un patrón sistemático de vibración para asegurar que todo el concreto haya sido adecuadamente consolidado.

Mientras que un vibrador funcionando continúe introduciéndose en el concreto por su propio peso, no es demasiado tarde para que el concreto se beneficie por revibración, con aumento de resistencia a la compresión y adherencia.

La duración de la operación de vibrado será únicamente la necesaria (5 a 15 segundos, a intervalos de 30 a 50 cm según la masa de concreto) para alcanzar la compactación requerida, sin que se produzca segregación de los materiales. Deberá evitarse que los vibradores penetren hasta las capas inferiores previamente colocadas que hayan empezado a fraguar, o en el concreto que no muestre plasticidad durante el vaciado, o en el sitio donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos en concretos que hayan iniciado el fraguado.

En las colocaciones inusualmente difíciles y obstruidas se puede requerir de alguna forma suplementaria de vibración; en estas circunstancias se debe tener cuidado para evitar una operación excesiva de las unidades de vibración y que podría causar una débil capa de pasta superficial. Sólo podrán utilizarse métodos de vibración exteriores para formaletas cuando sea aprobado por circunstancias especiales.

En superficies verticales, en las cuales son indeseables los vacíos de aire, la experiencia ha demostrado que los vacíos se pueden reducir mediante el uso de vibración adicional. Sin embargo, ni la vibración extra, ni otra clase de manipulación mecánica del concreto, pueden eliminar eficientemente los hoyos formados por vacíos de aire de superficies moldeadas bajo formaletas inclinadas.

Operarios experimentados y competentes, que trabajen con vibradores con un buen mantenimiento, y con suficientes unidades de reserva, son esenciales para una exitosa consolidación del concreto fresco.

6.1.4.4 Concreto masivo

El equipo y el método utilizados para colocar concreto masivo deben evitar la separación de agregado grueso del concreto. Aunque no son objetables los pedazos dispersos de agregado grueso, sí lo son las aglomeraciones y bolsas, por lo que éstas se deben distribuir antes de colocar el concreto. El agregado segregado no se eliminará con operaciones subsecuentes de colocación y consolidación.

El concreto se debe colocar, en capas horizontales que no excedan 40 cm de profundidad y deben evitarse capas inclinadas y juntas frías. Para construcción monolítica cada capa de concreto se debe colocar mientras que la capa subyacente aún sea sensible a la vibración; asimismo las capas deben ser lo suficientemente delgadas para permitir que dos capas queden bien unidas por vibración aplicada.

El método escalonado de colocación se debe emplear en estructuras masivas donde se abarcan grandes áreas, para impedir la formación de juntas frías. En este método, la colocación de concreto se hace por una serie de capas horizontales escalonadas de aproximadamente 30 a 45 cm de espesor. La colocación del concreto en cada capa se extiende por el ancho total del bloque, y las operaciones de colocación progresan desde un extremo de la elevación hacia el otro, exponiendo solamente pequeñas capas de concreto a la vez. Al progresar la colocación, parte de la misma estará ya terminada, mientras que ésta continuará en lo que queda.

Para un análisis más completo de la colocación de concreto masivo y las consideraciones térmicas necesarias, se debe consultar la norma "ACI 207.1 R Guide to mass concrete".

6.1.4.5 Concreto ciclópeo

Cuando se construya concreto ciclópeo, se debe tener cuidado con la colocación de las piedras, no se podrán dejar caer ni ser arrojadas, es decir, deben ser colocadas manualmente, con el fin de evitar que se ocasionen daños a las formaletas o a la mampostería existente. Todas las piedras deberán lavarse y saturarse con agua antes de su colocación. El volumen total de las piedras no deberá ser mayor de un 40% del volumen total de la parte de la obra en que serán colocadas. Deben tomarse las precauciones necesarias para asegurar que cada piedra quede rodeada de una capa mínima de concreto de 15 centímetros de espesor. Se deberán utilizar piedras con dimensiones entre 15 y 30 cm sólidas y libres de segregaciones, fracturas, grietas y otros defectos estructurales o imperfecciones. Las piedras deben estar exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas. Las piedras deberán mantenerse libres de polvo, aceite o cualquier impureza que pueda afectar su adherencia al concreto.

6.1.5 Formaletas y Preparación de Juntas

6.1.5.1 Formaletas

El diseño de la formaleta debe quedar establecido antes de la construcción de la misma con base en los planos de taller. Los planos que contengan detalles de construcción, secuencia de colocación del concreto y los valores de carga usados en el diseño, deben ser aprobados antes del comienzo de la fabricación de la formaleta. Los planos deben estar disponibles en el sitio durante la construcción e instalación de la formaleta y cuando se coloque el concreto.

A menos que indique lo contrario, las formaletas para superficies expuestas deben ser de madera terciada, tablas de fibra prensada, madera machihembrada cepillada y clasificada o metal en el cual los pernos del orificio de remache hayan sido aprobados de tal manera que se obtenga una superficie plana y lisa.

Se podrá usar madera sin cepillar para superficies que no hayan de quedar expuestas a la vista o al agua en la estructura terminada. Toda madera sin cepillar deberá estar libre de nudos, huecos, rajaduras, separaciones, ondulaciones u otros defectos que afecten la resistencia o apariencia de la estructura terminada. Todas las formaletas estarán libres de pandeos, alabeos y estarán completamente limpias cuando se usen de nuevo.

El diseño y la construcción de las formaletas deben cumplir con la norma "ACI 347R Guide to formwork for concrete". Se debe revisar el diseño y la construcción de la formaleta para el concreto a fin de minimizar costos, sin sacrificar ni seguridad ni calidad. Puesto que la ejecución de construcciones de concreto frecuentemente se juzga por la apariencia del concreto al retirar las formaletas, el comportamiento apropiado de la formaleta, mientras soporta el peso del concreto en estado plástico y el peso vivo de la construcción es de vital importancia.

Todas las formaletas se diseñaran teniendo en cuenta la totalidad de las cargas a que hayan de ser cometidas durante la fundición, el fraguado y el curado del concreto.

Las formaletas se deben construir con la suficiente resistencia y rigidez para soportar la masa y la presión del fluido del concreto así como todos los materiales, equipos y rampas que se vayan a colocar sobre ellas. La presión del fluido hidráulico sobre las formaletas debe estar correlacionada con la capacidad y tipo del equipo de colocación, la velocidad o ritmo planeado de colocación del concreto, el revenimiento, la temperatura y las características de endurecimiento del concreto.

Las juntas, esquinas, uniones y espacios de los paneles de las formaletas deben estar lo suficientemente bien ajustadas como para mantener el mortero. Se exigirá que todas las esquinas expuestas sean biseladas. La consolidación fluidificará el mortero en el concreto permitiendo fugas desde cualquier abertura en la formaleta, y dejando vacíos, líneas de arena o bolsas de grava.

Cuando las formaletas se colocan para coladas sucesivas, las protuberancias en juntas horizontales se pueden evitar, si se montan de nuevo las formaletas con sólo 2.5 cm de traslape al concreto, debajo de la línea hecha por el listón de la colada anterior y fijando y atornillando con firmeza las formaletas cerca de la junta. Las tiras con aristas biseladas también se pueden utilizar para ocultar juntas de construcción, mejorando la apariencia cuando están bien dispuestas. Los sujetadores empleados en las formaletas deben dejar agujeros lo más pequeños posibles y su diseño debe permitir que se quiten, sin descascarar el concreto circundante. La salida del mortero alrededor de los sujetadores se debe evitar y el relleno de los hoyos de los conos u otros agujeros dejados por los sujetadores de las formaletas, se debe hacer de manera que se logre un parche seguro, sano, sin contracciones e invisible (ver la norma "ACI 311.1R SP-2 ACI Manual of concrete inspection").

Las formaletas se deben proteger del deterioro, de la intemperie y de las contracciones, aceitándolas o humedeciéndolas convenientemente antes de colocar el concreto. Las superficies de las formaletas deben estar limpias y ser de textura uniforme y cuando se vuelven a emplear, en el caso en que sea permitido, se deben limpiar, aceitar y reacondicionar si fuera necesario. Las formaletas deben estar protegidas de la temperatura tal que no se produzca alabeo para formaletas de madera, que no permitan tener elementos alineados constructivamente cuando se use aceite, este deberá aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo.

Las formaletas se diseñaron en tal forma que puedan removerse sin dañar el concreto que recubre y sin afectar otras partes del concreto cuyo encofrado se planea remover más tarde. Siempre que sea practicable, las líneas de la formaleta deben guardar concordancia con las líneas generales de la estructura.

Las formaletas de acero se deben limpiar con esmero, pero jamás con chorro de arena ni raspase hasta dejar el metal brillante. Cuando se encuentren peladuras en la formaleta de acero, generalmente el problema se eliminará limpiando los desechos, dejando aceitada al sol la formaleta por un día y frotando vigorosamente con parafina líquida las áreas afectadas o aplicando una delgada capa de laca. A veces la peladura es el resultado de la abrasión de ciertas áreas de la formaleta por impacto durante el colado, lo que se puede evitar si se protegen las áreas de las formaletas sujetas a abrasión temporalmente con madera u hojas de metal.

En general, las caras de las formaletas se deben tratar con un agente descimbrante para evitar que el concreto se pegue a éstas y así pueda ser más fácil el descimbrado. El agente descimbrante también puede actuar como sellador o capa protectora para las formaletas, a fin de evitar la absorción de agua desde el concreto hacia la formaleta. Los recubrimientos de las formaletas deben ser cuidadosamente elegidos para que exista compatibilidad entre las superficies de contacto de las formaletas que se usen y los recubrimientos subsecuentes que se vayan a aplicar a las superficies de concreto. Los recubrimientos para formaletas que son satisfactorios sobre madera no siempre son los adecuados para formaletas de acero. Por ejemplo, las formaletas de acero requerirán un recubrimiento que actúe principalmente como un agente descimbrante, mientras que las de madera se beneficiarán de un recubrimiento que también selle las formaletas contra la penetración de la humedad.

Debe existir un acceso amplio al interior de las formaletas para permitir una limpieza, colocación, vibración e inspección del concreto convenientes.

Por apariencia, es importante prestar la debida atención a la marca que hace una junta de construcción sobre las superficies expuestas del concreto. No se deben permitir las juntas de construcción irregulares, sino que se debe lograr una superficie pareja, preferiblemente horizontal, llenando las formaletas hasta enrasarlas. Se puede usar una tira rasante en V, o rectangular y biselada, para formar una ranura en la junta de construcción, cuando esto sea apropiado.

6.1.5.2 Preparación de juntas

Las juntas de construcción ocurren siempre que el colado del concreto se detiene o se demora. Es decir que el concreto fresco colocado subsecuentemente contra el concreto endurecido, no puede adherirse a la colocación previa. Las juntas horizontales de construcción ocurren en los niveles entre coladas, mientras que las verticales se presentan cuando la estructura es de tal tamaño que no es posible colocar la extensión completa en una operación continua. En general, la preparación de una junta vertical de construcción para un comportamiento y apariencia aceptable es la misma que para juntas horizontales. Se dejarán juntas de construcción y de dilatación en los sitios mostrados en los planos.

Las superficies de todas las juntas de construcción se deben limpiar y preparar adecuadamente para asegurar una correcta adherencia con el concreto adyacente y lograr impermeabilidad cuando se necesite. Se puede disponer de varios métodos de limpieza, dependiendo del tamaño del área que ha de ser limpiada, la edad del concreto, la habilidad de los trabajadores y la disponibilidad de equipo. No es

difícil obtener una junta satisfactoria cuando ha sido apropiadamente colocado un concreto de alta calidad y bajo revenimiento. Cuando grandes cantidades de agua de sangrado y finos llegan hasta la superficie de la junta de construcción, el concreto en la superficie será tan inferior que dificultará la obtención de una limpieza adecuada. Bajo circunstancias normales, es necesario solo remover la capa superficial irregular y exponer la arena y la superficie firme de mortero a procesos de "sandblasting" o sopleteado con arena o chorros de agua a alta presión.

El sopleteado con arena se utiliza para preparar la superficie de la junta de construcción, después de que el concreto ha endurecido y justo antes de que las formaletas sean izadas para la siguiente colocación. Generalmente, se prefiere un sopleteado con arena húmeda, debido al polvo objetable asociado con el proceso seco. Este método produce excelentes resultados en la superficie de juntas horizontales, particularmente en aquellos colados de concreto de revenimiento de 5 cm (o menos), utilizando vibradores internos.

Otro método para limpiar las juntas de construcción es la utilización de un chorro de agua bajo una presión mínima de 6000 psi o 420 kg/cm². Como en el método de chorro de arena, la limpieza se realiza cuando el concreto está suficientemente endurecido, de manera que únicamente la superficie de la pasta del mortero del concreto se quita y no hay nada de socavación de las partículas del agregado grueso.

El agua estancada, que al secarse deja una película débil en la superficie se debe quitar mediante un buen secado después de completar la operación de limpieza principal. Las superficies limpias de las juntas se deben curar continuamente con humedad hasta la siguiente colocación de concreto o hasta que se haya completado el tiempo especificado de curado. Antes de colocar nuevo concreto en la junta, se debe restaurar la superficie hasta obtener la condición de limpieza que existía inmediatamente después del lavado inicial. Si la superficie ha sido apropiadamente curada, será muy poca la limpieza que se requiera antes de la colocación.

Para quitar mugre, lechosidad y mortero suave, se pueden usar herramientas manuales, tales como cepillos de alambre, escobas de alambre, picas o martillos aunque éstas resultan prácticas únicamente para áreas pequeñas.

Se pueden usar agentes retardantes para tratar las superficies de concreto después de las operaciones de acabado y antes de que el concreto haya fraguado. Se recomienda seguir las instrucciones del fabricante, en lo que se refiere a aplicación, modo de empleo y velocidad de cobertura. La remoción subsecuente de la superficie no endurecida de concreto se complementa con otros métodos de limpieza, tales como chorros de agua, chorros de aire y agua o herramientas manuales. Las superficies de concreto tratadas con retardantes se deben limpiar tan pronto como resulte práctico y después del fraguado inicial, ya que mientras más tiempo transcurra, será menor la capa superficial con retardante que se pueda remover.

La superficie limpia de la junta de concreto debe estar saturada internamente y superficialmente seca al momento en que se coloque sobre ella nuevo concreto. La humedad de la superficie debilita la junta e incrementa la relación agua/cemento del concreto recién colocado. Hay que asegurarse de que la primera capa de concreto en la junta de construcción esté adecuadamente consolidada para lograr una buena adherencia.

6.2 ACABADOS

6.2.1 Generalidades

A menos que se indique algo diferente, las superficies acabadas deben ser lisas, sólidas y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas, poros, burbujas, rebabas y cualesquiera otros defectos o irregularidades, y deben así mismo cumplir con todos los requisitos establecidos en esta Norma. A menos que los planos o EMCALI EICE ESP indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua, y que en los planos se muestran como horizontales, deben tener pendientes de

aproximadamente cinco milímetros por cada metro. Las superficies extensas deben tener pendientes en más de una dirección con el fin de facilitar la escorrentía, según lo determine EMCALI EICE ESP.

6.2.2 Acabados de Superficies Formaleteadas

Los acabados de las superficies del concreto formaleteado se clasifican en los siguientes grupos tipo F1, tipo F2 y tipo F3, según se indica a continuación:

a) Acabado F1

Corresponde a las superficies formaleteadas sobre o junto a las cuales se coloca material de relleno. Para estas superficies no se requiere tratamiento especial después de retiradas las formaletas, aparte de la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos de los sujetadores. Se aplica a las superficies en la que es admisible la rugosidad o a las que se mantendrán permanentemente ocultas.

La corrección de las irregularidades superficiales, se debe hacer únicamente en las depresiones mayores de una (1) pulgada (veinticiendo milímetros).

b) Acabado F2

Corresponde a las superficies formaleteadas que no queden permanentemente expuestas, para las cuales no se especifique el acabado F3. Este acabado debe ser de apariencia uniforme y no requiere tratamiento especial aparte de la reparación del concreto defectuoso, el llenado de huecos, y la reducción de las irregularidades para que éstas no excedan de 10 mm.

c) Acabado F3

Corresponde a las superficies formaleteadas expuestas a la vista del público y cuya apariencia y textura exterior es de especial importancia a juicio de EMCALI EICE ESP. Una vez terminada la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos, las superficies tratadas con este acabado deben ser de apariencia y textura uniformes. Las irregularidades superficiales no deben exceder de cinco milímetros. Además de la reparación del concreto defectuoso y de la remoción de salientes y de otras irregularidades, este acabado incluye, si EMCALI EICE ESP lo considera necesario, el frotamiento con tela de fique con el fin de rellenar los agujeros que deja el aire.

6.2.3 Acabados de Superficies no Formaleteadas

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

a) Acabado U1 -Acabado con regla emparejadora

Se aplica a las superficies no formaleteadas que se vayan a cubrir con otros materiales, o que no requieran una superficie uniforme. Las operaciones correspondientes a este acabado consisten en nivelar y emparejar el concreto para obtener una superficie uniforme. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de diez milímetros.

b) Acabado U2 - Acabado con llana de madera

Se aplica a las superficies no formaleteadas permanentemente expuestas, que no requieran el acabado U3. Las operaciones correspondientes a este acabado consisten en el emparejamiento y nivelación adecuados para obtener superficies uniformes en las cuales las irregularidades de las superficies no

excedan de cinco milímetros, así como en el alisado con llana de madera. El alisado debe iniciarse tan pronto como la superficie haya fraguado suficientemente, y debe aplicarse hasta obtener una superficie libre de marcas de regla y uniforme en color y textura.

c) Acabado U3 - Acabado con palustre metálico

Se aplica a las superficies no formateadas, donde se requiere un alineamiento exacto. Las superficies deben ser densas, uniformes, libres de manchas y marcas, para prevenir los efectos destructivos de la acción del agua, o en cualquier otro sitio, según lo indiquen los planos o lo requiera EMCALI EICE ESP. La superficie debe recibir inicialmente un tratamiento igual al que se especifica para el acabado U2, seguido por un alisado con palustre tan pronto como la superficie haya fraguado lo suficiente, para prevenir que el material fino salga a la superficie. La nivelación con palustre metálico debe hacerse aplicando presión, de manera que se empareje la textura arenosa de la superficie alisada y se produzca una superficie densa, uniforme, y libre de manchas y marcas.

6.3 TOLERANCIAS

En este capítulo se establecen los límites de las desviaciones en pendientes, dimensiones o alineamientos de las diferentes estructuras determinadas con base en el efecto que las desviaciones permisibles puedan tener sobre las funciones estructurales u operativas de las construcciones. (Ver Tabla 1).

Los encofrados se deben instalar y mantener en forma adecuada para que la obra terminada cumpla con las tolerancias especificadas

Tabla 1. Tolerancias Generales

N°	Localización, aplicación	Dimensión (m)	Tolerancia (mm)
1	Variación en distancia entre ejes	Cualquier estructura	No se permiten tolerancias y los ejes deben quedar localizados según se indica en los planos
2	Variación con respecto a la vertical en muros, columnas, tanques	Altura: de 3 a 6 de 6 a 12	10 20
3	Lo mismo que el No. 2 pero para superficies que vayan a estar enterradas o en contacto con rellenos	de 3 a 6 de 6 a 12	20 40
4	Tolerancias en las cotas de Losas, Vigas, Juntas horizontales visibles	de 3 a 6 de 6 a 10	5 10
5	Lo mismo que el No. 4 pero para superficies que vayan a estar enterradas o en contacto con rellenos	de 3 a 6 de 6 a 10	10 20
6	Variaciones en las dimensiones de las secciones:		
6.1	Columnas, vigas, Losas, Muros, Tanques	por defecto por exceso	5 10
6.2	Estribos y similares		15
7	Diferencia en alineamiento entre las superficies de concreto y elementos embebidos		1,5
8	Concretos a la vista		No se permiten tolerancias

6.4 CURADO DEL CONCRETO

El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién colado, para que puedan así desarrollarse las propiedades deseadas (ver "ACI 308 Standard practice for curing concrete").

6.4.1 Importancia del Curado

El curado es esencial en la producción del concreto. La resistencia y durabilidad del concreto se desarrollarán plenamente solo si se cura de manera adecuada. Sin embargo, cuando las condiciones ambientales de humedad y temperatura son bastante favorables para el curado, no se requiere ninguna acción adicional. Asimismo, las medidas especificadas se deben iniciar tan pronto como se requieran.

Las actividades de acabado en las estructuras fundidas deben continuarse con prácticas convenientes de protección en un medio ambiente propicio (natural o artificial), durante la etapa de fraguado (proceso de cambio de estado plástico a estado endurecido). Adicionalmente, se deben dar las condiciones adecuadas para mantener el concreto a una temperatura y contenido de humedad satisfactorios a partir del fraguado final (iniciación del proceso de endurecimiento) y durante un tiempo definido para promover la hidratación del cemento.

a) Contenido de humedad

La cantidad de agua de mezclado en el concreto al momento del colado es normalmente más de la que se debe retener para el curado. Sin embargo, la pérdida excesiva de agua por evaporación durante el proceso de fraguado, puede reducir la cantidad de agua retenida a un nivel inferior al necesario para el desarrollo de las propiedades deseadas. Los efectos potencialmente perjudiciales de la evaporación deben evitarse, ya sea mediante la aplicación de agua o impidiendo la evaporación excesiva.

b) Temperatura

La temperatura del concreto recién mezclado se ve afectada por diversos factores, tales como la temperatura ambiente, la absorción del calor del sol, la liberación del calor por hidratación del cemento, así como la temperatura inicial de los materiales. La evaporación del agua de mezclado o de curado en la superficie del concreto puede producir un efecto importante de enfriamiento que es benéfico, siempre y cuando la evaporación no sea tan importante como para causar baja resistencia final o agrietamiento por contracción plástica o por enfriamiento excesivo de la superficie.

Es preferible evitar temperaturas de curado mucho más elevadas que la temperatura promedio del concreto prevista durante su periodo de servicio, y mantener una temperatura razonablemente uniforme a través de toda la masa del concreto.

6.4.2 Métodos y Materiales Para el Curado

Existen diversos materiales, métodos y procedimientos para el curado del concreto, pero los principios son los mismos: garantizar el mantenimiento de un contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que se desarrollen las propiedades deseadas. Los dos sistemas para obtener un contenido satisfactorio de humedad son los siguientes:

- La continua o frecuente aplicación de agua por anegamiento, aspersión, vapor o cubiertos de materiales saturados, como mantas de yute o algodón, alfombras, tierra, arena, aserrín, paja o heno.

- Evitar la pérdida excesiva de agua en la superficie del concreto, mediante el empleo de materiales tales como las hojas de plástico o papel impermeable, o bien mediante la aplicación de compuestos de curado formadores de membrana sobre el concreto recién mezclado.

a) Curado con agua

Cuando se elige una aplicación de agua, se debe estudiar la economía del método particular que se usará en cada obra, puesto que la disponibilidad de agua, mano de obra, materiales de curado y otros factores, influirán en el costo. El método seleccionado debe proporcionar una cubierta completa y continua de agua. Cuando el aspecto es un factor importante, el agua debe estar libre de sustancias que ataquen, manchen o decoloren el concreto. A continuación se describen varios métodos de curado con agua.

Inundación o inmersión

Este método mantiene el concreto saturado o tan saturado como sea posible de manera que asegura la hidratación de los materiales cementantes.

Aunque se emplea rara vez, el método más completo de curado consiste en la inmersión total en agua de la unidad de concreto ya terminada. Se emplea en losas de piso, pavimentos y techos planos o en cualquier lugar en donde sea posible crear un charco mediante un borde o dique alrededor de la losa. El agua de curado no debe ser más fría de 11°C que el concreto, ya que el posible desarrollo de esfuerzos por temperatura en la superficie puede causar agrietamiento.

- **Rociado de niebla o aspersión**

Cuando la temperatura es bastante superior a la de congelación, el rociado de niebla o aspersión mediante boquillas o aspersores proporciona un curado excelente. Siempre que la temperatura del concreto esté más fría que la atmósfera dentro del recinto, el vapor a presión atmosférica hará que se presente sobre la superficie una película de humedad. Una de las desventajas del rociado es el costo

del agua. La aspersión o rociado intermitentes no son recomendables cuando permiten que se seque la superficie del concreto. El uso de mangueras es útil para empapar superficies verticales pero se debe tener cuidado de no provocar la erosión de dicha superficie.

- **Costales, mantas de algodón y alfombras**

Los costales, mantas de algodón, alfombras y otras cubiertas de material absorbente retendrán agua sobre la superficie de concreto sea ésta horizontal o vertical. Estos materiales deben estar libres de sustancias como azúcar o fertilizantes que pueden dañar el concreto, retardar el fraguado y decolorarlo. Los costales se deben lavar muy bien con agua para eliminar sustancias solubles y hacerlos más absorbentes. Mientras más pesado sea el costal, más agua retendrá y será necesario mojarlo con menos frecuencia. Es ventajoso colocarlo doble, traslapando las tiras hasta la mitad de su ancho, lo cual proporcionará una mejor retención de humedad y ayudará a que no se levante cuando sople viento fuerte o llueva.

- **Curado con tierra**

El curado con tierra mojada se ha empleado en losas o pisos. Lo esencial es que la tierra esté libre de partículas mayores de 25 mm y que no contenga cantidades peligrosas de materia orgánica u otras sustancias que puedan dañar el concreto (ver norma "ACI 201.2R Guide to durable concrete" capítulo 2).

- **Curado con arena y aserrín**

La arena limpia y el aserrín mojado se emplean para el curado del concreto de la misma manera que la tierra. Sin embargo, el aserrín que contiene cantidades excesivas **de ácido tánico** no se debe usar.

b) Curado con materiales selladores

Los materiales selladores son películas o membranas que se colocan sobre el concreto para reducir las pérdidas de agua por evaporación. El empleo de materiales selladores para el curado representa ventajas que hacen preferible su empleo, por ejemplo, los materiales selladores son más fáciles de manejar y se pueden aplicar más temprano, a veces, sin necesidad de un curado inicial. En regiones áridas son particularmente útiles para el curado de estructuras planas y para el concreto estructural masivo. Los materiales selladores más comunes son:

- Película plástica (ver norma "ASTM C171 Standard specification for sheet materials for curing concrete" Referencia 1.3.7.1)
- Papel Impermeable (ver norma "ASTM C171 Standard specification for sheet materials for curing concrete" Referencia 1.3.7.1)
- Compuestos líquidos para formar membranas de curado (ver norma "ASTM C309 Standard specification for liquid membrane-forming compounds for curing concrete" Referencia 1.3.1.9)

6.5 RETIRO DE FORMALETAS

El retiro de las formaletas debe estar de acuerdo con la sección 3.6 de la norma "ACI-347R Guide to formwork for concrete".

Las formaletas y demás elementos que soportan las cargas de los elementos estructurales durante su construcción, deben mantenerse en su posición hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para que sean capaces de soportar, con el suficiente margen de seguridad, su propio peso y el de las cargas permanentes o temporales que puedan actuar sobre ellos durante la construcción de la estructura.

Siempre y cuando el concreto tenga la resistencia a la compresión especificada en el diseño la formaleta de la cúpula solo debe retirarse a los 21 días a partir del último vaciado, o de acuerdo con las instrucciones de EMCALI EICE ESP.

Para el retiro de las formaletas de las demás partes de las estructuras deben exigirse los siguientes plazos mínimos aprobados por EMCALI EICE ESP:

- Paredes, Muros y Columnas: (2) Dos días
- Losas hasta de 10 cm de espesor (7) Siete días
- Losas más de 10 cm de espesor (15) Quince días
- Losas que soporten cimbras (28) Veintiocho días

El retiro de formaletas, para tiempos menores de los especificados, requiere la aprobación de EMCALI EICE ESP, mediante la presentación por parte del Contratista y/o Urbanizador de un estudio que demuestre y justifique que las cargas actuantes no deformen la estructura.

6.6 REPARACIÓN DEL CONCRETO DETERIORADO O DEFECTUOSO

6.6.1 Generalidades

Toda obra de concreto que no cumpla los requisitos de esta norma o presente hormigueros, huecos o cualquier otra imperfección debe ser demolida o reparada a juicio de EMCALI EICE ESP dependiendo de la magnitud del daño y de la importancia estructural del elemento para obtener superficies que cumplan con lo indicado en los planos y las tolerancias permitidas. (Ver Capítulo 6.3 de la presente norma).

Siempre y cuando EMCALI EICE ESP no requiera o apruebe lo contrario, todos los materiales y métodos usados en la reparación del concreto deben estar de acuerdo con los procedimientos recomendados por el U.S. Bureau of Reclamation en el "Concrete manual" y el Reporte "ACI 201.2R Guide to durable concrete" de American Concrete Institute. La reparación debe efectuarse por trabajadores calificados, en presencia de EMCALI EICE ESP.

El concreto utilizado para las reparaciones, debe ser de las mismas características (diseño de mezcla, resistencia del concreto, manejabilidad, asentamiento permitido) del concreto de la estructura a reparar.

Las reparaciones del concreto deben realizarse antes de veinticuatro (24) horas, contadas a partir de que se retiren las formaletas.

No deben llevarse a cabo reparaciones mientras que EMCALI EICE ESP no haya inspeccionado la localización de las reparaciones propuestas y determine el grado de aceptabilidad de la estructura.

6.6.2 Materiales para la Reparación del Concreto

El concreto defectuoso, así como el concreto que por exceso de irregularidades superficiales deba ser demolido y reconstruido adecuadamente, debe retirarse del sitio de la obra y reemplazarse con concreto, mortero o resinas epóxicas, según lo exija EMCALI EICE ESP.

6.7 PREFABRICADOS DE CONCRETO

6.7.1 Generalidades

Los elementos prefabricados que se muestran en los planos y los demás que EMCALI EICE ESP ordene construir, se fabrican de acuerdo con las normas aplicables de la "NSR-98 Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente" o "ACI 350/350R Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary" dependiendo de tipo de estructura que se va a construir.

6.7.2 Almacenamiento y Colocación

Los elementos prefabricados de concreto deben ser fabricados, curados y almacenados en soportes adecuados que impidan su deformación. No deben moverse antes de que el concreto haya alcanzado tal resistencia que se puedan manejar sin dañarlos.

Los elementos deben colocarse cuidadosamente en su posición final sin sobre-esforzarlos, ni someterlos a esfuerzos de naturaleza distinta a la prevista en su diseño.

6.7.3 Acabado

El acabado de los elementos prefabricados debe ser liso y de clases F2 ó F3 (ver capítulo 6.2 de esta Norma).

6.8 CONTROL DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN OBRAS DE CONCRETO POR PARTE DE EMCALI EICE ESP.

Durante la ejecución de los trabajos en obras de concreto, EMCALI EICE ESP debe adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el constructor para la formateada, producción y curado del concreto.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y de la mezcla de concreto (para concreto preparado en obra).
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Efectuar control de ensayos de los materiales y de las mezclas.

Como control de ensayos EMCALI EICE ESP puede exigir para los casos que autorice:

Para concreto preparado en obra:

- Las muestras de los materiales empleados en la preparación de concreto.
- Diseño de mezclas.
- Resultados de los ensayos de los materiales empleados en la preparación del concreto.
- Definición de los métodos de preparación y colocación de concreto.
- Resultados de los ensayos del concreto preparado.
- Los certificados sobre productos elaborados, los detalles y toda la información adicional relacionada con la elaboración y colocación del concreto que solicite EMCALI EICE ESP.

Para concreto suministrado por Central de mezclas:

- Resultados de los ensayos de los materiales empleados en la preparación del concreto.
- Resultados de los ensayos del concreto preparado.
- Los certificados sobre materiales empleados en la preparación del concreto, los detalles y toda la información adicional relacionada con la elaboración y colocación del concreto que solicite EMCALI EICE ESP.

Las condiciones, la forma de medida y pago para dichos ensayos se definen en las especificaciones técnicas para cada proyecto particular.

7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.

U.S. BUREAU OF RECLAMATION. Concrete manual. Denver, Colorado: U.S. Department of the interior & Bureau of Reclamation