

# NORMA DE CONSTRUCCIÓN CONCRETOS




CONTROL DE CAMBIOS									
Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AAAA					DD	MM	AA
11	11	2016	SAOV	PAGM	LFAG	Creación	01	01	2018
03	10	2018	SAOV	PAGM	LFAG	Modificación	03	10	2018

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 1 de 32

## CONTENIDO

1.	OBJETO .....	4
2.	ALCANCE .....	4
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	4
4.	REQUISITOS TÉCNICOS .....	7
4.1.	DESCRIPCIÓN .....	7
4.2.	DISPOSICIONES GENERALES .....	7
4.2.1.	Materiales .....	7
4.2.2.	Diseño de mezcla .....	8
4.2.3.	Mezclado del concreto .....	9
4.2.4.	Transporte del concreto .....	10
4.2.5.	Vaciado del concreto .....	11
4.2.6.	Encofrado y desencofrado .....	12
4.2.7.	Vibrado del concreto .....	15
4.2.8.	Curado del concreto .....	16
4.2.9.	Juntas de construcción .....	18
4.2.10.	Aditivos .....	20
4.2.11.	Acabados del concreto .....	20
4.2.12.	Reparaciones del concreto .....	20
4.2.13.	Resanes con mortero de consistencia seca .....	21
4.2.14.	Concreto ciclópeo .....	21
4.2.15.	Concreto para solado .....	22
4.2.16.	Concretos para recinte de muros .....	22
4.2.17.	Concretos con resistencia especificada .....	23
4.2.18.	Concreto para anclaje de tuberías .....	24
4.2.19.	Otras Resistencias o usos .....	24
5.	PRUEBAS Y ENSAYOS .....	24
5.1.	ENSAYOS DEL CONCRETO .....	25
5.1.1.	Asentamiento .....	25
5.1.2.	Resistencia del concreto .....	25
5.2.	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN LOS TANQUES DE AGUA .....	26
5.2.1.	Proceso de prueba .....	27
6.	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	27

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 2 de 32

6.1.	CUIDADOS ESPECIALES EN LA COLOCACIÓN.....	28
6.2.	CUIDADOS ESPECIALES EN TANQUES DE AGUA .....	28
6.3.	ALINEAMIENTOS Y TOLERANCIAS .....	28
6.3.1.	Variaciones en distancias entre ejes.....	28
6.3.2.	Tolerancias en muros, columnas, tanques u otro tipo de estructuras afines .....	29
6.3.3.	Tolerancias de losas, vigas, juntas horizontales visibles, y en general todo tipo de estructuras similares.....	29
6.3.4.	Tolerancias en recubrimientos de refuerzo .....	30
6.4.	SUPERFICIES FORMALETEADAS .....	30
6.4.1.	Superficie Tipo A-1 .....	30
6.4.2.	Superficie Tipo A-2 .....	30
6.4.3.	Superficie Tipo A-3. (Concreto a la Vista) .....	31
6.5.	SUPERFICIES NO FORMALETEADAS .....	31
6.5.1.	Acabado Tipo E-1 (Acabado a Regla).....	31
6.5.2.	Acabado Tipo E-2 (Acabado a Llana) .....	31
6.5.3.	Acabado Tipo E-3 (Acabado con Palustre) .....	32
7.	ACTIVIDADES GENERALES .....	32
8.	MATERIALES GENERALES .....	32

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 3 de 32

## 1. OBJETO

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que debe cumplir las construcciones que se realizan con concreto y que se utilizan en los diferentes negocios de EPM. Las especificaciones particulares de los concretos deben estar consignadas en los planos estructurales, y su construcción debe realizarse según dicha información.

## 2. ALCANCE

Esta norma aplica para la construcción de todo elemento que involucre el concreto en sus diferentes resistencias. Se debe certificar la calidad de sus materiales tal cual lo exigen las normas técnicas colombianas en su última versión, citadas en documentos referencia a continuación.

Este documento reemplaza en su totalidad a la Norma y Especificación General de Construcción - NEGC 501-00 "Concretos" y la NEGC 507-00 "Tratamiento de juntas".


## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales y demás documentos empleados como referencia en esta norma de construcción, deben ser considerados en su versión más reciente.


DOCUMENTO	NOMBRE
NSR-10	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente
NTC 30	Cemento Portland. Clasificación y nomenclatura
NTC 31	Cementos. Definiciones. Terminología relacionada con el cemento hidráulico
NTC 33	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la finura del cemento hidráulico por medio del aparato Blaine de permeabilidad al aire
NTC 77	Concretos. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos
NTC 78	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar por lavado el material que pasa el tamiz 75 µm en agregados minerales
NTC 92	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados
NTC 93	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la resistencia al desgaste de los agregados gruesos mayores de 19 mm, utilizando la Máquina de Los Ángeles
NTC 98	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste de agregados gruesos hasta de 37,5 mm, utilizando la Máquina de Los Ángeles
NTC 107	Cementos. Método de ensayo para determinar la expansión en autoclave del cemento hidráulico.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0		
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 4 de 32

DOCUMENTO	NOMBRE
NTC 109	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método para determinar los tiempos de fraguado del cemento hidráulico por medio de las agujas de Gillmore
NTC 110	Método para determinar la consistencia normal del cemento hidráulico
NTC 111	Especificaciones para la mesa de flujo usada en ensayos de cemento hidráulico
NTC 117	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el calor de hidratación del cemento hidráulico
NTC 118	Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante el aparato de Vicat
NTC 121	Especificación de desempeño para cemento hidráulico.
NTC 127	Concretos. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto
NTC 129	Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados.
NTC 174	Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto
NTC 176	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso
NTC 184	Cementos. Métodos de análisis químico de los cementos hidráulicos
NTC 221	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento hidráulico
NTC 225	Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del cemento hidráulico (método del mortero)
NTC 226	Cementos. Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico por medio de los tamices de 75 $\mu\text{m}$ - no. 200 - y 150 $\mu\text{m}$ - no. 100
NTC 237	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino
NTC 294	Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico utilizando el tamiz de 45 $\mu\text{m}$ (no.325)
NTC 297	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del cemento hidráulico (método de la pasta)
NTC 321	Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas
NTC 385	Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados
NTC 396	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto
NTC 454	Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Concreto fresco. Toma de muestras
NTC 504	Ingeniería civil y arquitectura. Refrendado de especímenes cilíndricos de concreto
NTC 550	Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 5 de 32

DOCUMENTO	NOMBRE
NTC 579	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia del mortero
NTC 589	Concretos. Método de ensayo para determinar el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznableles en los agregados
NTC 597	Determinación de la finura del cemento Portland por medio del turbidímetro
NTC 673	Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto
NTC 722	Concretos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto
NTC 890	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración
NTC 1028	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco método volumétrico
NTC 1032	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión
NTC 1294	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la exudación del concreto
NTC 1299	Concretos. Aditivos químicos para concreto
NTC 1513	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la elaboración, curado acelerado y ensayo a compresión de especímenes de concreto
NTC 1514	Cementos. Método de ensayo para determinar la expansión del cemento por medio de las agujas de "Le Chatelier"
NTC 1776	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados
NTC 1977	Compuestos líquidos formadores de membrana de curado para el concreto.
NTC 3318	Producción de concreto
NTC 3459	Concretos. Agua para la elaboración del concreto
NTC 3658	Ingeniería civil y arquitectura. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas
NTC 4045	Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural
ASTM C33	Standard Specification for Concrete Aggregates
ASTM C94	Standard Specification for Ready-Mixed Concrete
ASTM C150	Standard Specification for Portland Cement
ASTM C595	Standard Specification for Blended Hydraulic Cements
ASTM C618	Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete
ASTM C845	Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement
ASTM C989	Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars
ASTM C1157	Standard Performance Specification for Hydraulic Cement
ASTM 309	Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 6 de 32



DOCUMENTO	NOMBRE
ASTM C 805	Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete
ACI 308R-16	Guide to External Curing of Concrete
ACI 301M-16	Metric Specifications for Structural Concrete
ACI 350-06	Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures
ACI 347R	Guide to formwork for concrete
ACI 211.1	American Concrete Institute Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete.

#### 4. REQUISITOS TÉCNICOS

##### 4.1. DESCRIPCIÓN

El concreto es un material no homogéneo conformado por una mezcla de cemento, agua, arena, grava y aditivos en algunos casos, el cual, por una reacción química interna, se endurece hasta lograr una consistencia pétreo que presenta una alta resistencia a la compresión.

##### 4.2. DISPOSICIONES GENERALES

En los siguientes numerales se describen los aspectos generales que se deben cumplir para la construcción de cualquier estructura en concreto, teniendo en cuenta el almacenamiento y manejo de los materiales, el proceso de elaboración del concreto, disposición final y las actividades posteriores a la colocación del mismo.

No se permite la implementación de un diseño de mezcla empírica, por lo tanto, la mezcla se debe dosificar y mezclar de acuerdo con su diseño y previa aceptación de EPM.

El diseño de las mezclas de concreto se debe basar en la relación agua-cemento necesaria para obtener una mezcla plástica, manejable y con un asentamiento permisible, según las condiciones específicas de colocación, de tal manera que se logre un concreto de durabilidad, impermeabilidad y resistencia que esté de acuerdo con los requisitos que se exigen para las diversas estructuras, según los planos y especificaciones. La relación agua-cemento se debe indicar en el diseño de la mezcla.

##### 4.2.1. Materiales

En todos los casos, y para cualquier tipo de estructura, EPM puede analizar todas y cada una de las porciones de materiales que lleguen a la obra, rechazar las que no cumplan con las especificaciones, ordenar el relavado, limpieza, reclasificación o cambio de fuente.

El cemento debe cumplir con las normas técnicas (NTC 121) y (NTC 321), debe corresponder con el mismo tipo de cemento especificado en los diseños de mezcla, no se permite realizar mezclas con

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 7 de 32

varios tipos de cemento ya que estos tienen diferentes propiedades. Adicionalmente el concreto se debe almacenar sobre plataformas de madera mínimo 10cm por encima del nivel del piso y en sitios protegidos de los agentes atmosféricos, en depósitos o silos que eviten la humedad y los contaminantes. Éste debe estar empacado en sacos o bolsas de buena calidad y claramente identificados con la marca de fábrica, nombre del fabricante y peso neto.

Las pilas de almacenamiento no deben ser de más de 14 sacos para evitar la compactación de los sacos en la parte inferior, deben tener mínimo 50 cm cada 4 hileras de arrume, para proveer una adecuada ventilación. No se debe colocar sacos directamente contra las paredes de cierre de la instalación temporal de almacenamiento, y el cemento no debe pasar más de 30 días almacenado.

No se permite el consumo de cementos que hayan iniciado un fraguado falso. El cemento a granel se debe almacenar en tanques herméticos para prevenir su contaminación y el consumo se hace según las dosificaciones aprobadas, se debe usar un dispositivo apropiado de pesaje, el cual debe tener el debido certificado de calibración avalado por EPM, de acuerdo con la norma ASTM C 94.

El almacenamiento del agua se debe hacer en tanques limpios que no permitan contaminación con aceites, sales, materia orgánica o sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo, se deben cumplir las normas NTC 3459 (Agua para la elaboración de concreto).

Los agregados deben almacenarse en un lugar seco y libre de otro material de suelo que pueda contaminarlos, deben cubrirse con plástico u otro material para evitar la contaminación proveniente del aire, además, se debe arrumar tal que se evite la segregación del material. No se debe permitir el tránsito de vehículos sobre el material. Se debe cumplir con las normas NTC 174 y NTC 4045. Adicionalmente, se debe informar a EPM sobre el tipo de agregado a utilizar, localización de la cantera de procedencia, nombre del productor, gradación, gravedad específica y demás parámetros que apliquen o que EPM requiera.


En caso de usar otro material como colorantes, fibras u otro se puede usar si y solo si no afecta la durabilidad y resistencia del concreto y bajo aprobación previa de EPM.

#### 4.2.2. Diseño de mezcla

El diseño de la mezcla de concreto debe ser el indicado en los planos, especificaciones o el indicado por el ingeniero estructural, en caso de no especificarse el diseño de mezcla éste se debe realizar por el contratista y debe ser aprobado por EPM. Debe cumplir con la prueba de asentamiento según lo indicado en la norma técnica colombiana NTC 396.

Para comprobar el diseño de mezcla se debe realizar las pruebas de resistencia en laboratorio, las cuales deben estar máximo un 20% por encima de las resistencias obtenidas en obra.

Los materiales a usar en la mezcla de concreto deben ser aprobados por EPM 30 días antes, para lo

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 8 de 32



cual se debe presentar a EPM los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a cada tipo de mezcla, además también se debe presentar los resultados de los ensayos a los materiales si EPM lo considera necesario.

No se debe utilizar ninguna mezcla que no se encuentre aprobada por EPM. El uso de concreto premezclado no exime de la responsabilidad por cualquier acción correctiva que deba llevarse a cabo por no obtener las resistencias requeridas. Los gastos que estas acciones ocasionen serán por cuenta del Contratista.

Sólo el responsable del diseño estructural puede ordenar, por escrito, variaciones en la mezcla o en las resistencias, de acuerdo con el tipo de la estructura y las condiciones de la obra o del terreno.

En las mezclas sólo se aceptan dosificaciones proporcionales al peso. La aprobación dada por EPM a las distintas dosificaciones, no exime en nada la responsabilidad respecto a la calidad de los concretos incorporados a la obra.

#### 4.2.3. Mezclado del concreto

Para efectos técnicos del mezclado del concreto se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (capítulo C.5) y la norma NTC 3318 o ASTM C94.

Todos los concretos producidos en obra deben ser mezclados mecánicamente. El equipo debe ser capaz de combinar los componentes para producir una mezcla uniforme, dentro del tiempo y a la velocidad especificada, y descargar la mezcla del equipo sin que se produzca segregación de materiales.


Se debe tener como mínimo una mezcladora de reserva para garantizar que la programación en el vaciado sea continua.

La mezcladora debe girar a velocidad uniforme, y no puede ser operada a velocidades mayores o en exceso de la capacidad recomendadas por el fabricante. El contenido de la mezcladora se debe vaciar completamente antes de iniciar un nuevo mezclado.

Sólo se permite el mezclado por métodos manuales en sitios que presenten condiciones difíciles para el transporte o uso de la mezcladora mecánica y previa autorización de EPM. Esta mezcla se debe hacer sobre superficies limpias y en ningún caso sobre tierra u otras superficies que puedan afectar la calidad del concreto. Además, el mezclado no puede exceder de 0,50 m<sup>3</sup> y se debe cumplir rigurosamente la dosificación establecida por el diseño y en particular la relación agua cemento.

Bajo ninguna circunstancia se permite la preparación o almacenamiento de la mezcla directamente sobre pavimento.

Cuando se utilicen concretos preparados y mezclados en planta, estos deben cumplir todos los

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES			NC-MN-OC07-01	REV. <b>0</b>
	CONCRETOS			ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
				APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 9 de 32

requisitos exigidos en los diseños, normas y especificaciones en lo referente a materiales, resistencias, consistencias, impermeabilidad, manejabilidad, durabilidad, y en especial lo concerniente a transporte y al tiempo requerido, entre la fabricación y la colocación en la obra. Se deben asegurar las siguientes condiciones siguientes al momento de recibir la mezcla:

- Especificación de la mezcla.
- Antes de comenzar la descarga de la mezcla debe verificarse el documento llamado remisión, con el siguiente contenido:
  - Nombre de la empresa suministradora de mezclas.
  - Número consecutivo de la remisión.
  - Nombre de la empresa compradora y la obra.
  - Fecha y hora.
  - Volumen de la mezcla enviada.
  - Resistencia y tipo de mezcla (tamaño nominal del agregado grueso).
- Después de revisar la remisión chequear asentamiento de la mezcla. (NTC 396) y chequear temperatura.
- Toma de especímenes tipo cilindros (NTC 550).

Por ningún motivo se permite el uso de mezclas que tengan más de 30 minutos de haber sido preparadas, salvo aquellas que por efectos de diseño incluyan algún tipo de aditivo que retarde el fraguado o que dicha espera se dé dentro de un vehículo mezclador que permanezca agitando el concreto debidamente.

La cantidad de agua contenida en los agregados debe ser determinada periódicamente. Esta cantidad se tiene en cuenta al momento de adicionar el agua a la mezcla, con el objeto de mantener constante la relación agua-cemento (A/C).

No se permite la adición de agua al concreto cuando, después de producido, haya permanecido más de 30 minutos almacenado o en el medio de transporte y haya iniciado su fraguado.

#### 4.2.4. Transporte del concreto

Para efectos técnicos del transporte del concreto se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (capítulo C.5) y la norma NTC 3318 o ASTM C94.

El transporte del concreto se debe hacer lo más pronto posible, con los equipos adecuados y mediante procedimientos que garanticen la homogeneidad del concreto, se debe evitar pérdidas de material, segregación y contaminación de la mezcla.

Se deben garantizar las condiciones de acceso a todos los frentes de la obra, permitiendo el adecuado vaciado del concreto, éste debe ser almacenado o mezclado lo más cerca posible del sitio de vaciado final, ya que el transporte puede segregar los agregados del concreto a medida que el medio vibra

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. <b>0</b>
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: Indicada		PÁGINA: 10 de 32	

contra el suelo, y esto se incrementa a medida que se tienen con mayores distancias de acarreo.

Para el concreto premezclado el transporte debe ser cumplido en el horario programado y mediante la utilización de mixer con tambor mezclador, puesto que se debe considerar los tiempos de fraguado, los cuales deben ser tales que la mezcla conserve su homogeneidad, de lo contrario se debe usar aditivos retardantes de fraguado.

Los primeros 30 minutos después de mezclado, aun la mezcla está en estado plástico y no se tiene problema para su vertido, por tanto, se debe hacer la disposición final de éste antes de superar dicho período de tiempo. Cuando la mezcla se transporta en camión mezclador este tiempo puede extenderse hasta a 1 hora, siempre y cuando la mezcla permanezca en movimiento dentro del vehículo.

Si el transporte del concreto se realiza bajo condiciones climáticas extremas, se debe usar una protección adecuada, que garantice las condiciones iniciales del concreto.

#### 4.2.5. Vaciado del concreto

Para efectos técnicos del vaciado del concreto se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capítulo C.5) y la norma NTC 3318 o ASTM C94.


En los programas de trabajo exigidos en el pliego de condiciones y especificaciones, cuando el tipo de obra y el volumen de concreto a colocar lo ameriten, EPM puede solicitar una secuencia detallada de la colocación de los concretos por semana y la notificación 24 horas antes de cada vaciado, para poder verificar las condiciones necesarias para un vaciado satisfactorio, no se puede colocar concreto hasta la aprobación de EPM.

Al momento de comenzar el vaciado deben estar limpios los equipos de transporte, el refuerzo libre de óxidos o grasas, los encofrados recubiertos con desmoldante, además no puede haber estancamientos de agua y en caso de tener superficies de concreto colocado anteriormente que vayan a estar en contacto directo con el concreto nuevo deben haber recibido el tratamiento de juntas específico.

No se debe colocar concreto sobre lodo, aceites, tierra o llenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida. En cimentaciones sobre tierra, esta debe estar limpia, húmeda sin empozamiento y preferiblemente protegida con un solado o concreto pobre.

El concreto debe alcanzar una consistencia tal que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo, y de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación. El concreto se debe colocar tan pronto como sea posible, y nunca después de treinta 30 minutos de preparada la mezcla, a menos que haya sido dosificada con un aditivo autorizado por EPM que garantice su colocación después de ese tiempo.

No se debe dejar caer concreto verticalmente desde una altura mayor de 1,20 m, excepto cuando la

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 11 de 32

descarga se haga dentro de moldes de altura apreciable, como las de columnas, muros, y similares, en cuyo caso la altura libre de caída puede ser hasta de 3,00 m, siempre y cuando se utilice un aditivo que evite la segregación de los materiales y no se afecten las condiciones iniciales de la mezcla. En las columnas, para evitar los huecos debido a escurrimiento del concreto fresco, se debe regular la velocidad del vaciado de modo que se llene máximo 1,00 m de altura del molde en media hora.

No se permite el uso de canales o rampas sino para una distribución local de concreto en el encofrado, y ello requiere la aprobación de EPM. Las rampas o canales utilizados para la colocación del concreto deben tener una pendiente mayor de 1:2, y estar construidas adecuadamente para evitar la segregación. El concreto debe depositarse cerca a su posición final en la formaleta, de modo que no haya que moverlo más de dos 2,00 m dentro de la misma.

La colocación del concreto se debe hacer en forma continua en capas horizontales con un espesor no mayor a 45 cm, hasta llegar a la junta indicada en los planos, o la aceptada por EPM. La velocidad de colocación debe ser tal que no permita que las superficies de concreto hayan endurecido cuando se coloque la siguiente capa, de manera que se evite la aparición de grietas o planos de debilidad en las juntas de construcción. Además, la velocidad de colocación debe ser tal que no llegue a producir movimientos en las formaletas, o desplazamientos y distorsiones en las varillas de refuerzo.

Después de vaciado el concreto las barras de acero de refuerzo que se encuentren embebidas total o parcialmente no pueden doblarse o figurarse. Si en el momento de la colocación es necesario ayudar al concreto a pasar a través de la armadura de acero de refuerzo o llegar a lugares de poco espaciamiento se debe usar solo una barra de acero terminada en un arco y evitando desplazar las barras de acero o los agregados gruesos.

Para mezclas que requieran ser vaciadas mediante bombeo debe tenerse en cuenta su granulometría especial dada en la Norma ASTM C33, además es recomendable el uso de aditivos reductores de agua, superfluidificantes que mejoran la viscosidad y la cohesión del concreto.



Para vaciados en las noches o lugares oscuros, se debe tener la iluminación suficiente para ejecutar todas las labores de control y garantizar la seguridad industrial.

#### 4.2.6. Encofrado y desencofrado

Para efectos técnicos del encofrado y desencofrado del concreto se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capítulo C.6).

##### 4.2.6.1. Encofrado

El material de las formaletas debe ser el indicado en los planos o especificaciones de construcción o el aprobado por EPM, dentro de los materiales normalmente usados pueden estar los siguientes: madera laminada, acero, fibra de vidrio, aleaciones de aluminio, concreto prefabricado, paneles de yeso, caucho,

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. <b>0</b>
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
UNIDAD DE MEDIDA: Indicada		PÁGINA: 12 de 32	

cloruro de polivinilo y poliestireno. Éstas deben garantizar unidades de concretos iguales en forma, líneas y dimensiones a los elementos mostrados en los planos.

Las formaletas deben ser sólidas, adecuadamente arriostradas y amarradas, para mantener su posición y forma, y que resistan las cargas a las que puedan ser sometidas, tales como presiones por colocación y vibrado del concreto, carga muerta de diseño y cargas vivas.

En el momento de colocar el concreto, la superficie de la formaleta debe estar libre de incrustaciones de mortero, óxidos o de cualquier otro material, y no debe tener perforaciones, imperfecciones, deformaciones o uniones defectuosas, que permitan filtraciones de la lechada a través de ellas o irregularidades en las caras del concreto.

Se debe cubrir la superficie de la formaleta que vaya a estar en contacto con el concreto con una capa de desmoldante, aceite mineral, aceite de higuera o parafina, para evitar la adherencia entre el concreto y la formaleta, teniendo especial cuidado en no ensuciar las barras de refuerzo ni las juntas de construcción. Se prohíbe la utilización de aceite quemado para lubricación de las formaletas.

Los tensores para la fijación de las formaletas deben tener un diseño tal que los agujeros que queden sean tan pequeños como sea posible, que garanticen el alineamiento de la formaleta y constituidos por pernos provistos de rosca y tuerca. Los tensores de alambre para la fijación de formaletas sólo se permiten en superficies no expuestas de las estructuras terminadas y bajo aprobación de EPM. Todo hueco dejado por los tensores debe ser resanado con mortero de consistencia seca inmediatamente después de que se retire la formaleta.

Las abrazaderas deben ser de tal forma que la porción que permanezca embebida en el concreto esté por lo menos a 5 cm por dentro de las superficies terminadas y permitan retirar los extremos exteriores de las mismas, sin producir daños en las caras del concreto.

Cuando se trate de superficies expuestas se debe poner biseles en las esquinas de las formaletas para garantizar el chaflán.

#### 4.2.6.2. Desencofrado

El desencofrado debe realizarse sin movimientos bruscos, choques o destrucción de las esquinas o superficie del concreto. Se debe efectuar cuando el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar con seguridad su propia carga, más cualquier otra sobrepuesta que pudiera colocarse, previo a la evaluación de la magnitud de éstas.

El ACI “American Concrete Institute” en su documento ACI 347R (Guide to formwork for concrete), recomienda que se utilice el criterio de ganancia de resistencia que haya definido el ingeniero estructural para determinar la edad del concreto para desencofrar. En ausencia de dicho criterio, el ACI 347R presenta la siguiente tabla como guía para la edad de desencofrado en estructuras de concreto:

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>			<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>			ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
				APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
					PÁGINA: 13 de 32



Tabla 1. Guía para edad de desencofrado (en ausencia de recomendaciones dadas por el ingeniero estructural). Tomado de ACI 347R Guide to formwork for concrete



Muros	12 horas	
Columnas	12 horas	
Encofrado lateral de vigas	12 horas	
Losas con viguetas		
Páneles de 900mm de ancho o menos	3 días	
Páneles de más de 900mm de ancho	4 días	
Losas postensadas	Cuando están totalmente tensionadas	
Fondo de vigas y viguetas	Dónde la carga viva de diseño es:	
	< carga muerta	> carga muerta
Menos de 3m de luz	7 días	4 días
3m a 6m de luz	14 días	7 días
6m o más de luz	21 días	14 días
Losas en una dirección		
	< carga muerta	> carga muerta
Menos de 3m de luz	4 días	3 días
3m a 6m de luz	7 días	4 días
6m o más de luz	10 días	7 días
Losas en dos direcciones	Dependiendo si el reapuntamiento (cuando sea requerido) se coloca inmediatamente después del desencofrado. Cuando el reapuntamiento se requiere para minimizar deflexiones o flujo plástico (en vez de distribución de las cargas de construcción de las losas), la capacidad de los puntales y su espaciamiento debe ser definido por un ingeniero	

La formaleta inferior y el apuntalamiento para elementos horizontales se debe retirar partiendo del centro del elemento hacia los extremos, de tal forma que se pueda observar el comportamiento de la estructura y en caso algún comportamiento anormal poder re-apuntalar de inmediato.

El retiro de formaletas para tiempos menores de los especificados requiere la aprobación de EPM, previo a un estudio que demuestre y justifique que las cargas actuantes no deformarán la estructura.

La formaleta de la cúpula, en tanques circulares, sólo podrá retirarse a los 21 días a partir del último vaciado, siempre y cuando el concreto haya adquirido la resistencia especificada en el diseño.

En casos especiales y donde se puedan presentar esfuerzos altos en las estructuras antes de terminar el fraguado de la mismas, EPM puede exigir que las formaletas permanezcan colocadas por un mayor

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 14 de 32



tiempo.

Inmediatamente se retiren las formaletas se harán las reparaciones necesarias en las superficies del concreto y se iniciará el proceso de curado que corresponda.

#### 4.2.6.3. Embebidos en el concreto

Para efectos técnicos de los elementos que deban quedar embebidos en el concreto, tales como tuberías u otros elementos, se debe cumplir lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capítulo C.6).

#### 4.2.6.4. Re-apuntalamiento

El re-apuntalamiento de la estructura debe estar previsto con anterioridad. Los tableros para las losas se deben soportar firmemente con vigas y tacos metálicos, (se usan los de madera solo bajo aceptación de EPM), espaciados y arriostrados suficientemente para asegurar la estabilidad de la obra y la seguridad del personal. Los tacos metálicos deben contar con certificados vigentes (inferior a 3 meses), de la capacidad de carga de los mismos. Los certificados deben ser individuales de acuerdo a la procedencia y su altura. Se deben evitar daños a la obra y los accidentes por deficiencia en el tacado de las losas.

Las losas que estén a más de 3,20 m sobre la superficie de apoyo para la formaleta de soporte, deben ser tacadas con tendidos múltiples de durmientes, tacos y diagonales (pie de amigo), es decir, se deben ejecutar superficies intermedias de soporte, debidamente apuntalada para evitar desplazamientos laterales.

En caso de utilizar tacos de madera, éstos pueden ser cuadrados o circulares, pero en ambos casos de 10 cm o más de lado o diámetro y deben ser rectos y resistentes. Los tacos de madera deben tener una procedencia de bosques maderables y ser aceptados por EPM.

#### 4.2.7. Vibrado del concreto

El concreto se debe colocar con la ayuda de equipo mecánico de vibradores, complementado por labores manuales, bajo ninguna circunstancia se permite el vibrado del concreto con maderos u algún otro objeto diferente a un vibrador. En sitios de difícil acceso se puede vibrar el concreto de manera manual con varilla de acero previa autorización de EPM.

La selección del vibrador se debe hacer por parte del contratista y debe ser aprobado por EPM.

El equipo de vibración debe ser accionado por electricidad o aire comprimido, y ser del tipo interno que opere por lo menos entre 7 000 a 10 000 rpm cuando se sumerja en el concreto. Fuera de los vibradores necesarios para el vaciado, se debe tener mínimo dos vibradores de reserva.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0	
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM	
		APROBÓ: LFAG	FECHA:	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 15 de 32

Los vibradores se deben aplicar directamente dentro de la masa de concreto, en posición vertical y en ningún caso se deben usar para transportar concreto dentro de la formaleta. La intensidad de la vibración y la duración de la operación de vibrado, deben ser las necesarias y suficientes para que el concreto fluya y envuelva totalmente el refuerzo, alcanzando la consolidación requerida sin que se produzca la segregación de los agregados. El tiempo de vibrado puede variar entre 5 y 15 segundos, para concretos con asentamiento entre 25 mm y 75 mm. En general, para la mayoría de los casos, 10 segundos son suficientes para lograr la densificación del concreto.

El vibrador debe penetrar en la capa colocada previamente para que las dos capas se ligen adecuadamente, pero no llegar hasta las capas más bajas que ya han obtenido su fraguado inicial, o en concreto que no muestre plasticidad durante el vibrado, o en sitios donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos.

El vibrador hace que el concreto que está dentro de su área de influencia se comporte como un líquido espeso y se consolide mejor, dicho dispositivo de vibración debe introducirse dentro del concreto verticalmente y retirado muy lentamente.

La vibración debe complementarse golpeando exteriormente con martillo neumático, o usando varillas en las esquinas y ángulos de las formaletas, mientras el concreto esté todavía plástico y manejable, a fin de impedir vacíos.

#### 4.2.8. Curado del concreto



Para efectos técnicos del curado concreto se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capítulo C.5), el ACI 308 y la norma técnica colombiana NTC 890.

el curado debe prolongarse hasta que el secado de la superficie del concreto no lo afecte y hasta que la hidratación del cementante haya progresado hasta que las propiedades deseadas se hayan obtenido y las medidas de curado deben ponerse en práctica tan pronto como el concreto esté en riesgo de secarse prematuramente y cuando dicho secado deteriore el concreto o impida el desarrollo de las propiedades requeridas.

Después de que se alcanza el fraguado final, el cual la norma técnica colombiana NTC 3318 describe como el momento cuando el elemento alcanza una resistencia a la penetración de 27,6 MPa, para evitar contracciones por exudación y evaporación del agua, se debe mantener el contenido de humedad satisfactorio durante la hidratación de los materiales cementantes, el cual se denomina curado.

El curado debe ejecutarse durante siete días a partir del vaciado del elemento.

A continuación, se especifica la implementación de los diferentes métodos de curado:

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 16 de 32

#### 4.2.8.1. Curado por agua

El curado se debe hacer con agua limpia cubriendo totalmente todas las superficies expuestas con lienzos permanentemente saturados, o manteniéndolas mojadas por un sistema de tuberías perforadas, de regadores mecánicos u otro método apropiado, que las mantenga continuamente húmedas.

#### 4.2.8.2. Curado por compuestos sellantes

Se puede hacer el curado por medio de compuestos sellantes con aprobación de EPM, en cuanto al tipo y características del compuesto que se utilice y al sitio de utilización del mismo. El compuesto debe cumplir con las especificaciones de la norma técnica NTC 1977 para dicho tema, y para su aplicación y uso se deben seguir las especificaciones dadas por el fabricante

El compuesto sellante debe formar una membrana que retenga el agua del concreto y se debe aplicar con pistola o con brocha inmediatamente después de retirar las formaletas y humedecer la superficie del concreto hasta que se sature. Cuando se utiliza compuesto sellante para el curado de concreto, las reparaciones de éste no pueden hacerse hasta después de terminar el curado general de las superficies. Las áreas reparadas se deben humedecer o cubrir con compuesto sellante siguiendo las precauciones generales del curado.



Los concretos que no hayan sido curados y protegidos como indiquen las especificaciones del proyecto, o como los ordene EPM, no se aceptan hasta tanto sean reparados adecuadamente. En los casos que sean necesarios se puede ordenar su demolición

#### 4.2.8.3. Curado y protección para tanques de agua

Con relación al curado y protección de los concretos para tanques de agua, además de lo exigido anteriormente se tendrá en cuenta lo siguiente:

Para evitar el agrietamiento por retracción, todas las superficies de concreto del tanque se deben mantener húmedas por un tiempo mínimo de 7 días.

El curado de las losas de fondo se debe hacer preferiblemente bajo capas de agua, una vez que se haya terminado el vaciado, por un período no inferior a 7 días. Mientras se termina la losa, el curado se debe hacer por irrigación y posterior cobertura con tela plástica; se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y las demás normas vigentes dentro del período de ejecución de las obras hasta su recibo definitivo por parte de EPM.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0		
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 17 de 32

#### 4.2.8.4. Curado por medio de vapor

Cuando se trate de acelerar el aumento de resistencia y reducir el tiempo de fraguado, puede emplearse el curado a vapor de acuerdo con las recomendaciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y las demás normas vigentes, dentro del período de ejecución de las obras hasta su recibo definitivo por parte de EPM.

#### 4.2.9. Juntas de construcción

Para efectos técnicos de las juntas de construcción, se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capítulo C.6.4).

Sólo se permiten juntas de construcción en los lugares que se indican en los planos o determine EPM, y se deben construir de acuerdo con el diseño que aparece en ellos; éstas se deben proteger de: los rayos solares, tráfico de personas o vehículos, lluvias, agua corriente, materiales colocados sobre ella, o cualquier cosa que pueda alterar el fraguado del concreto. Las juntas verticales y horizontales en caras expuestas deben biselarse uniforme y cuidadosamente para que produzcan una buena apariencia.


Cuando por fuerza mayor se suspenda el vaciado de vigas y losas, la junta se debe hacer en el tercio medio de la luz libre entre apoyos; utilizando siempre un producto que garantice una buena adherencia entre concreto endurecido y concreto fresco. Este producto debe estar previamente aprobado por EPM antes de su utilización y se debe aplicar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Después de preparar la superficie de las juntas horizontales, éstas se deben cubrir con una capa de mortero de unos 2 cm de espesor, con la misma relación arena-cemento del concreto, y la colocación del nuevo concreto se debe hacer antes de que el mortero fragüe. Si el concreto anterior ya ha secado y endurecido, se debe humedecer hasta la saturación. Cuando se indique en los planos, o lo autorice EPM, se reemplaza el proceso anterior por un adhesivo imprimante, como se indica en la norma NC-MN-OC07-06.

La preparación de las superficies de las juntas de construcción debe hacerse por medio de un chorro de aire y agua a presión, después de que el concreto haya empezado a fraguar, pero antes de que se haya iniciado el fraguado final, para retirar la lechada y descubrir los agregados, pero sin producir aflojamiento de éstos.

Después de ejecutado lo anterior, se debe limpiar con agua las superficies de las juntas hasta que el agua no presente síntomas de turbiedad. Las superficies de las juntas se deben limpiar nuevamente con un chorro de agua y aire a presión inmediatamente antes de colocar el concreto del vaciado posterior.

Cuando sea necesario retirar de las superficies de las juntas materiales extraños como lechada, manchas, basuras o partículas adheridas a ella, es necesario utilizar un chorro de arena húmeda o de

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>		
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 18 de 32

aire, y limpiarlas con cepillo de alambre para mejorar las condiciones de adherencia antes de colocar el nuevo concreto. Si lo anterior no se hace, debe picarse la junta hasta descubrir el agregado grueso.

#### 4.2.9.1. Juntas de expansión y contracción

Las juntas de expansión y de contracción se deben construir en los sitios y con las dimensiones que se muestran en los planos, a menos que EPM indique algo diferente. En general, el refuerzo o cualquier otro elemento, excepción hecha de los sellos de impermeabilización, no debe cruzar estas juntas.

Donde se muestre en los planos, o donde lo indique EPM, las juntas de contracción se deben cubrir con un producto imprimante aprobado por EPM. Todas las juntas de expansión deben llevar material premoldeable adecuado para las condiciones a las que va estar expuesto. El material se aplica según las recomendaciones del fabricante.

Las superficies donde se debe aplicar el imprimante o el material premoldeable deben estar limpias y secas antes de la colocación. Los sellos se deben instalar de manera tal que formen un diafragma impermeable continuo en la junta, tal como se indica en la norma NC-MN-OC07-06.

Cuando se utilice icopor durante el vaciado para dejar la ranura de dilatación, éste debe retirarse en su totalidad antes de aplicar el imprimante en las superficies de concreto, las cuales se deben secar previamente, y de llenar la ranura con el material especificado.

Las juntas de expansión y contracción deben hacerse tan sencillas como sea posible, la junta debe permitir el movimiento libre de los segmentos adyacentes de la estructura, prevenir la entrada de agua y desechos y permitir el fácil mantenimiento, adicionalmente, el acero de refuerzo no debe pasar a través de una junta de expansión y contracción.



#### 4.2.9.2. Juntas de construcción para tanques de agua

Además de lo especificado anteriormente, Se tendrá en cuenta lo siguiente:

La unión entre la fundación y la pared anillo de fundación no es una junta de construcción propiamente dicha, sólo se requiere que allí se desarrolle un vínculo friccional. En estos casos, se debe utilizar el adhesivo imprimante que se especifique en los planos, o determine EPM según la norma NC-MN-OC07-06. No se puede utilizar ningún adhesivo imprimante que no esté previamente aprobado por EPM.

Para evitar planos de falla en las estructuras, la posición de las juntas de construcción debe alternarse tanto horizontal como verticalmente.

No se debe presentar tráfico ni se deben usar formaletas sobre las superficies de juntas horizontales.

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>			<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>			ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
				APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 19 de 32



#### 4.2.10. Aditivos

Para efectos técnicos del uso de aditivos en los concreto se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y la norma técnica colombiana NTC 1299.

No se permite el uso de aditivos que afecten desfavorablemente la resistencia de la mezcla, o las propiedades del acero; por esto se exigen los mayores cuidados para emplearlos siguiendo las instrucciones del fabricante y de acuerdo con un diseño de mezclas específico, ensayado por medio de cilindros de prueba.

Todo aditivo utilizado en la obra debe ser previamente aprobado por EPM, mínimo con treinta días calendario anteriores a su utilización. Se prohíbe completamente el uso de los aditivos a base de cloruro de calcio.

Si EPM encuentra que la calidad y las cualidades que el aditivo a adicionar, no corresponden a lo indicado por el fabricante, puede ordenar que se suspenda su inclusión en las mezclas de concreto y, si ha demeritado la calidad del concreto exigida en las especificaciones, puede ordenar la reparación o demolición y la reconstrucción de la parte fabricada con ese aditivo.

#### 4.2.11. Acabados del concreto

Para las superficies de concreto a la vista las formaletas se deben construir con madera fina machihembrada y pulida, triplex, lámina de acero o similares, con espesores de acuerdo con los diseños presentados para las mismas y aprobadas por EPM.

Cuando con el concreto a la vista se busquen efectos ornamentales, las formaletas recibirán el tratamiento adecuado para lograr la textura y acabado deseados

El acabado de todas las superficies debe ser ejecutado por personal técnico experto y se debe hacer bajo la vigilancia de EPM, se deben revisar las irregularidades de las superficies para determinar si están dentro de los límites aquí especificados.

Las irregularidades superficiales en los acabados se clasifican como bruscas o graduales. Todas las juntas mal alineadas y los resaltos o depresiones súbitas, producidos por mala colocación de las formaletas o por defectos de construcción, se consideran como irregularidades bruscas y se miden directamente. Las demás irregularidades se considerarán como graduales y se miden por medio de reglas metálicas o su equivalente para superficies curvas. Se utilizan reglas de 1,50 m. para superficies formaleteadas y de 3,00 m para superficies no formaleteadas.

#### 4.2.12. Reparaciones del concreto

Toda obra de concreto que no cumpla los requisitos enumerados en esta norma o presente

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 20 de 32



hormigueros, huecos y cualquier otra imperfección, debe ser reparada o demolida, a juicio de EPM y del ingeniero calculista.

Las reparaciones de la superficie del concreto se deben hacer únicamente con personal experto. Se debe corregir todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies del concreto se ajusten a los requisitos exigidos por esta norma.

Todas las reparaciones de la superficie del concreto se deben realizar antes de 24 horas, contadas a partir del momento en que se retiren las formaletas. Las incrustaciones de mortero y rebordes resultantes de empates de tablero se deben pulir cuidadosamente, inmediatamente después de retiradas las formaletas. Donde el concreto haya sufrido daños, tenga hormigueros, fracturas, defectos, y donde sea necesario hacer resanes debido a depresiones mayores que las permisibles, las superficies se deben picar hasta retirar totalmente el concreto o hasta donde lo determine EPM, y resanarse con mortero o concreto de consistencia seca hasta las líneas requeridas de acuerdo con la naturaleza de la reparación, previa utilización de adhesivos autorizados por EPM. En el caso de fracturas, el picado de las superficies debe tener la profundidad suficiente para permitir una buena adherencia y retención del resane y ejecutarse con sección en forma de cola de pescado. El concreto utilizado para las reparaciones debe ser de las mismas características del concreto de la estructura a reparar.

Todas las superficies reparadas se deben someter a curado, como lo especifica esta norma.



#### 4.2.13. Resanes con mortero de consistencia seca

El mortero de consistencia seca se usa para reparación de agujeros cuya profundidad sea igual o mayor que la dimensión menor de la sección del hueco, pero no puede utilizarse para depresiones poco profundas donde no pueda confinarse, o para huecos que atraviesan completamente la sección, ni en reparaciones que se extiendan más allá del refuerzo. El mortero de consistencia seca se debe preparar mezclando por volumen seco, dos partes de cemento y cinco partes de arena que pase por la malla No. 16. El color del mortero debe ser igual al de la superficie terminada del concreto y para obtenerlo se debe utilizar la cantidad de cemento blanco necesaria.

Después de retirar completamente el concreto defectuoso y humedecer por tiempo suficiente las superficies de contacto, se debe aplicar el mortero en capas de más o menos un centímetro por medio de golpes de martillo sobre varillas de madera de más o menos 2 cm de diámetro. Los aditivos a utilizar deben estar aprobados por EPM.

#### 4.2.14. Concreto ciclópeo

Se debe usar concreto ciclópeo en los sitios indicados en los planos o definidos por EPM, donde sea necesario profundizar las excavaciones por debajo de la cota proyectada o con el objeto de obtener una cimentación de soporte deseada. Su dosificación debe ser la indicada en los planos, en las especificaciones de obra o la definida por EPM, y se debe preparar por volumen. La mezcla debe tener

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 21 de 32

una resistencia mínima a la compresión  $f'c=21$  MPa y 30% de piedra o una resistencia  $f'c=17,5$  MPa y 40% en piedra. Las piedras se deben distribuir uniformemente en forma estratificada.

Entre las capas de piedra debe colocarse concreto simple, con un espesor mínimo de 30 cm, con el fin de que sirva de sustentación a la capa de piedra subsiguiente.

Para evitar el daño de las formaletas, deben colocarse cuidadosamente las piedras, dejando contra éstas un recubrimiento mínimo de 7,5 cm. Además, las piedras deben lavarse antes de colocarlas para remover cualquier material extraño adherido a su superficie; de lo contrario, pueden ser rechazadas por EPM. Como norma general, las piedras deben humedecerse previamente hasta la saturación, con una hora de anticipación como mínimo, para evitar que absorban la humedad de la mezcla de concreto, lo cual afectaría el fraguado normal y por consiguiente su resistencia final.

En estructuras con espesores menores de 80 cm, la distancia libre entre piedras, o entre piedras y la superficie de la obra, no debe ser menor de 10 cm. En estructuras con espesores mayores, estas distancias no deben ser menor de 15 cm. En estribos y pilas no deben usarse concreto ciclópeo en los últimos 50 cm por debajo de la superficie o asiento de la superestructura o placa.

La piedra debe ser limpia, durable, libre de fracturas y no meteorizada, con tamaños entre 15 y 30 cm, según la estructura en que se requiere, deben cumplir las especificaciones del agregado grueso, salvo en lo que se refiere a la gradación. No se aceptan piedras planas ni alargadas en las cuales su longitud sea más del doble de cualquiera de sus otras dimensiones. Todas y cada una de las piedras deben quedar totalmente rodeadas de concreto sin que la distancia mínima entre dos piedras adyacentes, o las piedras y la cara del bloque de concreto, sea menor de 10 cm. Las piedras deben quedar perfectamente acomodadas dentro de la masa de concreto y colocadas en ésta con cuidado. Ninguna piedra puede quedar pegada a la formaleta.

El concreto debe vibrarse por métodos manuales al mismo tiempo que se agregan las piedras para obtener una masa uniforme y homogénea.

#### 4.2.15. Concreto para solado

Las fundaciones para columnas, muros, y similares que lleven refuerzo, se deben realizar sobre un solado de concreto pobre de 5 centímetros de espesor, con una resistencia mínima de 7 MPa.

#### 4.2.16. Concretos para recinte de muros

Se debe usar el concreto indicado en los planos o definidos por EPM para garantizar la estabilidad de las estructuras vecinas y de la obra en construcción. Se debe tener en cuenta el costo de todos los elementos adicionales necesarios para acometer este tipo de actividad.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES		NC-MN-OC07-01	REV. 0
	CONCRETOS		ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
			APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
				PÁGINA: 22 de 32

#### 4.2.17. Concretos con resistencia especificada

Los sitios de colocación y las resistencias del concreto deben ser los indicados en los planos y los definidos por el diseño estructural, considerando todos los requisitos que se establecen en el reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 con respecto a la durabilidad, la calidad, el mezclado y la colocación del concreto.

A continuación, se mencionan algunas aplicaciones para las cuales se utilizan diferentes valores de resistencia a la compresión ( $f'c$ ), dichos valores deben ser tomados únicamente como valores de referencia, ya que desde el diseño podrán recomendarse valores diferentes de acuerdo a las particularidades de la estructura.

##### 4.2.17.1. Concreto de 21 MPa

- Empotramiento de tuberías
- Placa-huella
- Bordillos y topellantas
- Cunetas
- Bloques de anclaje y apoyos para tuberías

##### 4.2.17.2. Concreto de 24 MPa


- Apoyos y elementos de confinamiento para pavimentos
- Cimentaciones

##### 4.2.17.3. Concreto de 28 MPa

- Cámaras de inspección (tapas, anillos, conos, cilindro, losa de fondo)
- Aliviaderos, incluyendo cañuelas elevadas
- Cámaras de caída de la infraestructura de alcantarillado
- Cajas para válvulas, estaciones reguladoras de presión, estaciones de medición de caudal.
- Cajas y cámaras para redes subterráneas de energía
- Pilotes prefabricados
- Losas, vigas y columnas
- Dinteles y sillares
- Muros de contención
- Cabezotes

##### 4.2.17.4. Concreto para tanques y estructuras de ingeniería ambiental

De acuerdo con el reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, para las

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0		
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 23 de 32

estructuras propias de ingeniería ambiental, dentro de las cuales se incluyen los tanques y compartimientos para almacenamiento, flujo y tratamiento de líquidos, la resistencia mínima a la compresión  $f_c$  especificada para el concreto no debe ser menor de 28 MPa.

Es importante tener en cuenta que, dependiendo de las condiciones de exposición y los requisitos especiales de durabilidad del concreto, el diseñador estructural debe seleccionar no solamente la resistencia a la compresión sino también otros parámetros como la relación agua/cemento, el tamaño máximo de agregados, el contenido mínimo de cemento y de otros cementantes, la cantidad y tipos de aditivos, aire incluido, entre otros.

Todos los requisitos para establecer el diseño y construcción de este tipo de estructuras de ingeniería ambiental deben realizarse de acuerdo a lo especificado en el capítulo C.23 del reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

#### 4.2.18. Concreto para anclaje de tuberías

Donde lo indiquen los planos o lo indique EPM se deben construir macizos de concreto para anclaje de las tuberías, con los detalles y dimensiones indicados en los planos. Estos anclajes deben contar con las resistencias especificadas en los planos o las indicadas por EPM.

Cuando sea necesario, se debe utilizar un aditivo acelerante de fraguado y ganancia de resistencia, el cual debe ser aprobado previamente por EPM y utilizado de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

Cuando la pendiente de la rasante de la zanja para la instalación de la tubería es mayor de 30 grados y si las uniones de la tubería de la conducción no son soldadas, es decir, si son del tipo de espigo-campana o de manguito con empaque, se debe anclar o atracar las tuberías por pendiente, con las recomendaciones del fabricante de la tubería y con las instrucciones de EPM.

#### 4.2.19. Otras Resistencias o usos

Los concretos que requieran otras resistencias o usos se indican en los planos y/o en el formulario de propuesta o en las normas correspondientes al servicio en particular, todo de acuerdo con lo que indique el diseñador estructural.

### 5. PRUEBAS Y ENSAYOS

Se deben realizar los ensayos correspondientes de acuerdo con lo establecido en el capítulo C.5 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Para recepción en obra se deben hacer las pruebas de asentamiento y la toma de cilindros para ensayarlos y determinar la resistencia a la compresión, cuando este parámetro sea el que prime.

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>		<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>		ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
			APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
				PÁGINA: 24 de 32

## 5.1. ENSAYOS DEL CONCRETO

Para controlar la calidad de los concretos se deben hacer los siguientes ensayos y los informes escritos de los resultados deben hacer parte del diario de la obra:

### 5.1.1. Asentamiento

Las pruebas de asentamiento se deben hacer por cada 5 metros cúbicos de concreto a vaciar y deben ser efectuados con el consistímetro de Kelly según la norma ASTM-C360 o con el cono de Abrams según la norma técnica colombiana NTC 396. Los asentamientos máximos para las mezclas proyectadas deben ser los indicados al respecto para cada tipo, de acuerdo con la geometría del elemento a vaciar y con la separación del refuerzo.

### 5.1.2. Resistencia del concreto



Las muestras deben tomadas y curadas de acuerdo con las normas técnicas colombianas NTC 550 y NTC 454 y los ensayos se deben realizar teniendo en cuenta las normas técnicas colombianas NTC 504 y NTC 673.

La preparación y ensayo de cilindros de prueba que testifiquen la calidad de los concretos usados en la obra es obligatorio, se debe hacer con la respectiva vigilancia de EPM. Cada ensayo comprende la rotura de mínimo 7 cilindros de prueba ensayando 2 por cada edad, es decir a los 7, 14 y 28 días; además una como testigo a fallar para comprobación posterior. Se considera como la resistencia final obtenida a los 28 días. Los otros cuatro resultados (7 y 14 días), se toman como información anticipada, proyectando las resistencias hasta los 28 días, mediante la relación entre las resistencias a los 7 y 14 días, presentadas inicialmente y aprobadas por EPM. En ningún caso se permite que se ensaye un solo cilindro ya que éste no se considera como una muestra y no constituye un ensayo válido.

Para efectos de confrontación se debe llevar un registro indicador de los sitios de la obra donde se usaron los concretos probados, la fecha de vaciado y el asentamiento. Se debe hacer una prueba de resistencia a la compresión por cada 10 m<sup>3</sup> de mezcla a colocar por cada tipo de concreto. Si el volumen de algún tipo de mezcla a vaciar en 1 día, es menor de 10 m<sup>3</sup>, se debe tomar una muestra para ensayo de resistencia a la compresión, o una muestra por elemento estructural, o según lo indique EPM. Debe considerarse que una muestra consta 7 cilindros para fallar, parejas, a los 7, 14 y 28 días, más uno de comprobación posterior (testigo).

Las pruebas deben ser tomadas separadamente de cada mezcladora o tipo de concreto y sus resultados se consideran también separadamente, o sea que en ningún caso se debe promediar los resultados de cilindros provenientes de diferentes máquinas mezcladoras o tipo de concreto.

La resistencia promedio de todos los cilindros debe ser igual o mayor a las resistencias especificadas, y por lo menos el 90% de todos los ensayos deben tener una resistencia igual o mayor a esa resistencia.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0	
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM	
		APROBÓ: LFAG	FECHA:	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 25 de 32



En los casos en que los resultados obtenidos de ensayar los cilindros tomados para cualquier actividad del contrato estén por debajo de los requerimientos indicados en los planos y especificaciones, y teniendo en cuenta el concepto del ingeniero calculista, EPM puede ordenar que el concreto sea demolido y reemplazado con otro que sí cumpla con lo especificado. Los costos de estas correcciones corren por cuenta del contratista.

Cuando la resistencia de los cilindros ensayados a los siete días esté por debajo de las tolerancias exigidas, se debe prolongar el curado de las estructuras hasta que se cumplan tres semanas después de vaciados los concretos. La decisión definitiva se toma con los cilindros ensayados a los veintiocho días, los cuales se deben someter a las mismas condiciones de curado que el concreto colocado en obra.

Cuando los cilindros ensayados a los veintiocho días presenten resistencias menores que los exigidos, se toman núcleos del concreto en obra, para ensayos de resistencia a la compresión, se realizan pruebas con esclerómetro (ASTM C 805) en los elementos en los cuales se haya utilizado la misma mezcla de los cilindros ensayados, o se debe practicar una prueba de carga en la estructura en cuestión. En el caso en que sean satisfactorias se considera satisfactoria la estructura. Pero si las pruebas aportan resultados consistentes con los iniciales, o si no es posible practicarlas, se debe ordenar la demolición de la estructura afectada, considerando el concepto del ingeniero calculista. Las pruebas de concreto endurecido, se deben tomar de acuerdo con la norma NTC 3658.

El costo de las pruebas, ensayos y presentación de resultados que se hagan de acuerdo con este numeral, así como el valor de las demoliciones y la reconstrucción, si ellas son necesarias, son por cuenta del contratista y por ningún motivo EPM reconoce valor alguno por estos conceptos.

Durante el avance de la obra, EPM puede tomar las muestras que considere necesarias para verificar los resultados obtenidos por el laboratorio escogido por El Contratista para controlar la calidad del concreto. Se debe proporcionar a su costo la mano de obra y los materiales necesarios para tomar estos cilindros de ensayo y los transportes hasta el laboratorio indicado por EPM.

## 5.2. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EN LOS TANQUES DE AGUA

Las pruebas de estanqueidad se deben hacer cuando se haya instalado las tuberías de desagües y reboses, además, las tuberías de aducción y abasto, hasta donde hayan sido ordenadas por EPM, incluyendo los accesorios, tapones y válvulas necesarias para esas pruebas; así mismo, deben estar terminadas y limpias las obras en el interior del tanque, tales como colocación y pintura de escaleras y deflectores de energía o algún otro elemento instalado. Cuando haya posibilidad del suministro del agua necesaria para realizar las pruebas de estanqueidad, éstas se deben hacer antes de efectuar los llenos estructurales de los muros del tanque para facilitar así su inspección, en caso de que los hayan. Cuando sea imposible la obtención de agua para las pruebas de estanqueidad durante el plazo de construcción, se deben realizar los llenos estructurales alrededor del tanque sin que las pruebas de estanqueidad se hayan realizado. Sin embargo, esto no exonera de responsabilidades en cuanto a la estanqueidad y la corrección de las fugas que se presenten al realizar el ensayo posteriormente.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES			NC-MN-OC07-01	REV. 0
	CONCRETOS			ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
				APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
					PÁGINA: 26 de 32



### 5.2.1. Proceso de prueba

Inicialmente se debe almacenar agua hasta una altura de 2,5 m (o la mitad de la altura si ésta no excede los 5,0 m) y durante los tres primeros días se debe mantener en este nivel, reemplazando el agua que se haya perdido, verificando si las pérdidas son o no producidas por fugas y, si es así, éstas deben ser controladas inmediatamente. Durante los seis días siguientes, el nivel del agua no debe ser inferior al que se produzca por razón de evaporación. Adicionalmente, se debe evitar la salida de agua por la tubería de drenaje.

Si en esta primera prueba se encuentran fugas de agua, se deben marcar sus localizaciones, se identifica si son a través de juntas o por filtraciones en los muros, y a continuación se vacía el tanque, se sellan las fugas y filtraciones, y se procede a la reparación de aquellas partes de la obra que hayan mostrado deterioro.

Una vez ejecutadas las reparaciones se debe repetir la prueba, procediendo como ya se explicó, hasta satisfacer el requisito de estanqueidad.

Pasada la prueba anterior, se continua con ensayos sucesivos a 5m y hasta el rebose, repitiendo el proceso en caso de resultar fugas en las siguientes etapas. Cuando el tanque cumpla las condiciones de estanqueidad exigidas por EPM, se procese, con orden escrita de EPM, a ejecutar los llenos estructurales alrededor del tanque como lo indican los planos.

Las pruebas deben ser ejecutadas bajo la dirección y responsabilidad de El Contratista, el cual asume todos los gastos generados, incluyendo el costo del agua consumida.

El tiempo requerido para las pruebas debe ser tenido en cuenta dentro del plazo de construcción de la obra.

Durante la realización de las pruebas se debe efectuar un control de los asentamientos de la estructura, conforme a lo especificado en los estudios de suelos del proyecto.

Si las pruebas de estanqueidad revelan fugas o humedades, se debe proceder a su reparación hasta lograr la aceptación de EPM en cuanto a procedimiento, forma y calidad. El plazo y los gastos requeridos por tales reparaciones son por cuenta de El Contratista y éste no tiene derecho a reclamar a EPM indemnización por concepto de tales reparaciones ni ampliación del plazo estipulado en el contrato.

## 6. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Los formatos con los resultados de las pruebas y ensayos de campo (Registros) junto con los certificados deben entregarse a EPM para su verificación.

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>		
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 27 de 32

## 6.1. CUIDADOS ESPECIALES EN LA COLOCACIÓN.

Cuando se realicen vaciados por etapas debe dejarse la superficie de la capa lo más rugosa posible, con el fin de obtener la mejor adherencia entre las diferentes capas. Por lo tanto, no se debe manipulación de la superficie de la capa vaciada. No se permite vibrado en la superficie o cualquier otra operación que tienda a producir una cara lisa en las juntas horizontales de construcción. Las superficies que no sean formateadas y que no vayan a cubrirse con concreto, o rellenos se deben llevar hasta una cota ligeramente más alta que la indicada. Este exceso se quita con la regla o se da el acabado requerido como se indica en los planos.

Se debe tener especial cuidado para evitar la segregación del agregado grueso cuando el concreto se coloque a través del refuerzo.

## 6.2. CUIDADOS ESPECIALES EN TANQUES DE AGUA

Debido al bajo asentamiento exigido en las mezclas, los vibradores a usar no podrán tener menos de 10.000 r.p.m.

En los casos de concreto para apoyo de fundaciones, se debe tener en cuenta que su colocación es hasta el nivel inferior de fundación mostrado en los planos estructurales o indicado por EPM, luego se coloca el concreto de la fundación con los refuerzos indicados.

Dada la importancia que tienen las losas de fondo para la estanqueidad y la estabilidad del tanque, se ha de poner especial cuidado en el método para su construcción y curado. El vaciado de las losas debe hacerse en franjas largas y por ningún motivo se permite el vaciado en forma de ajedrez. Las juntas de construcción se deben limpiar cuidadosamente para sellarlas con el producto indicado en los planos del proyecto. El tipo de material a utilizar deber ser previamente aprobado por EPM.

La longitud de vaciado de las paredes de los tanques debe corresponder por lo menos a un tercio del perímetro de éste, dentro de una operación continua.


El vaciado de la cúpula en tanques circulares se debe hacer mediante fajas completas de unos 2m de ancho o se debe atender la recomendación presentada en los planos del diseñador estructural.

## 6.3. ALINEAMIENTOS Y TOLERANCIAS

Las desviaciones en pendientes, dimensiones o alineamientos de las diferentes estructuras, no pueden tener valores mayores que los indicados a continuación:

### 6.3.1. Variaciones en distancias entre ejes

En los ejes del edificio o estructuras no se permiten tolerancias y deben quedar localizadas como se

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-01</b>	REV. <b>0</b>
	<b>CONCRETOS</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 28 de 32

indica en los planos.

### 6.3.2. Tolerancias en muros, columnas, tanques u otro tipo de estructuras afines

#### Verticalidad (plomo):

- Para 3,00 metros de altura 1 centímetro
- Para 6,00 metros de altura 2 centímetros

#### Espesores de muros:

- Variación en el espesor del muro: (-6 mm ó +10 mm), para muros de espesores menores a 300 mm.
- Variación en el espesor del muro: (-10 mm ó +13 mm), para muros de espesores entre 300 mm a 900 mm.
- Variación en el espesor del muro: (-19 mm ó +25 mm), para muros de espesores mayores a 900 mm.

#### Secciones transversales de columnas:


- Variación en sección transversal: (-6 mm ó +10 mm), para columnas de ancho o alto menores a 300 mm.
- Variación en sección transversal: (-10 mm ó +13 mm), para columnas de ancho o alto entre 300 mm a 900 mm
- Variación en sección transversal: (-19 mm ó +25 mm), para columnas de ancho o alto mayores a 900 mm.

### 6.3.3. Tolerancias de losas, vigas, juntas horizontales visibles, y en general todo tipo de estructuras similares

- Variación del nivel con respecto al nivel del terreno especificado, de la parte inferior de las vigas antes de descimbrar no debe exceder  $\pm 19$  mm.
- Variación en el nivel, o con respecto al nivel del terreno especificado, de parapetos a la vista, no debe exceder  $\pm 13$  mm.
- Variación de la sección transversal no debe exceder:  
(-6 mm o +10 mm) para alturas menores de 300 mm.  
(-10 mm o +13 mm) para alturas entre 300 mm a 900 mm.  
(-19 mm ó +25 mm), para alturas mayores a 900 mm.

#### Losas aéreas:

- Variación del nivel con respecto al nivel del terreno especificado, de la superficie inferior de las losas antes de descimbrar no debe exceder  $\pm 19$  mm.
- Variación en el espesor de la losa no debe exceder:

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0		
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 29 de 32

- (-6 mm o +10 mm) para espesores menores de 300 mm.
- (-10 mm o +13 mm) para espesores entre 300 mm a 900 mm.
- (-19 mm ó +25 mm para espesores mayores a 900 mm.

- Variación en el tamaño de las aperturas no mayor de (-6 mm ó 25 mm)

Durante y después de la colocación del concreto el contratista debe revisar continuamente las dimensiones de los encofrados, los niveles y las tolerancias. Por ejemplo, en losas aéreas, se deben verificar las tolerancias antes de colocar el concreto y antes de desencofrar y descimbrar.

#### 6.3.4. Tolerancias en recubrimientos de refuerzo

Se deben cumplir las especificaciones de recubrimientos de refuerzo, estipulados en los planos de diseño estructural y como mínimo lo establecido en el capítulo C.7 del reglamento NSR-10, cuyo control se debe realizar previo al vaciado de los elementos estructurales como vigas, columnas, losas y muros. Se deben utilizar separadores adecuados que garanticen el espesor mínimo requerido para el recubrimiento y no se pueden utilizar materiales como madera, escombros y desechos de mortero. Se pueden utilizar elementos de concreto de la misma resistencia o distanciadores prefabricados de uso comercial previamente aprobados por EPM. Las tolerancias para los recubrimientos están regidas por lo estipulado en el capítulo C.7.5 del *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*.

### 6.4. SUPERFICIES FORMALETEADAS

Las superficies para caras formaleteadas se clasifican en los siguientes tres grupos a menos que en los planos se muestre algo diferente, o EPM ordene o autorice otro tipo de superficie para ciertas obras:

#### 6.4.1. Superficie Tipo A-1

Corresponde a las superficies formaleteadas que van a estar cubiertas por llenos. No necesitan tratamiento especial después de retirar las formaletas, con excepción de la reparación de concretos que presenten acabados defectuosos. La corrección de las irregularidades superficiales se hace únicamente en las depresiones mayores de 2 cm.

#### 6.4.2. Superficie Tipo A-2

Corresponde a todas las superficies formaleteadas que no vayan a estar cubiertas por tierra y que no requieran el acabado especificado a continuación para las superficies A-3. Las irregularidades superficiales, medidas como se indicó anteriormente, no deben ser mayores de 3 mm para las graduales. Todas las irregularidades bruscas en la superficie A-2 y las graduales que excedan los límites permisibles, se deben suavizar por medio de esmeril o de un equipo que permita eliminar la irregularidad.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 30 de 32

Las superficies tipo A-2 no requieren tratamiento especial, con excepción de la reparación de las superficies defectuosas.

### 6.4.3. Superficie Tipo A-3. (Concreto a la Vista)

Corresponde a las superficies de las estructuras expuestas a la vista, donde la apariencia estética es de especial importancia y el acabado exterior se deja como definitivo. Las irregularidades superficiales bruscas no deben exceder de 3 mm y las graduales no deben ser mayores de 5 mm. Cuando las superficies para este tipo de acabados se aparten de lo especificado, deben ser sometidos a tratamiento o a la demolición si es del caso.

Cualquier error en el mismo debe ser corregido. Si la reparación no es satisfactoria, por su apariencia estética o porque afecte la estructura, se debe demoler y reconstruir parcial o total del elemento estructural, por cuenta y riesgo de El Contratista.

## 6.5. SUPERFICIES NO FORMALETEADAS

Las superficies expuestas a la intemperie que teóricamente sean horizontales, deben tener una pequeña pendiente para drenaje como se muestra en los planos o como lo indique EPM. La pendiente para superficies de poco ancho, tales como andenes, debe ser aproximadamente de 3% y para superficies amplias, tales como pisos, debe ser del 1% al 2%, si no se encuentra indicada en los planos.

Los acabados para los diferentes tipos de superficies de concreto se clasifican en 3 grupos cuyas características se indican a continuación:


### 6.5.1. Acabado Tipo E-1 (Acabado a Regla)

Se aplica para superficies no formaleteadas que vayan a estar cubiertas por llenos, concretos y otro tipo de acabados. También se aplica como primera etapa para las superficies que llevan acabados E-2 y E-3. El acabado consiste en ejecutar las operaciones necesarias, recorriendo la superficie con regla para obtener una cara uniforme y suficientemente nivelada.

Las irregularidades superficiales, bruscas o graduales, no deben ser mayores de 10 mm.

### 6.5.2. Acabado Tipo E-2 (Acabado a Llana)

Se aplica a las superficies no formaleteadas que no van a cubrirse con llenos o concreto. Este acabado puede hacerse con equipo mecánico o manual y se empieza tan pronto como las superficies regladas se hayan endurecido lo suficiente para obtener una buena ejecución, según lo determine EPM. El trabajo de la llana debe ser el mínimo necesario para eliminar las marcas dejadas por la regla.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 31 de 32



No puede trabajarse con llana la superficie de concreto fresco, ya que ello produce segregación de la mezcla, ni puede obtenerse una superficie tersa agregando cemento o por flotación de la lechada al utilizar palustre o llana.

Las irregularidades de las superficies, bruscas o graduales, no deben ser mayores de 5 mm. Las juntas y esquinas se deben biselar al acabar la superficie como se muestra en los planos o de acuerdo con las instrucciones de EPM.

### 6.5.3. Acabado Tipo E-3 (Acabado con Palustre)

Se debe aplicar a las superficies no formateadas, que no vayan a recibir otro material de acabado. Se deben obtener mediante el uso de palustre, aplicando presión adecuada para asentar los granos de arena y producir una superficie densa y lisa, pero sólo después que la superficie trabajada con llana haya endurecido lo suficiente, para evitar que la lechada y el material fino se segreguen por flotación. La superficie no debe quedar con irregularidades o huellas del palustre. No se permite el "esmaltado" de la superficie.

## 7. ACTIVIDADES GENERALES

- Vaciado del concreto (NC-MN-OC07-01)

## 8. MATERIALES GENERALES

- Concreto (NC-MN-OC07-01)
- Aditivo (NC-MN-OC07-01)
- Piedra y/o grava (NC-MN-OC07-08)
- Sellantes

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-01	REV. 0
	CONCRETOS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 32 de 32