

NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

NCO-PM-AA-004/V3.0

CONCRETOS Y MORTEROS



EMCALI

Código	NCO-PM-AA-004
Estado	VIGENTE
Versión	3.0 – 27/08/2024
Fuente	GUENA-EMCALI EICE ESP- CONSTRUCCIÓN
Tipo de Documento	NORMA TÉCNICA DE INSUMOS, MATERIALES Y PRODUCTOS
Tema	ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO
Comité	TÉCNICO DE APROBACION DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	CONCRETOS Y MORTEROS
---------------	-----------------------------

ÍNDICE

	Pág.
1.0 PROLOGO	5
2.0 OBJETO	6
3.0 ALCANCE	6
4.0 DEFINICIONES	6
5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	9
6.0 REQUISITOS	14
6.1 GENERALIDADES	14
6.2 CLASIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS	15
6.3 CLASIFICACIÓN DE CONCRETOS	15
6.4 REQUISITOS PARA EL CONCRETO	16
6.4.1 Dosificación	17
6.4.2 Materiales	17
6.4.2.1 Cemento	17
6.4.2.2 Agregados	19
6.4.2.3 Agua	21
6.4.2.4 Aditivos químicos	22
6.4.2.5 Adiciones	23
6.4.2.6 Otros materiales	23
6.4.3 Calidad del concreto	23
6.4.4 Requisitos adicionales para transporte de concreto	24
6.4.5 Descargue del concreto	25
6.4.6 Manejabilidad del concreto	25
6.4.7 Cambios en las dosificaciones en los materiales	25
6.5 TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES DEL CONCRETO	28
6.6 FORMALETAS, REFUERZO Y ANCLAJES	28
6.6.1 Curación del concreto	29
6.7 CONCRETO PARA PAVIMENTOS, ANDENES Y SARDINELES	30
6.8 REQUISITOS PARA LOS MORTEROS	30
6.9 ASPECTOS AMBIENTALES EN EL MANEJO DE CONCRETO	31
6.10 MUESTREO Y MÉTODO DE PRUEBA	31
6.10.1 Ensayos que se deben realizar para concretos	31

6.10.2 Ensayos que se deben realizar para morteros	32
6.11 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS	33
6.11.1 Calidad del cemento	33
6.11.2 Calidad del agua	33
6.11.3 Calidad de los agregados	33
6.11.4 Calidad de los aditivos y de los productos químicos de curado	33
6.11.5 Calidad de la mezcla	33
6.11.5.1 Dosificación	33
6.11.5.2 Consistencia	34
6.11.5.3 Resistencia	34
6.11.6 Calidad del producto terminado	35
6.12 EMPAQUE	36
6.13 ROTULADO	36
7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

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 conforme a la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

2.0 OBJETO

El objeto de esta norma es determinar los criterios de suministro, fabricación, manejo, transporte y colocación, resistencia, acabados, formaletas, curado y protección de los concretos y morteros.

3.0 ALCANCE

Esta norma establece los requisitos que EMCALI EICE ESP, Contratistas, Consultores, Usuarios y otras partes interesadas, deben aplicar en lo referente a materiales, preparación y transporte de concreto y requisitos para morteros que se requieren en la ejecución de las obras de alcantarillado, acueducto y/o civiles, bien sea que se trate de concreto reforzado, simple ó ciclópeo.

4.0 DEFINICIONES

4.1. ADITIVO

Material diferente al cemento, a los agregados o al agua que se añade al concreto, antes o durante la mezcla para modificar una o varias de sus propiedades sin perjudicar su durabilidad ni su capacidad de resistir esfuerzos.

4.2. AGREGADO

Conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales, tales como arena, grava, triturado, etc., que al mezclarse con el material cementante y el agua produce el concreto.

4.3. AGREGADO CICLÓPEO

Roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno.

4.4. CONCRETO

Es una mezcla de cemento, arena, gravilla, agua y aditivo que posee la calidad de endurecer con el tiempo, adquiriendo características que lo hacen de uso común en la construcción. En estado fresco posee un suficiente tiempo de manejabilidad y en el estado endurecido ofrece resistencia a esfuerzos de compresión.

4.5. CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

Es un concreto altamente cohesivo, sin segregación, autonivelante y fluido, que no requiere vibración para su colocación; especialmente diseñado para estructuras con alta densidad de refuerzo, complejas formas geométricas, reparaciones, prefabricados y tanques de agua potable o residual teniendo en cuenta las condiciones de durabilidad.

4.6. CONCRETO BOMBEADO

Es un concreto especialmente cohesivo, lo cual permite conducirse por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible por medio de bomba para concreto y colocarse directamente en el área de trabajo.

4.7. CONCRETO CICLÓPEO

Mezcla de concreto simple y agregado grueso seleccionado con tamaños entre 15 y 30 cm, utilizada para la construcción de elementos estructurales que trabajan predominantemente a compresión.

Es un concreto que se compone de concreto de baja resistencia 17 MPa (170 kg/cm²) y agregado ciclópeo, en proporción de 40% del volumen total, como máximo. El agregado ciclópeo debe cumplir con los requisitos del numeral 630.2.2.3 de la especificación de "INV630".

El concreto ciclópeo se usa generalmente donde sea necesario profundizar la excavación por debajo de la cota proyectada o con el objeto de obtener una cimentación de soporte de acuerdo con lo solicitado por el diseño estructural o para nivelar el fondo de la excavación donde se requiere reemplazar material de malas características o baja capacidad portante hasta llegar a la cota de diseño de soporte de la estructura.

4.8. CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO

Es un concreto de muy baja consistencia, el cual es consolidado empleando rodillos vibratorios.

4.9. CONCRETO CONTECH

Es un concreto fluido, acelerado de resistencia y fraguado, diseñado para sistemas industrializados de rápida rotación de formaleta y perfectos acabados.

4.10. CONCRETO DE BAJA PERMEABILIDAD

Es un concreto diseñado con una relación agua/cemento de tal forma que permite disminuir la porosidad de concreto, reduciendo el paso de agua o líquidos a través del mismo y mejorando las características de durabilidad. Especialmente empleado para estructuras de almacenamiento de agua potable o residual teniendo en cuenta las condiciones de durabilidad.

4.11. CONCRETO DE BAJA RESISTENCIA

Es un concreto de resistencia mínima a compresión de 17 MPa (170 kg/cm²) y que generalmente se usa para nivelar las fundaciones o como solado de limpieza de las estructuras.

4.12. CONCRETO DE RETRACCIÓN CONTROLADA

Es un concreto diseñado para mantener una mayor estabilidad volumétrica; especialmente empleado en reparaciones, pisos donde se requiera un mayor espaciamiento entre juntas de dilatación o estructuras donde se requiera gran estabilidad volumétrica.

4.13. CONCRETO ESTAMPADO

Es un concreto elaborado en planta y moldeado en sitio para producir las texturas y colores más diversos; especialmente empleados para las obras de espacio público.

4.14. CONCRETO LANZADO

Es un concreto transportado a través de tubería o manguera, proyectado neumáticamente a gran velocidad sobre una superficie, adhiriéndose perfectamente a ella con una excelente compactación. La preparación de los componentes cemento, arena y grava se realizan en una tolva y el agua será suministrada en la boquilla de la manguera para el lanzado.

4.15. CONCRETO OUTINORD

Es un concreto fluido, acelerado de resistencia y fraguado, diseñado especialmente para ser empleado en el sistema de túnel, permitiendo una rápida rotación de formaleta y velocidad en la construcción.

4.16. CONCRETO PARA PAVIMENTOS

Es concreto elaborado en planta, especialmente diseñado para soportar las cargas de flexión que soporta un pavimento y factores como la abrasión, cambios bruscos de temperatura, subrasante y bases de soporte heterogéneas. La especificación de resistencia de este tipo de concretos se define con el valor del módulo de rotura MR.

4.17. CONCRETO REFORZADO

Material constituido por un concreto que tiene un refuerzo consistente en barras de acero corrugado, estribos transversales o mallas electrosoldadas, colocadas principalmente en zonas de tracción, y en cuantías superiores a las mínimas especificadas para cada tipo de elemento estructural y de acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción sismoresistencia NSR-10.

4.18. CONCRETO RESISTENTE A AMBIENTES AGRESIVOS

Es un concreto diseñado para construcciones en zonas de ambientes agresivos o zonas industriales. Especialmente empleados para estructuras en contacto con suelos o aguas con presencia de sulfatos o cloruros, plantas de aguas residuales, plantas industriales o de tratamiento que utilicen agentes químicos agresivos y en general donde haya exposición a ambientes contaminantes.

4.19. CONCRETO TREMIE

Es un concreto de alta fluidez, cohesivo, sin segregación y de fácil colocación por el método tubo-embudo (tremie), la más frecuentemente usada para vaciar concreto bajo agua o en cimentaciones profundas o para ser colocado en pilotajes tipo tremie o en muros colados.

4.20. ENCOFRADO O FORMALETA

Molde con la forma y las dimensiones de los elementos estructurales, dentro del cual se coloca el acero de refuerzo o malla electro soldada y se vierte el concreto fresco.

4.21. ENSAYO DE RESISTENCIA

Resultado del promedio de resistencia de 2 cilindros tomados de una misma mezcla y ensayados a la compresión a los 28 días de tomadas las muestras de la mezcla o la especificada en el caso de que sea diferente a 28 días.

Normalmente se toman 4 cilindros más para ensayar 2 a 7 días y 2 a 14 días de tomadas las muestras de la mezcla, con el objeto de ir controlando la resistencia antes de obtener la resistencia última a compresión a los 28 días especificados para cada elemento estructural.

4.22. MORTERO CONVENCIONAL

Es una mezcla de cemento, arena, agua y aditivos con proporciones técnicamente controladas con propiedades de adherencia, cohesividad, fluidez en estado fresco y condiciones de durabilidad y resistencia mecánica en estado endurecido.

4.23. MORTERO LANZADO

Es un mortero especialmente diseñado para ser proyectado sobre una superficie con un equipo especial que permite la colocación en forma rápida y con el mínimo desperdicio.

4.24. MORTERO LARGA VIDA

Es una mezcla de cemento, arena, agua y aditivos con proporciones técnicamente formuladas que permiten mantener el producto en estado fresco durante horas o días, en condiciones de almacenamiento adecuadas y una vez aplicado, desarrolla las propiedades de un mortero convencional.

4.25. MORTERO SECO

Es una mezcla de cemento, arena, y aditivos en seco con proporciones técnicamente diseñadas, distribuida en pipas y almacenada en silos para prepararse en obra.

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

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

5.1 ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA.

- Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. Bogotá: AIS, 2010. (NSR-10)

5.2 MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO – MVCT

- La Resolución 799 de 2021, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento (RAS) - Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”. Versión vigente y sus posteriores actualizaciones.

5.3 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

- American Concrete Institute. ACI 211.1
- Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary. Detroit: ACI. (ACI 350/350R)
- Evaluation of strength test results of concrete. Detroit: ACI. (ACI214R)
- Guide to External Curing of Concrete. ACI 308R-16
- Metric Specifications for Structural Concrete. ACI 301M-16
- Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures. ACI 350-06

5.4 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.

- Standard performance specification for hydraulic cement. Philadelphia: ASTM (ASTMC1157)
- Standard practice for making and curing concrete test specimens in the field. Philadelphia: ASTM (ASTMC31)

- Standard practice for sampling freshly mixed concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C172)
- Standard specification for air-entraining admixtures for concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C260)
- Standard specification for blended hydraulic cements. Philadelphia: ASTM (ASTM C595)
- Standard specification for chemical admixtures for concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C494)
- Standard specification for chemical admixtures for use in producing flowing concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C1017)
- Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C618)
- Standard specification for concrete aggregates. Philadelphia: ASTM (ASTM C33)
- Standard specification for expansive hydraulic cement. Philadelphia: ASTM (ASTM C845)
- Standard specification for ground granulated blast-furnace slag for use in concrete and mortars. Philadelphia: ASTM (ASTM C989)
- Standard specification for lightweight aggregates for structural concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C330)
- Standard specification for Portland cement. Philadelphia: ASTM (ASTM C150)
- Standard specification for ready-mixed concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C94)
- Standard specification for silica fume used in cementitious mixtures. Philadelphia: ASTM (ASTM C1240)
- Standard test methods for sampling and testing fly ash or natural pozzolans for use in Portland-cement concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C311)
- Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (Using 2-in, or (50-mm) cube specimens). Philadelphia: ASTM (ASTM C109)
- Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. Philadelphia: ASTM (ASTM C39)
- Standard Terminology Relating to water. ASTM (ASTM D- 1129)
- Rebound Number of Hardened Concrete. ASTM (ASTM C 805)
- Toma de muestras y ensayo del mortero de relleno ASTM (ASTM C1019)
- Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete. ASTM 309
- Test Method for Ball Penetration in Freshly Mixed Hydraulic Cement Concrete. ASTM C 360
- Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete. ASTM C 805

5.5 BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

- UNE EN 1008:2007 Agua de amasado para hormigón - Especificación para el muestreo, prueba y evaluación de la idoneidad del agua, incluida el agua recuperada de los procesos en la industria del hormigón, como agua de amasado para hormigón.

5.6 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

- Resolución 0472 de 2017, «Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones.»

5.7 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.

- Cemento Pórtland. Clasificación y nomenclatura. ICONTEC (NTC 30)
- Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método para determinar los tiempos de fraguado del cemento hidráulico por medio de las agujas de Gillmore. ICONTEC (NTC 109)
- Método para determinar la consistencia normal del cemento hidráulico: ICONTEC (NTC 110)
- Especificaciones para la mesa de flujo usada en ensayos de cemento hidráulico. ICONTEC: (NTC 111)
- Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el calor de hidratación del cemento hidráulico. ICONTEC: (NTC 117)
- Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante el aparato de Vicat. ICONTEC: (NTC 118)
- Concretos. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto. ICONTEC: (NTC 127)
- Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados. ICONTEC: (NTC 129)
- Concretos. Aditivos químicos para concreto. ICONTEC (NTC1299)
- Concretos. Agregados usados en morteros de mampostería. ICONTEC (NTC 2240)
- Concretos. Agua para la elaboración de concreto. ICONTEC (NTC 3459)
- Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. ICONTEC (NTC 550)
- Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. ICONTEC (NTC 673)
- Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto. ICONTEC (NTC 174)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso. ICONTEC: (NTC 176)
- Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento hidráulico. ICONTEC: (NTC 221)
- Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del cemento hidráulico (método del mortero). ICONTEC: (NTC 225)

- Cementos. Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico por medio de los tamices de 75 μm - no. 200 - y 150 μm - no. 100. ICONTEC: (NTC 226)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino. ICONTEC: (NTC 237)
- Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico utilizando el tamiz de 45 μm (no.325). ICONTEC: (NTC 294)
- Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del cemento hidráulico (método de la pasta). ICONTEC: (NTC 297)
- Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados. ICONTEC: (NTC 385)
- Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Concreto fresco. Toma de muestras. ICONTEC: (NTC 454)
- Ingeniería civil y arquitectura. Refrendado de especímenes cilíndricos de concreto. ICONTEC: (NTC 504)
- Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. ICONTEC (NTC 550)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia del mortero. ICONTEC (NTC 579)
- Concretos. Método de ensayo para determinar el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados. ICONTEC (NTC 589)
- Determinación de la finura del cemento Portland por medio del turbidímetro. ICONTEC (NTC 597)
- Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. ICONTEC (NTC 673)
- Concretos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto. ICONTEC (NTC 722)
- Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración. ICONTEC (NTC 890)
- Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco método volumétrico. ICONTEC (NTC 1028)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. ICONTEC (NTC 1032)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la exudación del concreto. ICONTEC (NTC 1294)
- Concretos. Aditivos químicos para concreto. ICONTEC (NTC 1299)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la elaboración, curado acelerado y ensayo a compresión de especímenes de concreto. ICONTEC (NTC 1513)
- Cementos. Método de ensayo para determinar la expansión del cemento por medio de las agujas de "Le Chatelier". ICONTEC (NTC 1514)

- Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados. ICONTEC (NTC 1776)
- Compuestos líquidos formadores de membrana de curado para el concreto. ICONTEC (NTC 1977)
- Concretos. Agua para la elaboración del concreto. ICONTEC (NTC 3459)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas. ICONTEC (NTC 3658)
- Concretos. Especificaciones del mortero para unidades de mampostería. ICONTEC (NTC 3329)
- Concretos. Métodos de ensayo para determinar la evaluación en laboratorio y en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada. ICONTEC (NTC 3546)
- Concretos. Mortero premezclado para mampostería. ICONTEC (NTC 3356)
- Concretos. Producción de concreto. ICONTEC (NTC 3318)
- Determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm o 50,8 mm de lado. ICONTEC (NTC 220)
- Ingeniería civil y arquitectura: Aditivos incorporadores de aire para concreto. ICONTEC (NTC 3502)
- Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural. ICONTEC (NTC 4045)
- Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas. ICONTEC (NTC 121)
- Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas. ICONTEC (NTC 321)
- Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Especificaciones para el uso de microsilica como adición en mortero y concreto de cemento hidráulico. ICONTEC (NTC 4637)
- Ingeniería civil y arquitectura. Escoria de alto horno granulada y molida para uso en concretos y morteros. ICONTEC (NTC 4018)
- Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido. ICONTEC (NTC 4023)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. ICONTEC (NTC 396)
- Ingeniería civil y arquitectura. Métodos de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros. ICONTEC (NTC 491)
- Ingeniería civil y arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio. ICONTEC (NTC 1377)
- Método de ensayo para determinar la resistencia a la abrasión de materiales para pisos y pavimentos, mediante arena y disco metálico ancho. ICONTEC (NTC 5147)
- Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozos de inspección prefabricados en concretos. ICONTEC (NTC 3676)

- Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión – utilizando una viga simple con carga en los tercios. ICONTEC (NTC 2871)
- Resistencia química de morteros. ICONTEC (NTC 489)

5.8 INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.

- Especificaciones generales de construcción de carreteras. INVIAS 2022.

5.9 EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI – EMCALI EICE ESP

- Criterios de diseño estructural EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-019).
- Plan de Manejo Ambiental para la elaboración de diseños definitivos de redes matrices de acueducto, colectores de alcantarillado pluvial y sanitario y redes secundarias de acueducto y alcantarillado EMCALI EICE ESP (NPL-SE-AA-025).
- Instalación de Concreto EMCALI EICE ESP (NCO-SE-AA-039)

6.0 REQUISITOS

6.1 GENERALIDADES

En la construcción de obras de concreto para EMCALI EICE ESP se permite preparación de concreto en el sitio de obra si el volumen de concreto requerido es menor o igual a 2 m³ y la resistencia es menor o igual a 21 MPa.

Cuando el volumen de concreto requerido es mayor de 2 m³ o la resistencia es mayor a 21 MPa, EMCALI EICE ESP exige el uso de concretos provenientes de la Central de Mezclas aprobada por la Empresa.

El concreto deberá estar constituido por una mezcla de cemento Portland, agua, agregados fino y grueso que cumplan las especificaciones que se detallan adelante. El diseño de las mezclas de concreto, se basará en una relación agua-cemento necesaria para obtener una mezcla homogénea, plástica y manejable según las condiciones específicas de colocación y que produzcan un concreto de durabilidad, impermeabilidad y resistencia que esté de acuerdo con los requisitos que se exigen para las diversas estructuras, según estas especificaciones. El contenido de agua deberá ser el estrictamente necesario para producir una mezcla con la resistencia especificada.

Todos los componentes, incluyendo el agua, deberán estar sujetos a la inspección del Interventor de EMCALI EICE ESP y ser aprobados por éste. El interventor de EMCALI EICE ESP debe recibir el aviso con 24 horas de anticipación por lo menos, antes de la iniciación de la preparación y del vaciado del concreto.

Si se desea obtener concreto de una central de mezclas y llevarlo en mezcladoras móviles, el Contratista y/o Urbanizador debe asegurarse de que el equipo es adecuado para entregar el concreto a la rata programada de vaciado y además de que se cuenta con equipo suficiente de reserva para que las entregas se hagan sin interrupción según lo previsto.

Si por cualquier circunstancia el Interventor de EMCALI EICE ESP encuentra inadecuado el suministro de concreto, podrá ordenar al Contratista y/o Urbanizador, el cambio de proveedor por otro más eficiente y si esto no es posible, el Contratista y/o Urbanizador debe proceder inmediatamente a hacer las mezclas en el sitio de la obra sin que esto represente un costo adicional para la Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado.

6.2 CLASIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS

- Estructuras Hidráulicas. Las estructuras hidráulicas están definidas en la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-019 Criterios de diseño estructural"
- Estructuras de concreto, que comprenden obras civiles, como edificaciones, puentes, postes de energía u otras estructuras no incluidos en el ítem de estructuras hidráulicas, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos de EMCALI EICE ESP.
- Obras de recuperación de espacio público que consisten en reconstrucción de andenes, sardineles y pavimentos rígidos.

6.3 CLASIFICACIÓN DE CONCRETOS

El concreto suministrado para obras realizadas por y/o para EMCALI EICE ESP debe tener especificados como mínimo los siguientes requisitos:

- Resistencia de diseño a compresión a los 28 días
- Tamaño máximo de agregados (entre 38.1 mm (1-1/2 pulg) y 9.53 mm (3/8 pulg))
- Relación agua/cemento, la máxima permitida, definida en el diseño de mezcla
- Asentamientos máximos permitidos u otras medidas de consistencia (definidos en el diseño)
- Módulo de rotura (MR) para concretos usados para pavimentos.

La clasificación comercial de los concretos en Colombia comprende los siguientes tipos:

- Baja resistencia
- Ciclópeo
- Normal
- Estructural
- Bombeado
- Tremie
- Outinord
- Contech
- Lanzado (vía seca y húmeda)
- Compactado con rodillo
- Pavimentos
- Autocompactante
- Baja Permeabilidad

- Retracción controlada
- Estampados
- Resistente a ambientes agresivos

Notas:

1. Cualquiera de estos concretos debe fabricarse con la combinación de resistencia a compresión, tamaño máximo de agregados, relación agua/cemento y asentamientos acordes con el sistema de colocación, definidos en el diseño de la estructura en particular o los requerimientos de la empresa.
2. La resistencia a compresión mínima para concretos diseñados y construidos de acuerdo con el reglamento NSR-10 no puede ser menor a 17MPa o 170 Kgf/cm²
3. La resistencia mínima a compresión para concretos estructurales en estructuras hidráulicas o de uso ambiental debe ser de 28 MPa ó 280 Kgf/cm²
4. En el caso de diseño por durabilidad o baja permeabilidad, debe primar el diseño más riguroso bien sea por relación agua/cemento o resistencia a compresión.

6.4 REQUISITOS PARA EL CONCRETO

Los concretos suministrados por centrales de mezclas o preparados en obra, deben cumplir con todos los requisitos de esta norma.

No debe efectuarse ningún cambio respecto de la fuente de los materiales o de las características de los mismos definidas en el diseño, salvo a aprobación de los mismos por parte del Interventor de EMCALI EICE ESP.

Cualquier material para uso en elaboración de concreto que este deteriorado, dañado o contaminado debe ser removido, retirado y reemplazado.

El concreto que haya iniciado su proceso de fraguado inicial no debe utilizarse en ninguna parte de las obras y debe ser removido y transportado a las zonas de desecho aprobadas por EMCALI EICE ESP y/o por el ente Municipal competente.

El productor de concreto debe suministrar, operar y mantener el equipo adecuado para la dosificación del concreto.

El productor de concreto deberá realizar el diseño de la mezcla asumiendo la responsabilidad por la selección de las proporciones para cada componente.

Las cantidades de cemento, arena, agregado grueso y los aditivos que se requieran para cada una de las dosificaciones del concreto deben determinarse por peso, y la cantidad de agua y de aditivos líquidos deben determinarse por peso o en medidas volumétricas. Se deben regular además los pesos de las dosificaciones según se requiera para mantener el asentamiento y peso unitario del concreto dentro de los límites establecidos en el diseño de mezcla de concreto.

Los concretos cuyo destino sean estructuras tipo edificaciones y otras estructuras deberán cumplir con lo especificado en la "NSR-10 Reglamento colombiano de construcción sismo resistente". Los concretos para estructuras hidráulicas deberán cumplir con lo con lo especificado en la presente norma, cuando algún requisito no esté definido deberá emplearse lo especificado en la "NSR-10 Reglamento colombiano de construcción sismo resistente". (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades según la estructura

Propiedad	Estructuras Hidráulicas	Otras Estructuras
Relación Agua Cemento Máx.	0.45	0.60
Asentamiento máximo	50 mm	75 mm

Estos valores pueden variar de acuerdo con las características particulares de cada proyecto.

6.4.1 Dosificación

Antes de iniciar la obra de concreto, el Contratista y/o Urbanizador debe obtener la aprobación de los materiales, mediante el envío de muestras a un laboratorio aprobado por EMCALI EICE ESP, de los que se propone emplear como se especifica en las secciones precedentes al referirse a los agregados.

Las proporciones de cemento, los agregados y el agua necesaria para que el concreto cumpla los requisitos de resistencia, deben establecerse con base en las especificaciones y definiciones de las secciones C.5.2, C.5.3, C.5.4 del capítulo C.5 del título C de la NSR-10.

En la Tabla 2 se presentan las relaciones agua-cemento máximas permitidas para concretos cuando no se dispone de datos basados en mezclas de prueba o en experiencia de campo.

Tabla 2. Relación Agua-Cemento Máxima Permitida

Resistencia a la compresión especificada	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido	
	Relación absoluta por peso	Litros por saco de 50 kg.	Relación absoluta por peso	Litros por saco de 50 kg.
176	0.67	33.5	0.54	27.0
211	0.58	29.0	0.46	23.0
246	0.51	25.5	0.40	20.0
281	0.44	22.0	0.35	17.5
316	0.38	19.0	+	+
352	+	+	+	+

Nota: 281 kgf/cm² equivalen a 28.1 MPa.

6.4.2 Materiales

Los materiales cementantes y los agregados deben almacenarse de tal manera que se prevenga su deterioro o la contaminación con materiales extraños.

El cumplimiento de los parámetros definidos para el concreto en la "NTC 3318 Concretos. Producción de concreto", es condición básica para un concreto durable. A menos que se incluyan otras especificaciones, los materiales deben cumplir las siguientes:

6.4.2.1 Cemento

El cemento debe cumplir con las "NTC 121 Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas" y "NTC 321 Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas". Se permite el uso de cementos fabricados bajo las normas "ASTM C150 Standard specification for portland cement", "ASTM C595 Standard specification for blended hydraulic cements" y "ASTM C1157 Standard performance specification for hydraulic cement". Adicional a las normas mencionadas anteriormente se deben tener en cuenta las normas que se referencian en el artículo C.3.2.1 del capítulo C.3 del título C de la NSR-10.

Los diferentes tipos de cemento producen concretos con diferentes propiedades y por lo tanto no se deben utilizar indiscriminadamente. Se debe especificar el tipo o tipos requeridos, si no se hace, se deben aplicar los requisitos del Tipo 1, según las NTC citadas. Estos requisitos deben estar documentados y archivados para verificar su cumplimiento.

El cemento debe almacenarse en un sitio apropiado para protegerlo contra la humedad o del fraguado por aire de tal manera que permita su fácil identificación y el despacho para el uso en el orden cronológico del recibo. Debe contarse con todas las facilidades convenientes para la toma de muestras y la inspección. El cemento será rechazado si no cumple con los requisitos de estas especificaciones o si presenta señales, aunque sean parciales de hidratación.

Los sacos no deben estar en contado directo con la tierra; no deben colocarse más de 14 sacos, uno sobre otro, para periodos de almacenamiento de hasta treinta (30) días, ni más de siete (7) sacos para periodos más largos con un máximo de sesenta (60) días.

Clasificación de los cementos Pórtland de acuerdo con sus cualidades y usos:

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 1

Es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 1 M

Es el destinado a obras de hormigón en general al que no se le exigen propiedades especiales, pero tiene resistencias superiores a las del Tipo 1.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 2

Es el destinado en general a obras de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos y a obras donde se requiera moderado calor de hidratación.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 3

Es el que desarrolla altas resistencias iniciales.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 4

Es el que desarrolla bajo calor de hidratación.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 5

Es el que ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.

- CEMENTO PÓRTLAND BLANCO

Es el que se obtiene con materiales debidamente seleccionados que le confieren una coloración blanca.

- CEMENTO PÓRTLAND CON INCORPORADORES DE AIRE

Son aquellos a los que se les adiciona un material incorporador de aire durante la pulverización.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 1-A

Es el cemento Pórtland Tipo 1, al cual se le adiciona un material incorporador de aire.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 1-M - A

Es el cemento Pórtland 1-M, al cual se le adiciona un material incorporador de aire.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 2-A

Es el cemento Pórtland Tipo 2, de moderado calor de hidratación al que se le adiciona un material incorporador de aire.

- CEMENTO PÓRTLAND TIPO 3-A

Es el cemento Pórtland Tipo 3, de alta resistencia inicial, al cual se le agrega un material incorporador de aire.

6.4.2.2 Agregados

Los agregados deben cumplir con los requisitos de la "NTC 174 Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto" ("ASTM C33 Standard specification for concrete aggregates"), los agregados que no cumplan con la norma anterior, pero que hayan demostrado mediante ensayos especiales o en uso, que producen concreto con resistencia y durabilidad adecuadas, pueden ser utilizados cuando se compruebe mediante los métodos de laboratorio existentes y autorizados por EMCALI EICE ESP.

El tamaño máximo nominal del agregado no debe ser mayor que:

- 1/5 de la dimensión menor entre los lados de las formaletas,
- 1/3 del espesor de las losas
- 3/4 del espaciamiento libre mínimo entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquetes de barras o los tendones o ductos de preesforzado.

Pueden utilizarse agregados livianos en la producción de concreto estructural, siempre y cuando estos cumplan con los requisitos de la norma "NTC 4045 Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural" ("ASTM C330 Standard specification for lightweight aggregates for structural concrete"). Estos requisitos deben estar documentados y archivados para verificar su cumplimiento. Se debe tener en cuenta que diferentes tipos de agregados producen concreto con diferentes propiedades y por tanto se deben caracterizar para realizar los ajustes al diseño de mezcla correspondiente.

- **Agregados finos (Arena)**

El término "arena" usado en esta Norma, se refiere, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (No. 4). La arena para toda clase de concreto y mortero de cemento deberá ser material natural o una mezcla de este y de triturado. Esta arena deberá tener un contenido razonablemente uniforme y estable de humedad al ser entregada para la mezcla, la cual debe ser tenida en cuenta en la relación agua/cemento para la resistencia especificada en el diseño.

La arena consistirá en fragmentos limpios de roca dura, densa y durable y no deberá contener polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, álcalis, materia orgánica, greda, mica, pizarras u otras sustancias dañinas en cantidades perjudiciales.

La arena deberá ser bien gradada y su análisis granulométrico (INVIAS Capítulo 6) se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis Granulométrico

Tabla 630 – 2. Granulometría del agregado fino para concreto estructural

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. Standard)							
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100	Nro. 200
Pasa tamiz (%)								
Única	100	95 – 100	80 – 100	50 – 85	25 – 60	5 – 30	0 – 10	0 – 3 (Nota 1 y Nota 2)

Nota 1: para concretos que no estén sometidos a abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) debe ser de máximo cinco por ciento (5 %).

Nota 2: para finos obtenidos de trituración u otros agregados reciclados, si el material más fino que el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) compuesto de polvo de trituración, esencialmente libre de arcillas o esquistos, este límite puede ser cinco por ciento (5 %) para concretos sometidos a abrasión y máximo siete por ciento (7 %) para concretos no sujetos a abrasión.

FUENTE: INVIAS 2022

- **Agregado Grueso**

El agregado grueso debe consistir de piedra triturada, grava limpia de río (preferiblemente) u otros materiales inherentes de características adecuadas y sujetos a la aprobación del Interventor de EMCALI EICE ESP. Los agregados deben ser bien gradados en los tamaños de grueso a fino antes de iniciar la construcción, el Contratista y/o Urbanizador enviará las muestras que el Interventor de EMCALI EICE ESP exija para dar aprobación a dicho material.

Igualmente, el Contratista y/o Urbanizador enviará al Interventor de EMCALI EICE ESP cuatro análisis granulométricos de muestras de los agregados gruesos que se proponga utilizar en la obra.

El tamaño máximo del agregado grueso está limitado por las dimensiones y cantidad de refuerzo que tenga cada parte de la obra. Se tratará siempre de usar el tamaño máximo porque ello permite reducir las cantidades de agua y de cemento, pero debe tenerse en cuenta que el agregado no sea mayor que el recubrimiento libre del refuerzo. Las limitaciones que se recomiendan están relacionadas en la Tabla 4.

Tabla 4. Tamaño Máximo del Agregado

Dimensión mínima de la Sección (cm)	Muros, vigas y columnas reforzadas	Losas muy reforzadas	Solados y losas con poco o ningún refuerzo
12.5 o menos	--	$\frac{3}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$
15 a 27.5	$\frac{3}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$	$1 \frac{1}{2}$	$1 \frac{1}{2}$ a 3
30 a 72.5	$1 \frac{1}{2}$ a 3	3	3 a 6

En la Tabla 5 se da una guía aproximada de la gradación que debe seguir el agregado grueso según el tamaño máximo especificado.

Tabla 5. Condición del Agregado Grueso

Tamaño máx. Admisible del agregado grueso	Porcentajes Parciales Del Agregado Grueso				
	Piedra 3 pulg a 6 pulg	Grava gruesa 1 ½ pulg a 3 pulg	Grava mediana ¾ pulg a 1 ½ pulg	Grava fina ¾ pulg a 3/8 pulg 3/16 pulg a 3/8 pulg	
¾ pulg	0	0	0	55 a 73	27 a 45
1 ½ pulg	0	0	40 a 55	30 a 35	15 a 25
3 pulg	0	20 a 40	20 a 40	15 a 25	10 a 25
6 pulg	20 a 35	20 a 32	20 a 30	12 a 20	8 a 15

En estructuras de mayor espesor, se podrán usar piedras con peso hasta de cincuenta kilogramos previa autorización del Interventor de EMCALI EICE ESP.

El almacenamiento de agregados finos y gruesos deberá hacerse en áreas especialmente preparadas para ese fin, que permitan que el material se conserve libre de tierra o de elementos extraños, el área tendrá buen drenaje para no formar pantanos.

El lugar para el depósito de agregados deberá estar limpio de grasas, aceites, lodos, materias orgánicas, etc.

El agregado fino y el grueso deberán almacenarse en sitios diferentes, evitando la mezcla de estos dos elementos.

- **Agregado Ciclópeo**

El agregado Ciclópeo será canto rodado de buena calidad. El material sometido al ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles, no deberá tener un desgaste mayor del 50%. El agregado será preferiblemente de forma cúbica; la relación entre la dimensión mayor y menor de cada piedra no debe ser mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo variará con el espesor y volumen de la estructura de que formará parte. En cabezales, aletas u otras obras similares con espesor menor de ochenta centímetros, la dimensión mayor de las piedras será de treinta centímetros.

6.4.2.3 Agua

El agua utilizada en la mezcla del concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de cloruros, aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. El agua debe cumplir con la "NTC 3459 Concretos. Agua para la elaboración de concreto" o con la norma ASTM C1602M.

El agua de mezcla para el concreto preesforzado o para el concreto que vaya a contener elementos embebidos de aluminio, o el agua asociada a la humedad libre de los agregados, no debe contener cantidades perjudiciales del ion cloruro, según la Tabla 6.

Tabla 6. Cantidades máximas de ion cloruro

Tipo de elemento	Contenido máximo del ion cloruro (Cl expresado como porcentaje de peso de material cementante)
Concreto pre-esforzado	0.06
Concreto reforzado expuesto al cloruro en servicio	0.15
Concreto reforzado que estará seco o protegido de la humedad en servicio	1.00
Otros tipos de construcción en concreto reforzado	0.30

El contenido máximo de ion cloruro, en el concreto endurecido, para evitar la despasivación del acero de refuerzo por picado es del orden de 0,25 % del peso del material cementante, según la literatura disponible al respecto.

El agua impotable no debe utilizarse en el concreto, a menos que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que la dosificación esté basada en mezclas de concreto que utilicen agua de la misma fuente.
- Que los cubos para ensayo de morteros hechos con agua impotable de mezcla, tengan resistencias a la compresión a los 7 y 28 días de edad, iguales o mayores al 90% de las resistencias a la compresión de probetas similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse sobre morteros idénticos, con excepción del tipo de agua empleada en la muestra, preparados y ensayados de acuerdo con la norma "NTC 220 Determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm o 50,8 mm de lado" ("ASTM C109 Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (Using 2-in, or (50-mm) cube specimens)")

6.4.2.4 Aditivos químicos

Los aditivos químicos reductores de agua, retardantes y acelerantes deben cumplir las especificaciones de las "NTC 1299 Concretos. Aditivos químicos para concreto" ("ASTM C494 Standard specification for chemical admixtures for concrete"), para aditivos incorporadores de aire la "NTC 3502 Ingeniería civil y arquitectura: Aditivos incorporadores de aire para concreto" ("ASTM C260 Standard specification for air-entraining admixtures for concrete") y para superfluidificantes la "NTC 4023 Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones para aditivos químicos usados en la producción de concreto fluido" ("ASTM C1017 Standard specification for chemical admixtures for use in producing flowing concrete"). En algunas circunstancias las dosis requeridas de incorporadores de aire, acelerantes y de aditivos retardantes pueden variar. Por consiguiente, se debe permitir un intervalo de dosificaciones con el fin de obtener los efectos deseados.

Los aditivos empleados en la fabricación de concreto que contenga cementos expansivos de acuerdo con la norma "ASTM C845 Standard specification for expansive hydraulic cement" deben ser compatibles con el cemento y no deben producir efectos perjudiciales.

Se prohíbe el uso de los aditivos a base de Cloruro de Calcio.

Si durante el avance de la obra la Interventoría de EMCALI EICE ESP encuentra que la calidad y las cualidades que el aditivo le suministra a ella, no corresponden a lo indicado por él fabricante del aditivo, podrá ordenar que se suspenda la inclusión del aditivo en las mezclas de concreto; y si su inclusión ha demeritado la calidad del concreto exigida en las especificaciones, ordenará la reparación de la parte fabricada con el aditivo, labores estas que con la reconstrucción serán de cuenta exclusiva del Contratista.

6.4.2.5 Adiciones

Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada deben ser de acuerdo con la "ASTM C618 Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete" y la escoria de alto horno granulada y triturada debe ser conforme a la "NTC 4018 Ingeniería civil y arquitectura. Escoria de alto horno granulada y molida para uso en concretos y morteros" ("ASTM C989 Standard specification for ground granulated blast-furnace slag for use in concrete and mortars"). La microsilica debe cumplir con la "NTC 4637 Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Especificaciones para el uso de microsilica como adición en mortero y concreto de cemento hidráulico" ("ASTM C1240 Standard specification for silica fume used in cementitious mixtures") y la "ASTM C311 Standard test methods for sampling and testing fly ash or natural pozzolans for use in Portland-cement concrete" para cuando se adicionen cenizas volantes.

6.4.2.6 Otros materiales

Se permite el uso de otros materiales (colorantes, pigmentos minerales, fibras, icopor, etc.) siempre y cuando no afecten la durabilidad y la resistencia del concreto y esté certificado su desempeño por el fabricante o garantizado por el contratista de acuerdo con las exigencias que solicite EMCALI EICE ESP.

6.4.3 Calidad del concreto

El concreto debe dosificarse con el fin de obtener la resistencia a la compresión solicitada en el diseño y al mismo tiempo satisfacer los criterios de durabilidad. El concreto debe producirse minimizando la frecuencia de resultados con resistencia por debajo del valor nominal para el concreto.

A menos que se especifique lo contrario, la resistencia nominal a la compresión real (f'_c), se debe obtener por medio de ensayos a los 28 días y el valor debe corresponder al promedio de los resultados obtenidos de dos cilindros del mismo concreto y ensayos el mismo día.

En aquellos casos en los cuales se requiere el uso de la resistencia a la fractura por tracción indirecta del concreto con agregados ligeros, los ensayos de laboratorio se deben realizar de acuerdo con la Norma "NTC 4045 Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural" ("ASTM C330 Standard specification for lightweight aggregates for structural concrete") para establecer el valor de f'_c correspondiente a la resistencia nominal a la compresión, f'_c .

La dosificación de los componentes del concreto debe hacerse para proporcionar:

- Manejabilidad y consistencia adecuadas para que el concreto fluya fácilmente dentro de las formaletas y alrededor del refuerzo, en las condiciones de colocación que se usen, sin segregación excesivas.
- Resistencia a condiciones especiales de exposición
- Cumplimiento de los requisitos de los ensayos de resistencia

El objeto de estas especificaciones es el de obtener para cada parte de la obra un concreto de estructura homogénea, que una vez fraguado, tenga la resistencia apropiada y no se altere por la acción de los agentes atmosféricos. Para este fin, se establecen los siguientes requisitos y limitaciones.

En cuanto a la calidad, el concreto quedará clasificado, según su resistencia, como se indica en la Tabla 7, que contiene también las especificaciones límites relativos; al contenido del cemento y la relación agua-cemento.

Tabla 7. Requisitos de Resistencia

Clase	Resistencia mínima a la compresión f'_c a los 28 días		Uso y Observaciones
	(MPa)	(kg/cm ²)	
A	35	350	Concreto reforzado, Concreto pretensado y postensado
B	32	320	Concreto reforzado, Concreto pretensado y postensado
C	28	280	Concreto reforzado
D	21	210	Concreto reforzado
E	17	170	Concreto reforzado
G	17	170	Concreto ciclópeo. (Se compone de concreto simple clase E, y agregado ciclópeo en una proporción de 40%, como máximo, del volumen total)

Los ensayos de asentamiento (slump) deberán hacerse de acuerdo con la especificación C-143 de la ASTM con las modificaciones que rijan en la fecha. Los límites para asentamiento, se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Límites para Asentamiento

Tipo de Trabajo	Asentamiento Nominal (mm)	Asentamiento Máximo (mm)
Elementos contruidos con formaletas, secciones de más de 30 cm. de espesor.	10 - 30	50
Elementos contruidos con formaletas, secciones de 30 cm. de espesor o menos	10 - 40	50
Pilas fundidas en sitio	50 - 80	90
Concreto colocado bajo agua	50 - 80	90

6.4.4 Requisitos adicionales para transporte de concreto

El transporte del concreto debe cumplir adicionalmente a los requisitos de las normas antes mencionadas los siguientes requisitos:

- El concreto debe transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan pronto como sea posible y por métodos que eviten segregación de los materiales, pérdida de los ingredientes o pérdida en los asentamientos máximos especificados.
- No se debe usar el concreto que haya iniciado su proceso de fraguado inicial
- Se debe tener en cuenta las condiciones del tráfico y de acceso a la obra para que la mezcla cumpla con las especificaciones exigidas.

- Los vehículos para transporte de concreto desde la mezcladora al sitio del destino y el método de manejo deben cumplir con lo establecido en la norma "ASTM C94 Standard Specification for ready-mixed concrete" y debe tener aprobación de EMCALI EICE ESP.

6.4.5 Descargue del concreto

El descargue del concreto realizado por el productor deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Antes de aprobar la descarga del concreto desde el camión mezclador se debe verificar el asentamiento. Si este es menor y está dentro de los límites de tiempo permisibles, se puede adicionar agua hasta recuperar el asentamiento de diseño (sin alterar la relación agua-cemento) y el tambor debe girar 30 revoluciones o más a la velocidad de mezclado hasta que se asegure la uniformidad del concreto. No se debe adicionar agua o aditivo alguno a la mezcla en ningún momento posterior.

Para evitar la segregación debida a la manipulación excesiva, el concreto debe ser colocado en un sitio tan próximo a su posición final como sea posible de modo que no haya que transportarlo más de 2 metros dentro de la masa. 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.

- La velocidad de colocación debe ser tal que permita al concreto permanecer en estado plástico y fluir fácilmente en los espacios entre las barras de refuerzo.
- El concreto que haya iniciado su proceso de fraguado inicial o se encuentre contaminado por materiales extraños, no puede colocarse en la estructura.
- No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adicione agua para mejorar su manejabilidad, ni el que haya sido mezclado nuevamente después de su fraguado inicial.
- Una vez iniciada la colocación del concreto, esta debe efectuarse de una manera continua hasta que se haya colocado completamente el panel o sección, hasta sus límites o juntas de construcción predeterminadas.

En lo posible, la descarga se debe completar antes de 1 hora y 30 minutos o antes de que el tambor haya girado 300 revoluciones (lo que ocurra primero) a partir de la incorporación de agua inicial de la mezcla.

6.4.6 Manejabilidad del concreto

El concreto deberá ser de tal consistencia y composición que pueda vaciarse fácilmente en los rincones y ángulos de las formaletas y alrededor del refuerzo, sin que ocurra flujo libre de agua hacia la superficie.

El Contratista deberá ajustar las proporciones del cemento y de los agregados con arreglo a las limitaciones establecidas anteriormente, conforme sea necesario para producir una mezcla que pueda colocarse siempre con facilidad teniendo desde luego muy en cuenta los métodos de colocación y compactación usados en la obra.

Cuando se usen vibradores mecánicos, sus vibraciones serán de duración suficiente para provocar la completa compactación del concreto, pero no deberán provocar la segregación de los agregados. En las esquinas de las formaletas y alrededor de las varillas de refuerzo o de los elementos embebidos se deberán usar varillas para compactar el concreto.

6.4.7 Cambios en las dosificaciones en los materiales

Si durante la ejecución de la obra llegare a ser imposible la obtención de un concreto de la maniobrabilidad y resistencia requeridas con los materiales suministrados por el Contratista y/o

Urbanizador, el Interventor de EMCALI EICE ESP puede ordenar los cambios de dosificación o de materiales o de ambos que sean necesarios para la obtención de las proporciones adecuadas con sujeción a las limitaciones previamente establecidas. Todos los cambios ordenados a este respecto serán hechos por el Contratista a sus propias expensas sin que ellos den lugar a pagos adicionales cuando se trata de obras a contrato.

Si durante la ejecución de la obra el Contratista y/o Urbanizador resuelve usar materiales distintos a los aprobados originalmente, o si las fuentes de obtención ya aprobadas cambian de característica debe enviar para la aprobación del Interventor de EMCALI EICE ESP los datos necesarios que pongan en evidencia que la nueva combinación de materiales, producirá un concreto que cumpla con los requisitos exigidos.

Dentro de estas especificaciones se asigna al Contratista y/o Urbanizador la plena responsabilidad respecto a la producción de concretos de la resistencia y laborabilidad indicados en los planos y se regula la acción de control ejercida por EMCALI EICE ESP.

Todos los concretos deben ser mezclados mecánicamente. El equipo deberá ser capaz de combinar y mezclar los agregados, cemento y aditivos, producir una mezcla uniforme dentro del tiempo especificado y descargarla sin que haya separación o segregación de partículas.

El Contratista y/o Urbanizador debe tener como mínimo una mezcladora de concreto de reserva para garantizar que la programación en el vaciado sea continua. El tiempo óptimo de mezcla para cada barcada, después de que todos los elementos están en la mezcladora, se determinará en el campo según las condiciones de operación.

No se permitirá el recargue de la mezcladora hasta tanto haya descargado totalmente el contenido anterior.

El período mínimo de funcionamiento de una mezcladora con relación a su capacidad será:

- | | | |
|----------------------|---|---------------|
| • Para mezcladora de | 1/2m ³ | 1 1/4 minuto |
| • Para mezcladora de | 3/4 a 1.5 m ³ | 1 1/2 minuto |
| • Para mezcladora de | 2 ydas ³ - 1.53 m ³ | 1 1/2 minuto |
| • Para mezcladora de | 3 ydas ³ - 2.29 m ³ | 2 minutos |
| • Para mezcladora de | 4 ydas ³ - 3.06 m ³ | 2 1/2 minutos |
| • Para mezcladora de | 6 ydas ³ ó mayores 4.59 m ³ | 3 minutos |

La mezcladora deberá girar a velocidad uniforme y no podrá ser operada a velocidades mayores de las recomendadas por el fabricante. Tampoco podrá cargarse en exceso de la capacidad recomendada por el fabricante.

El Interventor de EMCALI EICE ESP podrá autorizar el uso de mezclas preparadas en centrales y llevadas al sitio en camiones mezcladores siempre y cuando las condiciones en que este trabajo se haga sean aceptables y garanticen la calidad del concreto.

El concreto prepararlo en camión deberá vaciarse en la formaleta a más tardar una hora después de agregada el agua.

El vaciado debe hacerse con cuidado de manera que no deforme los refuerzos y penetre entre ellos y las esquinas.

Tampoco se permitirá el vaciado de concreto sino en presencia del Interventor de EMCALI EICE ESP o de su representante.

El uso de vibrador mecánico será obligatorio y debe aplicarse, para estructuras delgadas, de preferencia a la formaleta por un operario experimentado para evitar segregación o alteraciones en el refuerzo.

En el caso de estructuras delgadas donde no se puede aplicar el vibrador al concreto se emplearán martillos de caucho los cuales se utilizarán por la parte exterior de las formaletas.

En caso de que los volúmenes de concreto sean apreciables se aplicará el vibrador dentro de la mezcla. El vibrador de inmersión se usará de preferencia verticalmente a intervalos de 30 a 50 cm, con períodos de vibración entre 5 y 15 segundos de acuerdo con la densidad de la mezcla. Cuando la mezcla se haya colocado por capas, el vibrador debe penetrar unas pocas pulgadas en la capa anterior.

Antes de iniciar el vaciado el Contratista y/o Urbanizador obtendrá permiso del Interventor de EMCALI EICE ESP y este comprobará cuidadosamente que el refuerzo está correctamente colocado y que si los planos muestran tubería, anclajes, pernos, etc., éstos están previamente instalados.

Cuando el vaciado se hace por capas horizontales, éstas tendrán de 20 a 30 cm de espesor. Las losas o placas de concreto armado se vaciarán en una sola capa que comprenda todo el espesor del diseño.

Todo el concreto que se use en las obras tendrá una resistencia a los 28 días igual o mayor a la mostrada en los planos para los diferentes elementos estructurales, a las anotadas en estas especificaciones o a las que indique EMCALI EICE ESP.

Se entiende que la resistencia se refiere al concreto sin agregar aditivos. EMCALI EICE ESP podrá ordenar variaciones en la mezcla o en la resistencia de acuerdo con el tipo de la estructura y las condiciones de la obra en el terreno.

En el caso de utilizar aditivos se tendrá especial cuidado con los resultados de pruebas de ensayo a los 28 días y con el comportamiento posterior del fraguado, para lo cual se exigirán cilindros adicionales para ensayo a los 60 y 90 días.

Aunque la clase de concreto a usar en diversas estructuras debe ser especificado por el diseñador, en la Tabla 9 se suministra una información que puede utilizarse en aquellos casos en que es necesario adelantar obras imprevistas.

Tabla 9. Clase de Concreto a Utilizar en Diversas Estructuras

Clase de concreto	Área de trabajo y localización donde se usa frecuentemente
280 kg/cm ²	Vertederos: Canal de transición, todos los tipos de tanques de uso ambiental, tranquilizador, conducciones de acueducto, cámaras de inspección.
280 kg/cm ²	Tanques de Almacenamiento: Sumideros, obras varias de uso ambiental
280 kg/cm ²	Tanques Acueducto: Asientos de tuberías de drenes bajo losas de fondo

Clase de concreto	Área de trabajo y localización donde se usa frecuentemente
210 kg/cm ²	Edificaciones y elementos de estructuras diferentes a uso ambiental: Losas, vigas, columnas y muros, caja de válvulas, fundaciones, paredes, columnas, cúpulas, torre de aducción, losas fondo y cubierta.
210 kg/cm ²	Redes de Alcantarillado, Acueducto y teléfono: dinteles, cárcamos, rampas, pisos, apoyos de tubería, anclajes y empotramientos de tuberías, muros de gravedad.
170 kg/cm ²	Estructuras y Elementos menores: Solados de limpieza, andenes, contrapisos y elementos en general de uso provisional.
Ciclópeo 1:2:4 y 30%	Tanques Acueducto: Sobre-excavaciones y muros de contención piedra
Ciclópeo 1:3:5 y 40%	Cabezales, anclajes, sobre-excavaciones, fundaciones, etc.

6.5 TERMINACIÓN Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES DEL CONCRETO

Todas las superficies que queden expuestas, y contra las cuales no se hayan expuesto formaletas, incluyendo el tope de los muros, las plataformas y otras estructuras similares deben alisarse con llana de madera, si una vez retirada la formaleta, se encuentra que cualquier proporción del concreto no ha quedado de acuerdo con las dimensiones o alineamientos indicados en los planos, o presenta superficies defectuosas, se considerará que la obra no se ajusta a las especificaciones presentes y el Contratista y/o Urbanizador deberá demoler y reemplazarla a sus propias expensas, a menos que el Interventor de EMCALI EICE ESP dé permiso especial para remendar la zona defectuosa.

Los defectos que requieran reemplazo o reparación son aquellos consistentes en porosidades excesivas, daños causados por el retiro de la formaleta, trozos de concreto desprendidos, agujeros de pernos o de barras de anclajes, proyecciones formadas en la unión de los tableros de las formaletas y superficies abombadas debido al movimiento de las mismas.

Las proyecciones y concavidades deben eliminarse picando la superficie con cincel y frotándola luego con una piedra abrasiva.

Las porosidades excesivas (hormigueros) y las otras zonas de concreto defectuosas deben romperse a cincel y a las concavidades dejadas durante esta operación debe dárseles una forma que produzca adecuada trabazón entre el nuevo concreto y el material que lo rodea.

Se exige que todos los huecos y concavidades por llenar se humedezcan completamente durante varias horas antes de hacer el relleno con concreto. En concavidades grandes se usará concreto como relleno, en las pequeñas se utilizará mortero teniendo en cuenta la orden del Interventor de EMCALI EICE ESP. Las cavidades o los agujeros de pernos o barras de unión y las zonas porosas retiradas a cincel deberán taparse con un mortero formado por una parte de cemento Portland, dos partes de arena (medidos en volumen) y estrictamente la cantidad de agua indispensable, de manera que una vez mezclados los ingredientes íntimamente, el mortero tenga suficiente adherencia para que pueda moldearse en forma de bola mediante ligera presión con las manos sin producir exudación de agua.

Las superficies a resanar deberán tratarse con un aditivo que garantice la adherencia del concreto o mortero de relleno.

6.6 FORMALETAS, REFUERZO Y ANCLAJES

Las formaletas se construirán de tal manera que la estructura resultante tenga las mismas formas, dimensiones y cotas mostradas en los planos.

El material para las formaletas dependerá del tipo de acabado que se quiera dar a la superficie, podrá ser metálica, de madera basta engrasada, o madera pulida.

No se admitirá para formaleta aquella madera que haya sido torcida por la acción de la humedad y el sol.

El Interventor de EMCALI EICE ESP comprobara que la resistencia de las formaletas y puntales es adecuada para el peso de la masa de concreto fresco y para evitar deflexiones excesivas que afecten la forma de la estructura o terminen en una rotura.

Es de importancia que el espesor del recubrimiento especificado en los planos se conserve al vaciar el concreto. Esto se obtiene por medio de separadores (panelas) de concreto simple o separadores plásticos.

El refuerzo será colocado en su sitio y sostenido en él, por medio de nudos de alambre hierro dulce para formar una red estable y que resista el vaciado. Pueden perforarse agujeros en el fondo de la formaleta para retirar la suciedad o elementos extraños antes del vaciado.

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del Interventor de EMCALI EICE ESP, no exime al Contratista y/o Urbanizador de su responsabilidad respecto de la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto.

Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, los valores de la Tabla 10 pueden ser empleados como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de formaletas y soportes.

Tabla 10. Tiempo mínimo para remoción de formaletas y soportes

Tipo de obra	Tiempo mínimo para remoción de formaletas y soportes
Estructuras para arcos	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados y vigas y todas las demás partes	24 horas

6.6.1 Curación del concreto

Las placas de concreto, una vez que se ha iniciado el fraguado (endurecimiento) se deben cubrir con una capa de aserrín o cascarilla de arroz de 10 cm de espesor, pero completamente saturado de agua.

Diariamente, en las primeras horas del día, debe reponerse el agua evaporada, durante los primeros siete días; en caso de que se use acelerante este tiempo será de 3 días. El Contratista y/o Urbanizador podrá también utilizar una capa de agua, arena o tierra, bien húmeda.

6.7 CONCRETO PARA PAVIMENTOS, ANDENES Y SARDINELES

Las características de los materiales, el diseño de las mezclas, ensayos, la colocación y curado del concreto para obras de recuperación de espacio público debe cumplir:

- El concreto debe permitir una absorción máxima de 7%, según método A de ensayo especificado en "NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozos de inspección prefabricados en concretos", y un desgaste máximo de 32mm, medido de acuerdo con el método de ensayo especificado en "NTC 5147 Método de ensayo para determinar la resistencia a la abrasión de materiales para pisos y pavimentos, mediante arena y disco metálico ancho".

6.8 REQUISITOS PARA LOS MORTEROS

El Mortero suministrado para obras realizadas por y/o para EMCALI EICE ESP debe tener especificada como mínimo la resistencia a compresión.

La clasificación comercial por uso de los morteros en Colombia comprende los siguientes tipos:

Convencional, Larga vida, Lanzado y Seco.

El tipo de mortero para utilizar en obra debe estar definido en el diseño. Las normas que deben cumplir los morteros utilizados en la obra se indican a continuación, en la Tabla 11.

Tabla 11. Normas que deben cumplir los morteros

Nombre	Código	Organización
Agregados usados en morteros de mampostería	"NTC 2240 Concretos. Agregados usados en morteros de mampostería"	ICONTEC
Especificaciones del mortero para unidades de mampostería	"NTC 3329 Concretos. Especificaciones del mortero para unidades de mampostería"	ICONTEC
Mortero premezclado (de larga duración) para mampostería	"NTC 3356 Concretos. Mortero premezclado para mampostería"	ICONTEC

El mortero y la lechada deben prepararse en una mezcladora apropiada o en una caja de mezcla con paredes y fondo impermeables. Los materiales deben mezclarse en forma completa y homogénea antes de echarles agua hasta que la masa adquiera un color uniforme, obtenido esto se agregará el agua gradualmente hasta obtener una consistencia adecuada para el trabajo.

- No se permitirá el uso de mortero o lechada que haya comenzado a fraguar ni se permitirá el reemplazo de los mismos.
- Para juntas de tuberías, el mortero debe consistir de una parte en volumen de cemento y dos partes en volumen de arena.
- Para pegar ladrillo y para pañetes el mortero consistirá de una parte en volumen de cemento y 3 partes en volumen de arena.
- El mortero para enlucidos consistirá de una parte en volumen de cemento y dos partes en volumen de arena, al cual puede agregarse cualquier tipo de colorante en caso de ser necesario, previa aprobación del Interventor de EMCALI EICE ESP.
- La lechada para rellenos consistirá de una parte en volumen de cemento y cuatro partes en volumen de arena como mínimo.

6.9 ASPECTOS AMBIENTALES EN EL MANEJO DE CONCRETO

Los siguientes son los lineamientos ambientales mínimos exigidos por EMCALI EICE ESP para manejo de concreto en obra, que además serán complementados con lo contenido en la Norma NPL-SE-AA-025 "Plan de Manejo Ambiental para la elaboración de diseños definitivos de redes matrices de acueducto, colectores de alcantarillado pluvial y sanitario y redes secundarias de acueducto y alcantarillado"

En el caso de la producción de concreto en obra se debe especificar el tipo de equipo a utilizar, de acuerdo con EMCALI EICE ESP basados en las necesidades propias del proyecto. Una vez identificada la operación de las mezcladoras de concreto a utilizar debe precisarse las medidas de manejo ambiental específicas para el caso.

Se debe definir de donde se va a tomar el agua para la mezcla en obra. Si se va a tomar de una fuente de agua superficial y/o de la red oficial de EMCALI EICE ESP, se debe contar con los permisos y autorizaciones a que haya lugar y no verter los desechos de la producción del concreto a fuentes superficiales.

Evaluar si las emisiones atmosféricas requieran de un permiso, en cuyo caso éste debe ser gestionado.

Se debe incluir la Licencia de Explotación o Permiso Minero de las fuentes de materiales.

Establecer medidas de manejo ambiental para el manejo transporte y disposición final de los sobrantes de concreto. Se debe verificar que el sitio de disposición final de estos sobrantes este autorizado por el DAGMA o la entidad gubernamental competente, para la recepción de dicho material.

Se deben mantener humedecida la zona de agregados y las vías de circulación y acceso de vehículos.

Se debe cubrir con lona o plástico el sitio donde se encuentren almacenados los agregados.

Se debe cumplir con la "Resolución 541 de 1994" Ministerio del Medio Ambiente, que regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción.

Una vez terminada la operación de mezcla en concreto se debe recoger la maquinaria, materiales sobrantes y demás, dejando el sitio en igual ó mejores condiciones de las encontradas.

6.10 MUESTREO Y MÉTODO DE PRUEBA

6.10.1 Ensayos que se deben realizar para concretos

Es obligatorio la ejecución de:

- Muestreo y los ensayos de los materiales empleados en la preparación del concreto.
- Muestreo y los ensayos del concreto preparado (Ver Tabla 12).

El muestreo y los ensayos deben efectuarse con los estándares definidos en la presente norma para diferentes tipos de obras y de acuerdo con el siguiente orden de prioridad:

Normas EMCALI EICE ESP, Normas NTC, Normas INV, Normas ASTM y Normas AASHTO.

Las muestras para las pruebas de resistencia correspondientes a cada clase de concreto, deben estar conformadas cuando menos por una pareja de cilindros (un ensayo de resistencia) no menos de una vez por día (cuando haya suministro), ni menos de una vez por cada 40 m³ de concreto o una vez por cada

200 m² de área de losas o muros. Como mínimo debe tomarse una pareja de muestras (un ensayo de resistencia) de concreto de columnas por piso. De igual manera, como mínimo debe tomarse una pareja de muestras (un ensayo de resistencia) por cada 25 cochadas de cada clase de concreto. En todo caso las muestras se tomarán de manera aleatoria, o de acuerdo con las indicaciones de EMCALI EICE ESP.

El nivel de resistencia para cada clase de concreto se considera satisfactorio si cumple simultáneamente los siguientes requisitos (para muestras curadas en el laboratorio):

- Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros) igualen o excedan el valor nominal especificado para f'c.
- Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia (un ensayo es el promedio de resistencia de dos cilindros) tenga una resistencia inferior en 3.5 MPa, de f'c requerido.

Para cada Mixer se evaluará el asentamiento de acuerdo con la norma "NTC 396 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto" el concreto se considera satisfactorio si el resultado del ensayo es menor del asentamiento máximo especificado para cada concreto solicitado.

De todas maneras, será de responsabilidad exclusiva del Contratista el diseño y control de la mezcla para obtener concreto de las características y resistencia especificadas.

Tabla 12. Muestreo y Ensayo de Resistencia a compresión de concreto preparado

Tipo de obra	Clase de ensayo	Norma Toma Muestras	Norma de referencia de Ensayo
Estructuras hidráulicas	Resistencia a la compresión	NTC 454" ("ASTMC172"), "NTC 550" ("ASTM C31")	"NTC 673" ("ASTM C39"), "ACI 214R
	Asentamiento	"NTC 454"	"INV-404"
Otras estructuras	Resistencia a la compresión	"NTC 454" ("ASTM C 172"), "NTC 550" ("ASTM C31")	"NTC 673" ("ASTM C39")
	Asentamiento	"NTC 454"	"INV-404"
Pavimentos de vías	Resistencia a compresión	AASHTO T-23-70	"INV-410"
	Asentamiento		"INV-404"
	Resistencia a flexión	AASHTO T-23-70	AASHTO T-97-64

Notas:

1. Los ensayos de resistencia de concreto a compresión deben realizarse a los siete y a los veinte ocho días de fundido el concreto.
2. Todo concreto debe tener una resistencia mínima promedio en los ensayos, igual o superior a la especificada en cada caso.
3. En casos especiales, cuando se trate de concreto de alta resistencia y de ejecución rápida es aceptable la prueba de cilindros a las 24 horas con control obligatorio de las pruebas de los 7 y 28 días.
4. Los resultados de todos los ensayos realizados deben ser entregados a EMCALI EICE ESP en original y copia.

6.10.2 Ensayos que se deben realizar para morteros

Los ensayos que deben realizarse para revisar la calidad de los morteros se indican en el Tabla 13.

Tabla 13. Muestreo y Ensayo para morteros

Clase de ensayo	Norma de referencia de Muestreo	Norma de referencia de Ensayo
Resistencia química de morteros	"NTC 489"	"NTC 489"
Resistencia a la compresión de morteros químicos resistentes	"NTC 491"	"NTC 491"
Evaluación de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada	"NTC 3546"	"NTC 3546"

Nota: La frecuencia de muestreo para diferentes ensayos de morteros debe definirse a criterio del constructor en función del tipo y de la cantidad de mortero utilizado y debe ser aprobada por EMCALI EICE ESP.

6.11 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

6.11.1 Calidad del cemento

Cada vez que lo considere necesario, el Interventor de EMCALI EICE ESP efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

6.11.2 Calidad del agua

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, con equipos debidamente calibrados.

6.11.3 Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas descritas en el numeral "500.5.2.3 - Calidad de los agregados" del "Artículo 500 - Pavimento de concreto hidráulico" de la norma de INVIAS. En cuanto a la frecuencia de ejecución, ella se deja al criterio del Interventor de EMCALI EICE ESP, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

6.11.4 Calidad de los aditivos y de los productos químicos de curado

El Interventor de EMCALI EICE ESP deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización.

6.11.5 Calidad de la mezcla

6.11.5.1 Dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes (respecto a su propio peso):

- Agua, cemento y aditivos $\pm 1\%$
- Agregado fino $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm $\pm 3\%$

La tolerancia del agua de mezclado se deberá medir con la tolerancia especificada, corregida según la condición de humedad de los agregados y la cantidad de aditivo líquido, si se usa.

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Interventor de EMCALI EICE ESP.

6.11.5.2 Consistencia

El Interventor de EMCALI EICE ESP controlará la consistencia de cada carga entregada, para lo cual tomará una muestra representativa de ella que someterá al ensayo de asentamiento, según especificación de INVIAS (INV E-404), cuyo resultado debe encontrarse dentro de los límites mencionados en el numeral “630.4.2 – Estudio de mezcla y obtención de la fórmula de trabajo” del “Artículo 630 – Concreto estructural” de la norma de INVIAS. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente. Por ningún motivo se permitirá la adición de agua al concreto elaborado para incrementar su asentamiento.

6.11.5.3 Resistencia

El concreto por evaluar se agrupará por lotes, entendiendo por lote el volumen de concreto de una misma clase, elaborado con la misma fórmula de trabajo, representado por un conjunto de muestras que se someterán a evaluación en forma parcial, como se describe a continuación.

Una parcialidad del lote estará constituida por el menor volumen resultante entre (i) 50 m³ y (ii) el volumen de concreto colocado en una jornada de trabajo.

De dicha parcialidad se tomará una muestra compuesta por cuatro especímenes según el método descrito en la norma de ensayo INVIAS E-401, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas según la norma INVIAS E-402, para someterlas a ensayos de resistencia a compresión (INVIAS E-410). De ellas, se fallarán dos a siete días y dos a 28 días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a siete días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a 28 días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de la resistencia a compresión de los dos especímenes tomados simultáneamente de una misma cochada, se considerará como el resultado de un ensayo (fi).

La resistencia de cada parcialidad del lote será considerada satisfactoria, si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) $f_i \geq (f'_c - k_1)$
- b) $f_m \geq f'_c$

Donde:

fi: Resultado de un ensayo de resistencia a compresión a los 28 días, en MPa.

f'c: Resistencia característica a compresión a los 28 días, indicada en los planos del proyecto y utilizada para el diseño estructural de la obra, en MPa.

k1: Constante de evaluación. Para concretos con resistencia a la compresión a los 28 días (f'c) menor o igual a veinte MPa, K1 = 2.6 MPa.; para concretos con resistencia a la compresión a los 28 días (f'c) superior a veinte MPa, K1=3.5 MPa.

fm: Valor promedio de resistencia a compresión a los 28 días de tres ensayos consecutivos (MPa). Cuando se trate de la primera muestra, su resultado se considerará como promedio y cuando se trate de la segunda, se tomará el promedio de ellas dos.

El resultado de los cálculos de resistencia del concreto, en MPa, deberá ser aproximado a la décima.

Cuando la fracción centesimal del resultado sea igual o superior a cinco centésimas (≥ 0.05) la aproximación se hará por exceso. Si es menor, se hará por defecto.

Si en algún momento una o las dos exigencias recién indicadas son incumplidas, el Interventor de EMCALI EICE ESP ordenará una revisión de la parte de la estructura que este en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Constructor, a su costa, tome núcleos de dichas zonas, en acuerdo a la norma INVIAS E-418.

Se deberán tomar tres núcleos por cada valor inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16°C - 27°C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por 48 horas y se fallarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia a compresión de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos (f_c), siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Constructor y/o Urbanizador podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Constructor y/o Urbanizador se deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Interventor de EMCALI EICE ESP, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para EMCALI EICE ESP.

Siempre que se produzcan rechazos se deberá reiniciar el promedio de las medias móviles (fm) para las evaluaciones subsiguientes.

6.11.6 Calidad del producto terminado

a. Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas -0.5 cm a +1.0 cm
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado -1.0 cm a +2.0cm
- Muros, estribos y cimientos -2.0 cm a +5.0 cm

b. Desplazamiento

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima positiva (+) indicada para las desviaciones en el inciso "630.5.2.6.a. – Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales" del "Artículo 630 – Concreto estructural" de la norma de INVIAS

c. Otras tolerancias

- Espesores de placas -1.0 cm a +2.0 cm
- Cotas superiores de placas y andenes -1.0 cm a +1.0 cm
- Recubrimiento del refuerzo +6-10%
- Espaciamiento entre varillas -2.0 cm a +2.0 cm

d. Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3 m).

- Placas y andenes 0.4 cm
- Otras superficies de concreto simple o reforzado 1.0 cm
- Muros de concreto ciclópeo 2.0 cm

e. Curado

Toda fundida de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada por el Interventor de EMCALI EICE ESP.

Si se trata de una superficie de contacto con fundidas subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el Interventor de EMCALI EICE ESP podrá exigir la remoción de una capa hasta 5 cm de espesor, por cuenta del Constructor y/o Urbanizador, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, correctamente curada.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Constructor y/o Urbanizador, a su costa, de acuerdo con las indicaciones del Interventor de EMCALI EICE ESP y a plena satisfacción de este.

6.12 EMPAQUE

El empaque aplica solamente para cemento para elaboración de concreto o mortero en obra. El cemento debe tener el empaque de fábrica productora.

6.13 ROTULADO

El productor debe remitir con cada despacho de concreto un comprobante de entrega el cual debe contener como mínimo lo establecido en la norma "NTC 3318 Concretos. Producción de concreto" numeral 13.

El rotulado de cemento debe contener como mínimo la siguiente información:

- Nombre del productor
- Cantidad del producto empacado

Al momento de arribo de un camión mezclador y antes de iniciar la descarga, debe verificarse la siguiente información en el recibo de la mezcla:

- Nombre de la empresa productora y planta
- Número consecutivo del comprobante de entrega
- Nombre del cliente, nombre de la obra (y/0 código) y su dirección
- Volumen de la mezcla, indicado en el recibo de envío
- Tipo y código de la mezcla
- Resistencia especificada en MPa, Kg/cm² o psi
- Tamaño nominal de agregado grueso
- Fecha y hora de cargue
- Asentamiento especificado
- Número del camión (mixer) y nombre (código) del conductor
- Espacio para registrar la hora de llegada y salida de la obra
- Precio definido por tipo de mezcla, si es factura
- Sistema de colocación, si ha sido acordado
- Espacio para firma y sello del cliente

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.