



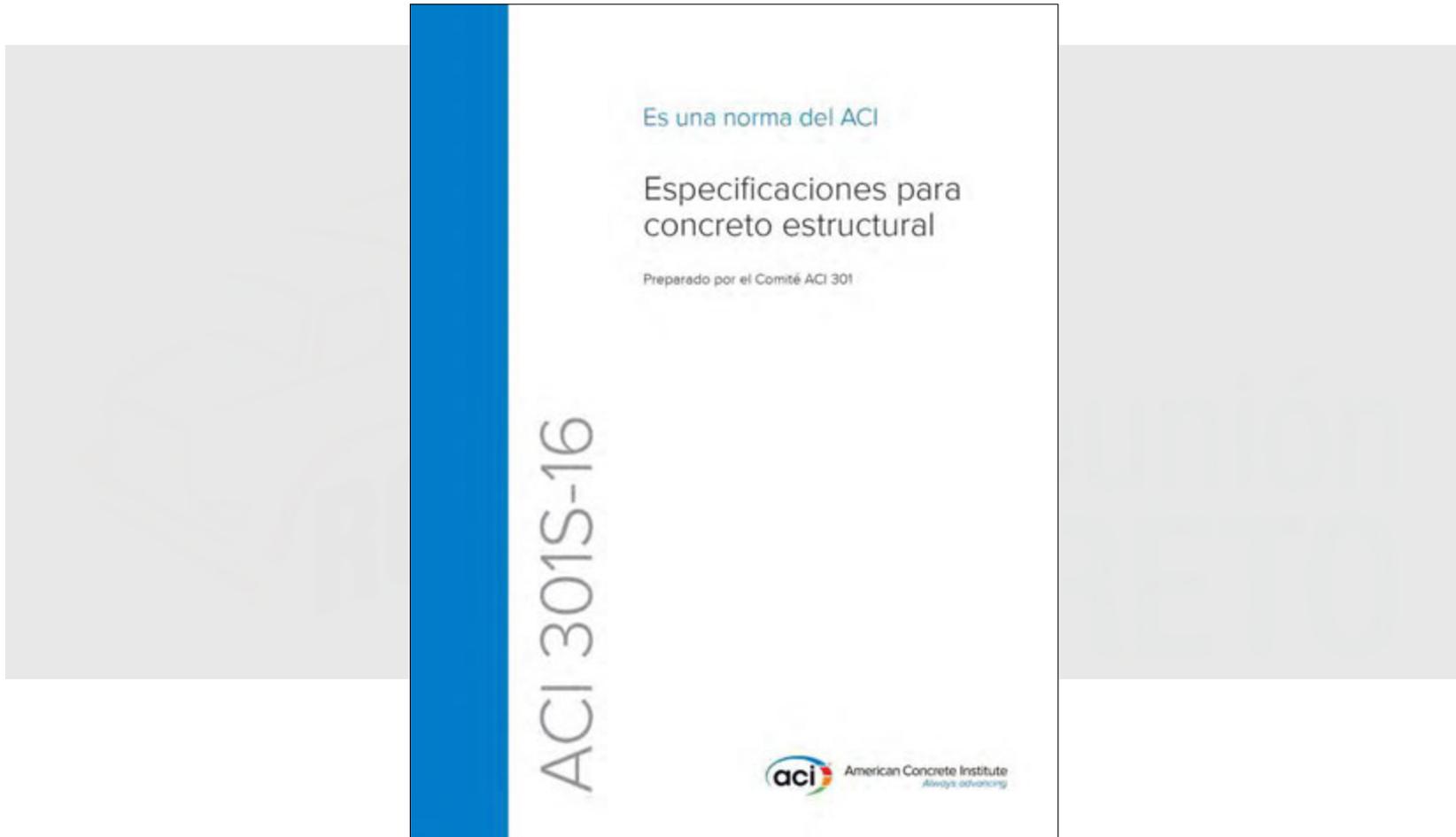
RC 2018 XVII Reunión
del CONCRETO
El evento del Cemento, el Concreto y los Prefabricados

Especificaciones para concreto estructural 301S- 16

Jorge Ignacio Segura Franco

Cartagena 11 de septiembre de 2018

Especificaciones para concreto estructural ACI 301S-16



- **Descripción**
- Referencia aplicable a cualquier Proyecto de construcción que incluya concreto estructural citándola en las Especificaciones del Proyecto.
- Incluye un listado de verificación de requisitos obligatorios y opcionales que complementan las Especificaciones según sea necesario como ayuda al usuario para proyectos con requisitos especiales.

- **Las primeras cinco secciones** cubren requisitos generales de construcción para concreto estructural colocado en sitio y losas sobre piso.
- Estas secciones cubren los materiales y la dosificación del concreto; refuerzo y acero de preesforzado, producción, colocación, acabado y curado del concreto; construcción y criterios de desempeño de cimbras y encofrados.

- Tratamiento de juntas, embebidos e insertos, reparación de defectos superficiales y hechura y terminación de superficies construidas con o sin encofrado.
- Se incluyen requisitos sobre ensayos, evaluación y aceptación del concreto y de la estructura a la cual pertenecen.

- **Las secciones restantes (6 a 14)** están dedicadas al concreto arquitectónico, concreto liviano, concreto masivo, concreto postensado, concreto de compensación de retracción, losas de piso industriales, construcción con muros levantados (tilt-up), concreto estructural prefabricado y concreto arquitectónico prefabricado.

- **Detalles del documento ACI 301S-16**
- Autor: ACI Comité 301
- Primera impresión : Enero de 2018
- ISBN: 978-1-64195-001-5
- Categoría: Especificaciones

- **SECCION 1 – REQUISITOS GENERALES**
- 1.1 – Alcance.
- 1.2 – Interpretación.
- 1.3 – Definiciones.
- 1.4 – Normas de referencia.
- 1.5 – Remisiones.
- 1.6 – Ensayos e Inspecciones.
- 1.7 - Aceptación de la estructura.
- 1.8 – Protección del concreto endurecido.

- **1.1 Alcance**
- 1.1.2 Las secciones 1 a 5 se aplican a proyectos donde se hace referencia a estas especificaciones. El trabajo cubierto por las secciones 6 a 14 aplica solamente si se hace referencia a este tipo de trabajo en los documentos del contrato.
- 1.1.5 *Obra no especificada* – Los siguientes tipos de obra, entre otros, no están dentro del alcance de las presentes especificaciones:
 - (a) Productos manufacturados de concreto especificados en ASTM.
 - (b) Concreto para pavimentos.
 - (c) Concreto aislante.
 - (d) Concreto refractario.
 - (e) Estructuras nucleares.
 - (i) Pilotes de concreto, pilotes preexcavados y cajones de cimentación asignados al diseño sísmico.

- **1.3 – Definiciones** . Incluye las definiciones de los términos en Español teniendo entre paréntesis el vocablo en idioma Inglés.
- **1.4 – Normas de referencia y publicaciones citadas.** Se citan normas del ACI y Normas Internacionales ASTM incluyendo su código serial y año de adopción o revisión.
- **1.5 - Remisiones**
- 1.5.2 *Sustituciones* – La sustituciones que se soliciten debe identificar específicamente la sustitución propuesta y demostrar que se cumpla con el desempeño requerido.
- 1.5.3 *Control de calidad del contratista* – Se debe remitir un plan de control de calidad que indique las medidas y métodos para controlar la adquisición, uso y colocación de los materiales.

- **1.6 – Ensayos e inspección**
- **1.6.1 Generalidades** – Los materiales del concreto y la ejecución de la obra deben ser ensayados e inspeccionados por el propietario a medida que avanzan los trabajos.
- **1.6.1.1 Laboratorios de ensayo.** Los laboratorios que ejecutan los ensayos requeridos de los materiales del concreto para el aseguramiento de la calidad deben cumplir los requerimientos ASTM C1077.
- Los laboratorios que ensayen el acero de refuerzo o su colocación deben cumplir los requisitos ASTM E329.
- Los laboratorios deben ser aprobados por el profesional facultado para diseñar antes del inicio de cualquier ensayo o inspección.

- 1.6.1.2 *Técnicos de campo* – Los ensayos de campo de concreto exigidos deben ser realizados por un técnico certificado ACI grado I en ensayos de campo del concreto o su equivalente aceptado.
- 1.6.3 *Aseguramiento de Calidad deberes y responsabilidades del laboratorio del propietario*
- 1.6.3.1(a) Representantes del laboratorio del propietario deben inspeccionar, tomar muestras y ensayar los materiales y la producción del concreto de conformidad con los documentos contractuales.
- 1.6.3.1(b) El laboratorio del propietario y sus representantes no están autorizados para rechazar, alterar, reducir, aumentar o modificar ningún requisito en los documentos contractuales, ni para aceptar o rechazar ninguna parte del trabajo.

- *1.6.4 Ensayos de sitio sobre concreto endurecido*
- *1.6.4.2 Ensayos no destructivos de uniformidad.* El profesional facultado para diseñar puede especificar ensayos para evaluar la uniformidad del concreto colocado en sitio, o en los lugares donde se van a extraer núcleos, consistentes en ensayos tales como el esclerómetro de acuerdo con la norma ASTM C805/C805M o el método de la velocidad de pulsos de acuerdo con la norma ASTM C597. Estos métodos no deben usarse para evaluar la resistencia del concreto en sitio.

- 1.6.4.3 *Ensayo de núcleos*
- 1.6.4.3(a) Si la resistencia del concreto, como se define en estas especificaciones, está en duda o se requiere por alguna razón un ensayo de núcleos, se deben obtener, manejar en condiciones de humedad, preparar y ensayar núcleos de acuerdo con ASTM C42/C42M. Los núcleos no deben ensayarse antes de las 48 horas de su extracción o último humedecimiento ni después de 7 días de su extracción de la estructura.
- 1.6.4.3(b) Se deben tomar por lo menos tres núcleos de cada área donde se haya colocado concreto que se considere potencialmente deficiente y la localización de los núcleos debe ser determinada por el profesional facultado para diseñar.

- 1.6.4.3(c) – Las perforaciones de los núcleos extraídos deben ser llenadas por el contratista utilizando concreto o mortero sin asentamiento o de resistencia igual o mayor que la del concreto original y deben curarse con humedad durante al menos 3 días.
- 1.6.5 *Evaluación de los ensayos de resistencia del concreto*
- 1.6.5.1 *Probetas fabricadas y curadas de forma normalizada.* La evaluación sólo es válida si los ensayos se han realizado de acuerdo con los procedimientos especificados.
- 1.6.5.2 *Ensayo de núcleos.* Los resultados de los ensayos de núcleos deben ser evaluados por el profesional facultado para diseñar y sólo son validos si los ensayos se realizaron de acuerdo con ASTM C42/C42M. No se deben usar ensayos de núcleos en vez del procedimiento estandarizado de cilindros curados especificados.

- 1.6.5.3 *Ensayos de resistencia en sitio*
- 1.6.5.3.1 Deben ser evaluados por el profesional facultado para diseñar y sólo son validos si para los mismos se emplea equipos debidamente calibrados de acuerdo con los procedimientos estándar debidamente reconocidos para ello y si se somete a consideración una correlación adecuada entre los resultados de los ensayos y la resistencia a compresión del concreto

- 1.6.6 *Aceptación de la resistencia del concreto*
- 1.6.6.1 *Probetas para resistencia fabricadas y curadas en forma normalizada*
- 1.6.6.1(a) Todo promedio de resistencia de tres ensayos consecutivos es mayor o igual a la resistencia especificada
- 1.6.6.1(b) Ningún resultado de un ensayo individual es menor a $f'c$ en mas de 3.5 MPa para concretos con $f'c$ menor o igual a 35 MPa o en mas de $0.10 f'c$ si es mayor de 35 MPa
- 1.6.7 *Aceptación de concreto reforzado con fibras de acero*
- Enumera los requisitos que debe cumplir el concreto reforzado con fibras de acero para proveer resistencia al cortante.

- 1.6.8 *Aceptación de concreto en sitio*
- 1.6.8.1 *Contenido de aire* – Si el contenido de aire medido en el punto de descarga de la unidad de transporte es mayor que el límite superior establecido se debe efectuar un ensayo de verificación y si no cumple no puede usarse en la construcción. Si la medida de contenido de aire es menor el límite inferior se pueden realizar ajustes de acuerdo con ASTM C94/C94M.
- 1.6.8.2 *Asentamiento* – Si el asentamiento medido en el punto de descarga de la unidad de transporte es mayor que el especificado se debe efectuar un ensayo de verificación y si no cumple el concreto no se puede usar en la construcción. Si el asentamiento medido es menor se podrá realizar ajustes de acuerdo con ASTM C94/C94M.

- 1.6.8.3 – *Temperatura* – Si la temperatura medida en el concreto en el punto de descarga de la unidad de transporte no está dentro de los límites como se ha especificado, se debe efectuar un ensayo de verificación . Si el ensayo de verificación no cumple , se considera que el concreto no cumple no debe usarse en la construcción.

- **1.7 Aceptación de la estructura**
- 1.7.1 *Generalidades* – Toda la construcción en concreto terminada debe cumplir con los requisitos aplicables de estas especificaciones y de los documentos contractuales.
- 1.7.2 *Tolerancias dimensionales*
- 17.2.1 A menos que se especifique lo contrario, las tolerancias e la construcción deben cumplir con ACI 117M
- 1.7.3 *Acabados*
- 17.3.1 Las superficies de concreto que no cumplan con los requisitos deben corregirse de acuerdo con lo establecido.

- 1.7.4 *Resistencia de la estructura*
- 1.7.4.1 *Criterios para determinar deficiencias potenciales en la resistencia*
La resistencia se considera deficiente si la obra de concreto no cumple los requisitos que controlan la resistencia de la estructura.
- 1.7.5 *Durabilidad*
- 1.7.5.1 *Criterios para determinar deficiencias potenciales en la durabilidad*
- 1.7.5.2 *Acciones requeridas si la durabilidad es parcialmente deficiente*

- 1.7.5 *Durabilidad*
- 1.7.5.1 *Criterios para determinar deficiencias potenciales en la durabilidad*
La durabilidad del concreto se considera deficiente , y por lo tanto el miembro de concreto debe ser rechazado, si no se cumplen los requisitos para control de la durabilidad de la estructura.
- 1.7.5.2 *Acciones requeridas si la durabilidad es parcialmente deficiente* – Si la durabilidad de la estructura se considera potencialmente deficiente las acciones que puede solicitar el profesional facultado para diseñar son:
 - (a) Obtener y ensayar muestras de los materiales.
 - (b) Obtener muestras de concreto de la estructura mediante la extracción de núcleos, aserrado, etc..
 - (c) Evaluación en el laboratorio de la resistencia del concreto para las acciones del clima, ataque químico, abrasión, etc... y la protección de corrosión del refuerzo.
 - (d) Reparar o reemplazar el concreto rechazado

- **1.8 – Protección del concreto endurecido**
- **1.8.1 Cargas y soporte de los miembros de la estructura o la estructura** – No se permiten cargas de construcción que excedan las cargas que un miembro estructural es capaz de resistir en condiciones seguras y sin daños.
- **1.8.2 Protección contra daños mecánicos** – El concreto debe ser protegido contra daños causados por tráfico de la construcción, el equipo o los materiales de construcción.
- **1.8.3 Protección contra condiciones ambientales** – Durante el curado, el concreto debe ser protegido de daños causador por el clima.

- **SECCION 2 – CIMBRAS, ENCOFRADOS Y ACCESORIOS**
- 2.1 – General
- 2.2 – Productos
- 2.3 – Ejecución

- **2.1 – Generalidades**
- 2.1.1. *Alcance* - La presente sección cubre los requisitos para el diseño y construcción de cimbras y encofrados
- 2.1.2.1(a) *Material del encofrado que entra en contacto con el concreto* – Informar del material propuesto para el acabado superficial
- 2.1.2.1(b) *Juntas de construcción y movimiento* – Remitir la localización y detalles de las juntas de construcción y movimiento propuestas.
- 2.1.2. (c) *Ensayos para descimbrado* – Remitir la metodología y datos de correlación sobre el método propuesto para determinar la resistencia requerida del concreto para el descimbrado.
- 2.1.1.(d) *Procedimiento de apuntalamiento y reapuntalamiento* – Se deben tener los planos suscritos y sellados por un ingeniero profesional registrado ante la autoridad competente del sitio donde se desarrolla la construcción.

- **2.2. Productos**
- 2.2.1 *Materiales*
- 2.2.1.1 *Materiales de encofrado en contacto con el concreto.*
- 2.2.1.2 *Accesorios de encofrado – Desarrollados y fabricados comercialmente.*
- 2.2.1.3 *Desmoldantes.*
- 2.2.1.4 *Masilla para juntas de expansión.*
- 2.2.1.5 *Otros elementos embebidos.*
- 2.2.1.6 *Materiales de achaflanado.*

- 2.2.2 *Requisitos de diseño y desempeño*
- 2.2.2.1 El diseño de las cimbras y encofrados son responsabilidad del constructor
- 2.2.2.2 Los encofrados, cimbras, apuntalamientos y reapuntalamientos diseñados, deben ser capaces de resistir todas las cargas que reciben y cumplir con los requisitos del reglamento aplicable de construcción. Deben resistir la redistribución de cargas resultantes de los esfuerzos del postensionado del refuerzo y las cargas producto de la colocación y vibrado del concreto manteniendo sus dimensiones dentro de las tolerancias especificadas

- **2.3 – Ejecución**
- *2.3.1 Construcción y montaje de cimbras y encofrados*
- 2.3.1.3 El encofrado se debe inspeccionar y debe removerse todo elemento indeseable antes de la colocación del concreto.
- 2.3.1.6 –Se deben proveer sistemas de ajuste en los elementos que conforman la cimbra.
- 2.3.1.7 Con el fin de mantener los niveles y espesores dentro de las tolerancias especificadas la cimbra se debe instalar de tal manera que se compensen las deflexiones y asentamientos que puedan ocurrir durante la colocación del concreto
- 2.3.1.11 Se deben proveer pistas apropiadas para el movimiento de los equipos apoyadas directamente sobre la cimbra y no sobre el refuerzo.

- 2.3.1.12 Las camisas, ductos, insertos, anclajes, juntas de expansión, sellos o cualquier otro elemento exigido para trabajos adyacentes deben colocarse y asegurarse para que su colocación final cumpla con las tolerancias de ACI 117M
- 2.3.2 *Desencofrado y descimbrado*
- 2.3.2.3 El concreto no puede dañarse durante el desencofrado de superficies verticales de columnas, muros y caras verticales de vigas
- 2.3.2.4 A menos que se especifique lo contrario, se deben mantener la cimbra y sus puntales para soportar el peso del concreto en vigas losas y otros miembros estructurales en su sitio, hasta que la resistencia del concreto en sitio haya alcanzado por lo menos $f'c$.
- 2.3.2.6 Para las estructuras postensadas no se permite retirar la cimbra hasta que los registros del tensionamiento hayan sido aceptados por el profesional facultado para diseñar

- 2.3 3 *Apuntalamiento y reapuntalamiento*
- 2.3.3.4 En edificaciones de varios pisos el reapuntalamiento se debe extender un número de pisos suficiente para que las cargas nuevas, incluyendo el concreto recién colocado, encofrados, cimbras, apuntalamientos y cargas vivas de construcción en los pisos objeto de apuntalamiento o reapuntalamiento no excedan las cargas de diseño de acuerdo a los procedimientos aceptados.
- 2.3.4 *Resistencia requerida del concreto para el descimbrado*
- 2.3.4.1 Si la operación de descimbrado o de reapuntalamiento se basa en que el concreto alcance una resistencia especificada en sitio, los cilindros se deben fabricar y curar de acuerdo con ASTM C31/C31M. Los cilindros deben ser ensayados con ASTM C39/ASTMC39M.

- 2.3 5 *Control de calidad en obra*
- 3.3.5.1 Se deben establecer y mantener puntos topográficos en la estructura y puntos de referencia que se mantengan inalterados hasta la terminación de la estructura de concreto y las fachadas de la edificación.
- 2.3.5.2 Antes de colocar el concreto se debe inspeccionar el encofrado de acuerdo con los documentos contractuales y, si es del caso, se debe notificar al inspector especial o al personal de aseguramiento de calidad del propietario.

- **SECCION 3 – REFUERZO Y SOPORTES DEL REFUERZO**
- 3.1 – Generalidades
- 3.2 – Productos
- 3.3 – Ejecución

- 3.1.1 *Alcance* – Esta sección cubre los materiales, fabricación, colocación y tolerancias del refuerzo de acero y sus soportes
- 3.1.2.1(a) *Refuerzo* – Los certificados de ensayos del fabricante del refuerzo deben ser remitidos para consideración.
- 3.1.2.1(b) *Planos de colocación* – Los planos de colocación que muestran las dimensiones de figuración y la ubicación del refuerzo y sus soportes deben ser remitidos para consideración.
- 3.1.2.1(c) *Empalmes* – Los empalmes y sus localizaciones y detalles debe ser remitidos para consideración.
- 3.1.2.1(d) *Empalmes mecánicos* – Remitir la información de los empalmes mecánicos demostrando su cumplimiento.
- 3.1.2.1(f) *Doblado o enderezado en obra* - Las solicitudes y procedimientos para doblar o enderezar en obra el refuerzo parcialmente embebido en concreto no indicados en los documentos contractuales deben ser enviados para su revisión.

- 3.1.3 *Almacenamiento y manejo de materiales*
- 3.1.3.1 El almacenamiento y manejo del refuerzo se debe hacer para mantener la forma de la figura de fabricación y las condiciones del material.
- 3.1.3.2 Al manipular y almacenar refuerzo con recubrimiento se deben utilizar equipos y métodos que no dañen el recubrimiento
- **3.2 – Productos**
- 3.2.1 *Materiales*
- 3.2.1.1. *Barras de acero de refuerzo* – El refuerzo debe consistir en barras corrugadas, excepto en espirales, espigas y refuerzo electrosoldado en cuyo caso puede ser refuerzo liso. El refuerzo debe tener las resistencias, tipos de acero y diámetros exigidos por los documentos contractuales.

El acero debe cumplir con las siguientes normas:

- (a) ASTM A 615/A 615M
- (b) ASTM A 706/A 706M
- (c) ASTM A 955/A 955M
- (d) ASTM A 996/ A 996M
- (e) ASTM A 1035/A 1035M

3.2.1.2 *Barras de acero con recubrimiento* - Las barras de acero con recubrimiento de zinc, epóxico o con recubrimiento doble zinc-epóxico deben ajustarse a lo especificado en los documentos contractuales.

3.2.1.5 *Barras de refuerzo con cabeza* – Las barras de refuerzo con cabeza deben cumplir con ASTM A979/A979M

3.2.1.6 *Alambre* – El uso de alambre liso o corrugado debe ajustarse a los documentos contractuales.

- 3.2.1.8 *Pernos con cabeza para refuerzo de cortante* – Los pernos con cabeza o grupos ensamblados de éstos deben cumplir con ASTM A1044/A1044M.
- 3.2.1.10 *Empalmes mecánicos* – Los empalmes mecánicos deben desarrollar al menos un 125 por ciento de la resistencia especificada a la fluencia del acero de las barras que son empalmadas.
- 3.2.2. *Fabricación*
- 3.2.2.1 *Doblado* – El refuerzo se debe doblar en frío y con las tolerancias de fabricación ACI 117M.
- 3.2.2.2 *Soldadura*
- 3.2.2.2(a) Si se especifica la soldadura del refuerzo , esta debe cumplir con los requisitos de AWS D1.4/D1.4M

- **3.3 - Ejecución**
- **3.3.1 Preparación** - Cuando se coloca el concreto, el refuerzo debe estar libre de materiales perjudiciales para la adherencia. El refuerzo con óxido, escoria de fundición o una combinación de ambas se considera satisfactorio siempre que sus dimensiones nominales mínimas, peso nominal y altura promedio de los resaltes de una probeta cepillada con un cepillo manual de alambre no sean menores que los requisitos aplicables de las normas ASMT respectivas
- **3.3.2 Colocación**
- **3.3.2.1 Tolerancias** – El refuerzo debe colocarse, fijarse y asegurarse para que mantenga su localización durante la colocación del concreto como se indica en los documentos contractuales.

- 3.3.2.2 *Cambios en la ubicación el refuerzo* – Si es necesario mover el refuerzo mas allá de las tolerancias de colocación especificadas para evitar su interferencia con otro refuerzo , conductos o elementos embebidos, la nueva colocación debe ser remitida para consideración.
- 3.3.2.3 *Recubrimiento de concreto* – A menos que se especifique lo contrario, el recubrimiento de concreto del refuerzo debe cumplir con lo dispuesto en 3.2.3.2.3(a) hasta 3.3.2.3(c)

Especificaciones para concreto estructural ACI 301S-16

Tabla 3.3.2.3(a)—Recubrimiento del concreto para miembros de concreto no preesforzados construidos en sitio

Exposición del concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento especificado, mm
Construido contra el terreno y permanentemente en contacto con él	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto con el terreno	Todos	Barras No. 19 a No. 57	50
		Barras No. 16, alambre MW200 ó MD200, y menores	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto con el terreno	Losas, viguetas y muros	Barras No. 43 y No. 57	40
		Barras No. 36 y menores	20
	Vigas, columnas, pedestales y tensores a tracción	Refuerzo principal, estribos, espirales y estribos cerrados de confinamiento	40

Especificaciones para concreto estructural ACI 301S-16

Tabla 3.3.2.3(b)— Recubrimiento de concreto para miembros preesforzados de concreto construidos en sitio

	Miembro	Refuerzo	Recubrimient o especificado, mm
Construido contra el terreno y en contacto permanente con él	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto con el terreno	Losas, viguetas y muros	Todos	25
	Todos los demás	Todos	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto con el terreno	Losas, viguetas y muros	Todos	20
	Vigas, columnas y tensores a tracción	Refuerzo principal	40
		Estribos, espirales y estribos cerrados de confinamiento	25

Especificaciones para concreto estructural

ACI 301S-16

Tabla 3.3.2.3(c)—Recubrimiento de concreto para miembros prefabricados preesforzados y no preesforzados, construidos bajo condiciones de planta,

Exposición del concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento especificado, mm
Expuesto a la intemperie o en contacto con el terreno	Muros	Barras No. 43 y No. 57, tendones de diámetro mayor de 40 mm	40
		Barras No. 36 y menores, alambre MW200 y MD200, y menores, tendones y torones de diámetro 40 mm y menores	20
	Todos los demás	Barras No. 43 y No. 57, tendones de diámetro mayor de 40 mm	50
		Barras No. 19 hasta No. 36, tendones y torones de diámetro mayor 16 mm hasta diámetro 40 mm	40
		Barras No. 16, alambres MW200 ó MD200, y menores, tendones y torones de diámetro 16 mm y menores	30
	No expuesto a la intemperie ni en contacto con el terreno	Losas, viguetas y muros	Barras No. 43 y No. 57, tendones de diámetro mayor de 40 mm
Tendones y torones de diámetro 40 mm y menores			20
Barras No. 36, alambre MW200 ó MD200, y menores			16
Vigas, columnas, pedestales y tensores a tracción		Refuerzo principal	Mayor de y 16, pero no necesita exceder 40
		Estribos, espirales y estribos cerrados de confinamiento	10

- 3.3.2.7 *Empalmes* – Los empalmes deben realizarse como se indica en los documentos contractuales. Los empalmes mecánicos para barras de refuerzo no incluidos en los elementos contractuales no pueden ser usados a menos que sean aprobados por el profesional facultado para diseñar.
- 3.3.2.8 *Doblado o enderezado del refuerzo en obra* – El doblado o enderezado de las barras de refuerzo parcialmente embebido en el concreto no se permite excepto si se indica en los elementos contractuales.
- 3.3.2.8(c) – *Diámetros de doblado* – Los diámetros de doblado deben cumplir los requisitos de la tabla 3.3.2.8

Tabla 3.3.2.8—Diámetro mínimo de doblado

Tamaño de la barra	Diámetro interno de doblado
No. 10 a No. 25	Seis diámetros de barra
Estribos de barra No. 10 a No. 16	Cuatro diámetros de barra
No. 29, No. 32 y No. 36	Ocho diámetros de barra
No. 43 y No. 57	Diez diámetros de barra

3.3.2.9 Cortes del refuerzo en obra – Cortes del refuerzo, en obra solo pueden ser autorizados por el profesional facultado para diseñar.

3.3.2.10 Refuerzo a través de las juntas de expansión – No se debe prolongar el refuerzo o cualquier otro elemento metálico embebido en el concreto a través de las juntas de expansión. Si se especifica, los espigos pueden continuar a través de las juntas de expansión, si se inhibe la adherencia de un lado de la junta.

- **SECCION 4 - MEZCLAS DE CONCRETO**
- 4.1 – Generalidades
- 4.2 – Productos
- 4.3 - Ejecución

- **Generalidades**
- 4.1.1. *Alcance* – Esta sección cubre los requisitos de los materiales, dosificación, producción y suministro del concreto
- 4.1.2.1 *Dosificación de mezcla*
- 4.1.2.2 Datos de resistencia de mezcla
- 4.1.2.3 *Materiales del concreto* – Incluye materiales cementantes, agregados, aditivos, agua y hielo.
- 4.1.2.4 *Datos de ensayos en obra* – Incluye registros de ensayos de las mezcla, requisitos de durabilidad, resistencia a la reacción silico alcalina, ajustes a la dosificación.

- **4.1.2.9 Concreto para pisos** – Las evaluaciones y resultados de los ensayos para verificar la idoneidad del concreto para pisos cuando el contenido de **materiales cementantes** sea menor que el especificado en la tabla 4.1.2.9

Tabla 4.1.2.9—Requisitos de material cementante mínimo para pisos

Máximo tamaño nominal del agregado, mm	Contenido mínimo de material cementante, kg/m ³
37.5	280
25.0	310
19.0	320
9.5	360

- **4.1.3 Control de calidad**
- **4.1.3.1** Deben conservarse los registros por medio de los cuales se verificó que los materiales usados corresponden a los tipos y tamaños especificados
- **4.1.3.3** Debe asegurarse que el concreto tiene las características especificadas en su estado de mezcla fresca en el momento de entrega.

- 4.1.4 *Almacenamiento y manejo de materiales*
- 4.1.4.1 *Materiales cementantes*– Los materiales cementantes deben conservarse secos y libres de contaminantes
- 4.1.4.2 *Agregados* – Los agregados se deben almacenar y manejar de modo que se evite la segregación y se prevenga la contaminación con otros materiales o con otros tamaños de agregados
- 4.1.4.3 *Agua y hielo* - El agua y el hielo deben protegerse de la contaminación durante su almacenamiento o transporte
- 4.1.4.4 *Aditivos* – Los aditivos almacenados deben protegerse de la contaminación, evaporación o daño

- **4.2 – Productos**
- 4.2.1 *Materiales*
- 4.2.1.1 *Materiales cementantes*
- A menos que se especifique lo contrario, los materiales cementantes deben cumplir con 4.2.1.1(a) hasta 4.2.1.1(g).
- En estas sub-secciones se especifica requerimientos del cemento Portland, cemento hidráulico adicionado, puzolanas, cemento de escoria, humo de sílice.
- 4.2.1.2 *Agregados* – A menos que se especifique lo contrario, los agregados deben cumplir con ASTM C33/C33M. Los agregados para el concreto deben provenir de las mismas fuentes y tener los mismos intervalos de tamaño.

- 4.2.1.3 *Agua y hielo* – A menos que se especifique lo contrario, el agua para la mezcla del concreto debe cumplir con ASTM C1602/C1602M
- 4.2.1.4 *Aditivos* – A menos que se especifique lo contrario, los aditivos deben cumplir con los siguientes requisitos:
 - (a) Incorporadores de aire ASTM C260/C260M
 - (b) Químicos con ASTM C494/C494M
 - (c) Químicos para concreto fluido ASTM C1017/C1017M
 - (d) Cloruro de calcio con ASTM D98
- 4.2.1.5 *Fibras de acero* – Si se especifica refuerzo con fibras de acero como refuerzo a cortante, las fibras debe ser deformadas y cumplir con ASTM A820/A820M

- 4.2.2 . *Requisitos de diseño y desempeño*
- 4.2.2.1 *Contenido de material cementante* - El contenido del material cementante debe ser adecuado para que el concreto cumpla con los requisitos de resistencia, relación a/mc , durabilidad y facilidad de acabado.4.2.2.2
- *Asentamiento* – A menos que se especifique lo contrario, se debe seleccionar el asentamiento.
- 4.2.2.3 *Tamaño de agregado grueso* – A menos que se especifique lo contrario, el tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe exceder de 3/4 partes de la mínima distancia libre entre barras de refuerzo, un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrado o un tercio del espesor de la losa o del afinado de pisos
- 4.2.2.4 *Contenido de aire* - Debe contener según la clase de exposición
- 4.2.2.5 *Temperatura del concreto* (temperatura mínima y temperatura máxima)
- 4.2.2.6 – *Resistencia a la reacción sílico alcalina*

Especificaciones para concreto estructural ACI 301S-16

- 4.2.2.7 – *Durabilidad*
- 4.2.2.7(a) *Resistencia a los sulfatos*
- 4.2.2.7(b) *Resistencia al congelamiento y descongelamiento*
- 4.2.2.7 (c) *Baja permeabilidad*
- 4.2.2.7 (d) *Protección contra corrosión del refuerzo*

Tabla 4.2.2.7(a)—Requisitos para la categoría de exposición S: exposición a sulfatos

Clase de exposición	Máxima relación a/mc^*	f'_c mínimo, MPa	Materiales cementantes requeridos [†] — tipos			Aditivo de cloruro de calcio
			ASTM C150/C150M	ASTM C595/C595M	ASTM C1157/C1157M	
S0	NA	17	NA	NA	NA	Sin restricción
S1	0.50	28	II ^{‡§}	IP(MS), IS (<70) IT (MS)	MS	Sin restricción
S2	0.45	31	V [§]	IP(HS), IS (<70) IT (HS)	HS	No permitido
S3	0.45	31	V + puzolanas o cemento de escoria	IP (HS) + puzolanas o cemento de escoria [§] o IS (<70) (HS) + puzolanas o cemento de escoria [§] o IT(HS) + puzolanas o cemento de escoria	HS + puzolanas o cemento de escoria	No permitido

* La máxima relación a/mc no aplica para concreto liviano.

[†] Se aceptan combinaciones alternas de materiales cementantes a las aquí descritas si se ensayan a resistencia a sulfatos y cumplen los criterios de la Tabla 4.2.2.7(a)1.

[‡] Para exposición a agua de mar se pueden usar otros tipos de cemento Portland con un contenido de trióxido de aluminio de calcio (C_3A) superior al 10 por ciento siempre y cuando su a/mc no exceda 0.40.

[§] Se permiten otros tipos de cemento, como Tipo III o Tipo I, en las clases de exposición S1 ó S2 si el contenido de C_3A es menor del 8 por ciento ó 5 por ciento, respectivamente.

^{||} La cantidad de la fuente específica de puzolana o cemento de escoria que se utilice debe ser al menos la cantidad determinada por ensayos o registros de servicio para mejorar la resistencia a sulfatos cuando se usen en concretos con cemento Tipo V. Alternativamente, la cantidad de la fuente específica de la puzolana o escoria que se utilicen no debe ser menor que la cantidad ensayada de acuerdo con ASTM C1012/C1012M, cumpliendo además los requisitos de la Tabla 4.2.2.7(a)1.

Especificaciones para concreto estructural ACI 301S-16

Tabla 4.2.2.7(b)— Requisitos para categoría de exposición F: Exposición a congelamiento y descongelamiento

Clase de exposición n	Máxima relación a/mc	Mínimo f'_c , MPa	Contenido de aire	Requisitos adicionales
F0	NA	17	NA	
F1	0.55	24	Tabla 4.2.2.7(b)1	NA
F2	0.45	31	Tabla 4.2.2.7(b)1	NA
F3	0.40	35	Tabla 4.2.2.7(b)1	Tabla 4.2.1.1(b)
F3 Concreto simple	0.45	31	Tabla 4.2.2.7(b)1	Tabla 4.2.1.1(b)

*Los límites máximos de a/mc no aplican para los concretos livianos.

Tabla 4.2.2.7(c)—Requisitos para categoría de exposición W: Concreto de baja permeabilidad en contacto con el agua

Clase de exposición	Máxima relación a/mc *	Mínimo f'_c , MPa	Requisitos mínimos adicionales
W0	NA	17	Ninguno
W1	0.50	28	Ninguno

*Los límites máximos de a/mc aplican para concretos livianos.

Tabla 4.2.2.7(d)—Requisitos para categoría de exposición C: Condiciones que requieren protección del refuerzo contra corrosión

Clase de exposición	Máxima relación a/mc^*	Mínimo f'_c , MPa	Contenido máximo de ion cloruro (Cl) soluble en agua en el concreto, porcentaje por masa de cemento
Concreto reforzado			
C0	NA	17	1.00
C1	NA	17	0.30
C2	0.40	35	0.15
Concreto preesforzado			
C0	NA	17	0.06
C1	NA	17	0.06
C2	0.40	35	0.06

*Los límites máximos de a/mc no aplican para concretos livianos.

- 4.2.2.7 *Durabilidad*
- 4.2.1.7 (a) Resistencia a los sulfatos – Se debe utilizar concreto que cumpla con los requisitos de la tabla 4.2.2.7(a)
- 4.2.2.7 (b) Resistencia al congelamiento y descongelamiento – Se debe utilizar concreto que cumpla con los requisitos de la tabla 4.2.2.7 (b)
- 4.2.2.7 (c) Baja permeabilidad – Se debe utilizar concreto que cumpla con los requisitos de la tabla 4.2.2.7 (c)
- 4.2.2.7 (d) Protección contra corrosión del refuerzo – Se debe utilizar concreto que cumpla con los requisitos de la tabla 4.2.2.7 (d)

- 4.2.2.8 – *Resistencia y relación a/mc* – La resistencia a la compresión , y si se requiere la máxima relación a/mc de cualquier parte de la construcción, se debe cumplir con los especificado en los documentos contractuales.
- 4.2.2.8(a) A menos que se especifique lo contrario, los requisitos de resistencia se deben basar en ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días. La resistencia a la compresión se mide utilizando cilindros de 150 x 300 mm o de 100 x 200 fabricados y ensayados de acuerdo con las normas ASTM C31/C32M y C9/C39m. Un ensayo de resistencia a la edad determinada corresponde al promedio de por lo menos dos cilindros de 150 por 300 mm o por lo menos de tres cilindros de 100 x 200 mm tomados de la misma muestra de concreto
- 4.2.2.9 Concreto reforzado con fibras de acero – Si se especifica concreto reforzado con fibras de acero para proporcionar resistencia a cortante, la mezcla del concreto debe cumplir con ASTM C116(C116M).

- 4.2.3.2 – *Desviación estándar de la muestra*
- Los registros de ensayos de resistencia en obra utilizados para calcular la desviación estándar de una muestra deben representar los materiales, dosificación de la mezcla, procedimientos de control de calidad y condiciones climáticas similares a las esperadas en la construcción.

Tabla 4.2.3.1—Resistencia promedio requerida f'_{cr} cuando no hay datos disponibles para establecer la desviación estándar

f'_c , MPa	f'_{cr} , MPa
Menos de 21	$f'_c + 7$
21 a 35	$f'_c + 8.3$
Más de 35	$1.1f'_c + 5$

Tabla 4.2.3.3(a)1— Resistencia promedio requerida a la compresión f'_{cr} cuando se dispone de datos para establecer la desviación estándar, en MPa

f'_c , MPa	f'_{cr} , MPa
	Usar el mayor de:
35 o menos	$f'_{cr} = f'_c + 1.34ks_s$
	$f'_{cr} = f'_c + 2.33ks_s - 3.5$
Mayor de 35	$f'_{cr} = f'_c + 1.34ks_s$
	$f'_{cr} = 0.90f'_c + 2.33ks_s$

- **4.3 Ejecución**
- 4.3.1 *Medición amasado y mezclado* – La planta debe producir concreto de la calidad especificada y conforme con esta especificaciones
- 4.3.1.1 – *Concreto premezclado y concreto mezclado en obra* – A menos que se especifique lo contrario, la medición, amasado y mezclado de los materiales debe realizarse de acuerdo con ASTM C94/C94M
- 4.3.2 *Suministro* – El concreto debe transportarse y entregarse en equipos que cumplan con ASTM C387/C387M
- 4.3.2.2 *Límite de descarga* – A menos que se permita lo contrario, el límite de descarga debe cumplir ASTM C94/C94M.(90 minutos).

- **SECCION 5 – MANEJO, COLOCACION Y CONSTRUCCION**
- 5.1 – Generalidades
- 5.2 – Productos
- 5.3 – Ejecución

- **5.1 – Generalidades**
- 5.1.1. *Alcance* – Esta sección cubre la producción de concreto estructural colocado en sitio. Se incluyen los procedimientos para la obtención de concretos de calidad mediante un adecuado manejo, colocación, acabado, curado y reparación de los defectos superficiales.
- **5.2 – Productos**
- 5.2.1 *Materiales*
- 5.2.1.1 *Agua para curado* – A menos que se especifique lo contrario, no se debe usar agua de mar o agua que contengan sustancias que decoloren o perjudiquen la durabilidad del elemento de concreto.
- 5.2.1.2 *Compuestos de curado*
- 5.2.1.3 *Materiales de membrana para curado*

- 5.2.1.4 *Materiales absorbentes*
- 5.2.1.5. *Retardantes de evaporación*
- 5.2.1.6 *Materiales de reparación para la superficie* - A menos que se especifique o permita lo contrario, se deben usar mortero de reparación para reparar defectos de la superficie. Para concretos expuestos a la vista , el color de los morteros de reparación debe coincidir con el del concreto adyacente
- 5.2.1.7 – *Materiales adhesivos*
- 5.2.1.9 *Inclusión de aire para el concreto que recibe un acabado con palustre*

- **5.3 - Ejecución**
- 5.3.1 *Preparación*
- 5.3.1.1. No se debe colocar concreto hasta que se hayan aceptado los datos sobre materiales y dosificación de la mezcla
- 5.3.2 *Colocación del concreto*
- 5.3.2.1 *Consideraciones climáticas* – Se considera clima húmedo, clima frío y clima cálido
- 5.3.2.2 *Transporte* – Se considera equipos de transporte en bandas transportadoras, canales de transporte y equipos de bombeo
- 5.3.2.4 *Colocación* – Se considera la colocación del concreto en forma continua, evitando procedimientos que produzcan segregación. El concreto de vigas principales, ménsulas, capiteles, cartelas y ábacos debe colocarse al mismo tiempo con el concreto de las losas adyacentes

- 5.3.2.5 *Consolidación* – A menos que se especifique lo contrario el concreto debe consolidarse mediante vibrado
- 5.3.2.6 *Juntas de construcción* – Las juntas de construcción deben instalarse removiendo la lechada , limpiando profundamente y humedeciendo toda la junta antes de colocar el concreto fresco
- 5.3.3 *Acabado de las superficies* – Describe acabado según muestra, acabado con frotado, acabado con mortero de limpieza , acabado con llana de corcho, etc...
- 5.3.5 *Juntas aserradas* - Donde se requieran juntas aserradas, estas deben iniciarse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente como para evitar el desprendimiento de los agregados

- 5.3.4.2 *Acabados y tolerancias.* Se especifican diferentes tipos de acabados tales como rayado, con llana, con palustre, con escoba o correa, de mezcla en seco, etc.
- 5.3.6.1 *Curado* Se especifica un curado inicial aplicando riego o un retardador de la evaporación.
- 5.3.6.5 *Métodos de curado.* Se especifican los siguientes métodos:
 - Riego continuo
 - Encharcamiento
 - Aspersión continua
 - Aplicación de materiales absorbentes

- Aplicación de materiales laminados que retengan el agua
- Aplicación de una membrana de encofrado con compuesto de curado

5.3.6 Curado y protección

5.3.6. *Duración del curado* A menos que se especifique lo contrario, se debe continuar con las medidas del curado por lo menos por 7 días después de colocado.

5.3.7 *Reparación de defectos superficiales* A menos que se permita lo contrario, los agujeros de amarres y defectos superficiales en acabados deben repararse inmediatamente.

- **SECCION 6 – CONCRETO ARQUITECTONICO**
- 6.1 – GENERAL
- 6.2 – PRODUCTOS
- 6.3 - EJECUCION

- **6.1 – General**
- 6.1.1 *Alcance*- Cubre la construcción de concreto arquitectónico de acuerdo con los documentos contractuales
- 6.1.2 *Requerimientos generales*- Debe cumplirse con lo especificado
- 6.1.3 *Remisiones*
- 6.1.3.1 *Planos de taller y datos* – Los planos de taller de los encofrados para concreto arquitectónico deben ser remitidos para consideración , incluyendo el encofrado para los modelos en obra. Los planos deben mostrar el tratamiento de las juntas entre paneles adyacentes, la localización y detalles de los amarres internos, dilataciones y retrocesos y cualquier otro accesorio.
- Se requieren los modelos en obra, acabados especificados, cara de encofrados, alineadores y moldes, cinta compresible y sellantes de juntas de encofrado

- 6.1.3.3. *Iniciación de los trabajos* – No se deben iniciar los trabajos descritos hasta que los elementos remitidos para consideración hayan sido aceptados y se hayan revisado y aprobado los modelos de obra.
- 6.1.4 *Control de calidad*
- *Técnicos especialistas de los fabricantes.*- Se debe contar con técnicos especialistas para inspeccionar y dirigir la instalación de los productos.
- *Modelos de obra* - Se deben construir modelos de obra usando los mismos equipos, materiales y procedimientos que se usaran en la producción del concreto arquitectónico en sitio.
- *Aceptación periódica* - El profesional facultado para diseñar periódicamente revisará porciones completas del concreto arquitectónico de conformidad con el modelo en obra.

- **6.2 – Productos**

- *6.2.1 Material*

- Incluye materiales cementantes, agua, agregados, concreto, materiales para el curado, refuerzos, soportes, espaciadores y alambres de amarre, encofrados, almohadillado, agentes desmoldantes, misceláneos.

- **6.3 – Ejecución**

- Incluye preparación, encofrados, colocación del refuerzo, amasado, mezclado, transporte y colocación.
- Adicionalmente contempla la preparación de la superficie del encofrado, desencofrado, reparación de la superficie y agujeros de amarres, terminación con ácido, limpieza final, aceptación del concreto arquitectónico.

- **SECCION 7 – CONCRETO LIVIANO**
- 7.1 – Generalidades
- 7.2 – Productos
- 7.3 - Ejecución

- **7.1 – Generalidades**
- 7.1.1 *Alcance* – Esta sección cubre los requisitos para los miembros de concreto liviano como se especifican en los documentos contractuales.
- 7.1.3.1 *Densidad del concreto* – Se deben remitir los resultados de los ensayos de densidad del concreto realizados de acuerdo con ASTM C567/C567M. Se debe incluir la correlación entre la densidad fresca y la densidad en equilibrio.
- 7.1.3.2 *Amasado y mezclado* – Se deben someter a consideración los procedimientos de amasado y mezclado que difieran de aquellos especificados en otra sección de este documento (4.3.1).
- 7.1.4 – *Almacenamiento y manejo de los agregados* – Se debe mantener el agregado liviano en una condición de humedad determinada antes de la mezcla, de modo que el concreto resultante tenga el rendimiento requerido.

- **7.2 - Productos**

- 7.2.1 – *Agregados* - Los agregados livianos finos y gruesos para concreto liviano deben cumplir con ASTM C330/C330M.
- 7.2.2.1 *Densidad* – La proporción de concreto liviano debe satisfacer la densidad de equilibrio especificada en los documentos contractuales. Se debe calcular la densidad de equilibrio aproximada de la densidad de una muestra secada en horno de acuerdo a ASTM C567/C567M.
- La densidad de equilibrio debe correlacionarse con la densidad del concreto fresco. Se debe usar la densidad fresca como base para la aceptación durante la construcción.

- **7.3 – Ejecución**

- 7.3.1 *Control de calidad en obra*
- 7.3.1.1 *Densidad* – La aceptación del concreto liviano en campo se debe basar en la densidad fresca medida de acuerdo con ASTM C138/C138M
- 7.3.3.2 *Contenido de aire* – El contenido de aire del concreto liviano se debe determinar de acuerdo con ASTM C173/C173M

- **7.3 – Ejecución**
- 7.3.1 *Control de calidad en obra*
- 7.3.1.1 *Densidad* – La aceptación del concreto liviano en campo se debe basar en la densidad fresca medida de acuerdo con ASTM C138/C138M. La densidad fresca requerida se debe basar en la densidad de equilibrio especificada y la correlación con la densidad fresca.
- 7.3.3.2 *Contenido de aire* – El contenido de aire del concreto liviano se debe determinar de acuerdo con ASTM C173/C173M

- **SECCION 8 – CONCRETO MASIVO**
- 8.1 – Generalidades
- 8.2 – Productos
- 8.3 - Ejecución

- **8.1 Generalidades**
- 8.1.1 *Alcance* - Esta sección cubre los requisitos para los concretos masivos tal como se designan en los documentos contractuales
- 8.1.3 *Límites de temperatura*
 - (a) La temperatura máxima en el concreto después de colocado no debe exceder de 70°C.
 - (b) La máxima diferencia de temperatura entre el centro y la superficie de la colocación no debe exceder 19° C.
- 8.1.4 *Remisiones.*
- Se debe tener un plan de control de temperaturas para cada colocación de concreto masivo. Debe incluir:
 - (a) Dosificación de la mezcla
 - (b) Elevación de temperatura calculada o medida
 - (c) Limite superior para la temperatura del concreto

Especificaciones para concreto estructural ACI 301S-16

- (d) Descripción de las medidas y equipos específicos que se usarán para asegurar que la temperatura máxima en la colocación no exceda el límite máximo.
- (f) Descripción de las medidas y equipos específicos que se usaran para asegurar que la diferencia de temperaturas no excederá el límite de diferencia especificado.
- (i) Plano que contenga la ubicación de los sensores de temperatura en la colocación
- (k) Descripción de las medidas para manejo y reducción de temperaturas y diferencias de temperaturas excesivas.
- (l) Descripción de los procedimientos de curado, incluyendo materiales, métodos y duraciones.

- **8.2 Productos**
- 8.2.1 *Materiales*
- 8.2.1.1 *Materiales cementantes*
- 8.2.1.1(a) A menos que se especifique lo contrario, se debe usar cemento hidráulico con calor de hidratación bajo o moderado o usar un cemento portland con ceniza volante o escoria Clase F, o ambos.
- 8.2.1.1(b) A menos que se especifique lo contrario, no se debe usar cemento ASTM C150/C150M Tipo III o cemento ASTM C1157/C1157M HE.

- **8.3 - Ejecución**
- *8.3.1 Curado y protección*
- *8.3.1.1 Conservación de la humedad* – Se debe preservar la humedad manteniendo los encofrados en sitio. Para superficies que no estén en contacto con encofrados se debe aplicar los procedimientos especificados en este documento (5.3.6.5)
- *8.3.1.2 Control de la temperatura del concreto* – Se debe controlar la temperatura del concreto y la diferencia de temperatura dentro del concreto desde el momento en que este es colocado hasta que la temperatura interna haya bajado.
- *8.3.1.2 Vigilancia de las temperaturas* – Se debe colocar un sensor de temperatura en el centro de la parte de colocación de mayor tamaño y otro sensor a una profundidad de 50 mm desde el centro de la superficie exterior mas cercana.

- **SECCION 9 – CONCRETO POSTENSADO**
- 9.1 – General
- 9.2 – Producto
- 9.3 - Ejecución

- **9.1 – Generalidades**
- 9.1.1. *Alcance* – Esta sección cubre los requisitos para concreto estructural postensado.
- 9.1.3.1 (a) *Planos*
- Los planos de taller de postensado para miembros de concreto estructural deben incluir:
 - (a) Tamaño y longitud de los apoyos de los tendones incluyendo las barras y sillares.
 - (b) Localización de los tendones en toda su longitud
 - (c) Tamaño, detalles, ubicación, materiales y grados de resistencia de los tendones y sus accesorios.
 - (d) Procedimiento de gateo, secuencia de tensionamiento y fuerzas de tensionamiento.

- (e) Valores de los coeficientes de fricción por desviación involuntaria y por curvatura, así como el asentamiento de las cuñas de los anclajes.
- (f) Elongación calculada del acero de preesfuerzo.
- (g) Detalles del acero de refuerzo para prevenir estallidos y descascaramientos.
- (h) Procedimientos de corte para el acero de preesfuerzo.
- (i) Características del ducto incluyendo tamaño, material, espesor, espaciamiento de apoyos, aberturas de ventilación y drenaje.
- 9.1.3.2 (g) *Procedimientos de inyección del mortero.*
- *Se debe tener los procedimientos de inyección del mortero que debe contemplar:*
 - (a) Tipo cantidad y marca de los materiales usados en el mortero
 - (b) Tipo de equipo requerido, incluyendo su capacidad.

- (c) Tipo y ubicación de las aberturas de inyección, ventilación y drenaje
- (d) Tipos y tamaños de las mangueras de inyección y conexiones.
- (e) Métodos de limpieza de ductos antes de la inyección.
- (f) Procedimiento de mezclado y bombeo, incluyendo las mediciones de volumen del mortero bombeado.
- (g) Dirección de la inyección del mortero.
- (h) Secuencia de uso de las aberturas de inyección, ventilación y drenaje.
- (i) Procedimiento de bloqueo manual, incluyendo lavado del ducto.
- (j) Procedimiento de una posible reinyección

- 9.1.4 *Calificación del personal*
- 9.1.4.2 *Certificación del personal de tensionamiento* – Personal certificado
- 9.1.4.2(a) *Postensado adherido* El capataz de la cuadrilla y al menos la mitad del personal certificado
- 9.1.4.2(b) *Postensado no adherido* El capataz de la cuadrilla y la mitad del personal certificado
- 9.1.4.3 *Certificación del personal de inyección* – Personal certificado
- 9.1.4.3(a) *Postensado adherido* – Personal certificado
- 9.1.4.3(b) *Postensado no adherido* – Personal certificado
- 9.1.4.4 *Certificación del personal de inspección* – Personal certificado
- 9.1.4.4(a) *Postensado adherido* – Personal certificado
- 9.1.4.4(b) *Postensado no adherido* – Personal certificado

- 9.1.5 *Control de calidad*
- 9.1.5.1 *Ensayos*
- 9.5.1(a) *Ensayo de los componentes de tendones adheridos*
- 9.5.1(b) *Ensayo de los componentes de tendones no adheridos*
- 9.1.5(c) *Ensayos de control de calidad del mortero de inyección*

- **9.2 Productos**
- 9.2.1 *Materiales* – Deben cumplir los requisitos contenidos:
- 9.2.1.1 *Materiales para tendones adheridos*
- 9.2.1.2 *Materiales para tendones no adheridos*
- 9.2.1.3 *Acero de preesfuerzo*
- 9.2.2 *Mezcla de mortero y clases*

- **9.3 - Ejecución**
- 9.3.1 *Inspección*
- 9.3.2 *Instalación de tendones adheridos*
- 9.3.3 *Instalación de tendones no adheridos*
- 9.3.4 *Tolerancias en los tendones*
- 9.3.5 *Colocación del concreto*
- 9.3.6 *Tensionamiento*
- 9.3.7 *Mortero de inyección*
- 9.3.8 *Acabado de los tendones*
- 9.3.8.1 Acabado para tendones postensados adheridos
- 9.3.8.2 Acabado para tendones postensados no adheridos

- **SECCIÓN 10 – CONCRETO DE COMPENSACION DE RETRACCION PARA LOSAS INTERIORES**
- 10.1 – General
- 10.2 – Productos
- 10.3 - Ejecución

- **10.1 – Generalidades**
- 10.1.1. – *Alcance* – Esta sección cubre los requisitos para concreto con compensación de retracción elaborado con materiales cementantes que cumplan con ASTM C845/C845M para la construcción de losas interiores
- 10.1.3 *Remisiones*
- 10.1.3.2 Se deben remitir los resultados de los ensayos de expansión determinados de acuerdo con ASTM C878/C878M para la dosificación de mezclas de concreto propuestas
- 10.1.3.3 Se debe remitir la secuencia de colocación que incluya mínimo tiempo entre colocaciones y la disposición de cada colocación
- **10.2 - Productos** – Incluye materiales cementantes, requisitos de diseño y desempeño, expansión, asentamiento, dosificación, refuerzo, materiales de relleno en juntas de aislamiento.

- **10.3 – Ejecución**
- 10.3.1 *Refuerzo*
- 10.3.1.1 A menos que se especifique lo contrario, se debe proveer 40 mm de recubrimiento de la superficie superior en losas sobre el terreno
- 10.3.2 *Colocación*
- 10.3.2.1 *Secuencia de colocación* – Debe estar de acuerdo con la secuencia de colocación aprobada y debe permitir que el concreto previamente colocado tenga dos bordes libres para expandirse
- 10.3.3 *Juntas de dilatación* – Se deben proveer juntas de dilatación en las uniones con columnas, muros, drenes o cualquier otro miembro rígido de la estructura
- 10.3.4 *Curado* - A menos que se especifique lo contrario el concreto de compensación por retracción debe curarse con agua al menos por 7 días .

- **SECCION 11 – LOSAS PARA PISOS INDUSTRIALES**
- 11.1 – General
- 11.2 – Producto
- 11.3 - Ejecución

- **11.1 Generalidades**
- **11.1.1 Alcance** – Esta sección cubre los requisitos para las losas de concreto sobre el terreno diseñadas como losas de pisos industriales
- **11.1.3 Remisiones**
- **11.1.3.1** Antes de la colocación del concreto, se debe obtener la aprobación de las remisiones por parte del profesional facultado para diseñar:
 - (a) Ficha técnica del fabricante de dispositivos de transmisión de cargas en las juntas.
 - (b) Ficha técnica del fabricante de la cortadora usada para la instalación de las juntas de contracción
 - (c) Fichas técnicas de los fabricantes de recubrimiento de curado, compuestos de curado de aplicación líquida para formar membranas u otros métodos.
 - (d) Plan de protección del concreto contra condiciones ambientales.
 - (e) Plano de distribución de juntas.

- Además:
- 11.1.3.3 (a) Resultados de los ensayos de retracción de fraguado para la mezcla propuesta de concreto, determinados de acuerdo con ASTM C157/C157M.
- (b) Ficha técnica del fabricante de relleno para juntas.
- (c) Ficha técnica del fabricante de endurecedores minerales o metálicos de lanzamiento en seco.
- (d) Plano que muestre la extensión de cada colocación , la secuencia de colocación y la programación de cada colocación.

- **11.2 Productos** Incluye materiales cementantes, agregados, aditivos, mezcla de concreto, contenido de aire, temperatura del concreto, refuerzo, fibras, dispositivo de transferencia de carga, materiales de relleno de juntas, materiales de curado, densificadores superficiales, endurecedores superficiales
- **11.3 – Ejecución** – Incluye preparación, acabado superficial, juntas de aislamiento, juntas de construcción, juntas de contracción, dispositivos de transferencia de carga, curado y protección, llenado de juntas

- **SECCION 12 – CONSTRUCCIÓN CON MUROS LEVANTADOS (TILT-UP)**
- 12.1 – General
- 12.2 – Productos
- 12.3 - Ejecución

- **12.1 – Generalidades**
- **12.1.1 Alcance** – Esta sección cubre los requisitos de preparación, fabricación e izaje de muros levantados de concreto de acuerdo con los documentos contractuales.
- **12.1.3 Remisiones**
- **12.1.3.4 Planos**
- **12.1.3.4(a) Planos de diseño de levantamiento y arriostramiento** – Los planos de los paneles deben incluir la ubicación de los insertos de izaje, los insertos de arriostramiento, la mínima resistencia del concreto para el levantamiento, el refuerzo adicional para izaje y el diseño del arriostramiento.
- **12.1.3.4(b) Planos de la colocación del refuerzo** – Los planos debe incluir el tamaño de las barras de refuerzo, ubicación, longitud, empalmes y cantidades.

- *12.1.3.5 Modelos en obra* – Los modelos en obra deben ser dos paneles de muros. Se deben incluir los procedimientos de bordes y exteriores, acabados especiales, color , reparación y tamaño de agregados.
- *12.1.3.6 Mortero de inyección* – Hoja de datos del fabricante para el mortero de inyección o las dosificaciones de mezcla del productor.
- **12.2 – Productos** – Incluye agregados de cara, cuñas de soporte, desmoldante, anclajes y conectores pre instalados, insertos para elevación, insertos de arriostamiento, agentes colorantes, compuestos de curado, espesor superficial, mortero de inyección
- **12.3 – Ejecución** – Incluye superficie de fabricación, desmoldante, almohadillado, identificación de paneles, encofrados laterales, colocación del concreto, acabados finos, con textura, con tratamiento, exposición de agregado mediante herramientas , acabado abrasivo, acabado con enchape, izaje de los muros, tolerancias.

SECCION 13 – CONCRETO ESTRUCTURAL PREFABRICADO

13.1 – General

13.2 – Productos

13.3 - Ejecución

- **13.1 – Generalidades**
- 13.1.1 *Alcance* – Esta sección cubre los requisitos para miembros prefabricados de concreto estructural designados como tales en los documentos contractuales
- 13.1.3 *Remisiones*
- 13.1.3.1 (a) *Planos de taller*
- 13.1.3.1(b) *Certificaciones para soldadura*
- 11.1.3.1(c) *Remisiones del diseño estructural*
- 1.1.1.3.1 (d) *Control de calidad en planta*
- 11.1.3.1(e) *Soldadores*
- 11.1.3.1(f) *Conservación de los registros*

- **13.2 – Productos**
- 13.2.1 – *Requisitos de desempeño*
- 13.2.1.1 *Diseño estructural*
- 13.2.1.2 *Resistencia al fuego*
- 13.2.2. *Materiales y accesorios para encofrados*
- 13.2.2.1 *Encofrados*
- 13.2.3 *Acero de preesfuerzo*
- 13.2.4 *Materiales del concreto*
- 13.2.5 *Almohadillas de soporte y otros accesorios*

- 13.2.6 *Materiales de mortero*
- 13.2.7 *Componentes y accesorios de paneles aislados*
- 13.2.8 *Mezclas de concreto*
- 13.2.9 *Fabricación de encofrados*
- 13.2.10 *Equipo*
- 13.2.11 *Fabricación*
- 13.2.12 *Tolerancias de fabricación*
- 13.2.13 *Acabados*
- 13.2.14 *Rechazo de miembros prefabricados*
- 13.2.15 *Trabajo defectuoso*

- **13.3 – Ejecución**
- 13.3.1 *Preparación*
- 13.3.2 *Revisión*
- 13.3.3 *Izado*
- 13.3.3.4 *Soldadura*
- 13.3.4 *Tolerancias en el izado*
- 13.3.5 *Reparaciones*
- 13.3.6 *Limpieza*

- **SECCION 14 – CONCRETO ARQUITECTONICO PREFABRICADO**
- 14.1 – General
- 14.2 – Productos
- 14.3 - Ejecución

- **14.1 – Generalidades**
- 14.1.1 *Alcance* - Esta sección cubre los requisitos de unidades prefabricadas de concreto arquitectónico y miembros prefabricados de concreto estructural con acabado arquitectónico comercial (CA) cuando se especifique en los documentos comerciales
- 14.1.3 *Remisiones*
- 14.1.3.1 *Mezclas de concreto*
- 14.1.3.3 *Paneles de muestra*
- 14.1.3.5 *Planos de taller*
- **14.2 – Productos**
- 14.2.1 *Requisitos de desempeño*
- 14.2.1.1. *Diseño estructural*
- 14.2.2 *Sistemas de lavado de ventanas*
- 14.2.3 *Anclaje de piedras al concreto prefabricado*
- 14.2.4 *Revestimiento del enciofrado*
- 14.2.5 *Retardante superficial*

- 14.2.6 *Unidades delgadas de ladrillo , de medio ladrillo y accesorios*
- 14.2.7 *Unidades de cerámica vitrificadas y no vitrificadas*
- 14.2.8 *Unidades arquitectónicas de terracota*
- 14.2.9 *Mortero de pega*
- 14.2.10 *Mortero de demarcación con cemento Portland*
- 14.2.11 *Sistemas de fijación par ladrillos y tejas cerámicas*
- 14.2.12 *Recubrimiento en piedra*
- 14.2.13 *Fabricación de encofrados*
- 14.2.14 *Instalación de recubrimiento en piedra*
- 14.2.15 *Mezclas de concreto frontal y posterior*
- 14.2.16 *Acabados en unidades prefabricadas de concreto arquitectónico*

- **14.3 – Ejecución**
- 14.3.1 – Izaje
- 14.3.1.1 A menos que se especifique lo contrario, se debe proveer un ancho de junta de 20mm
- 14.3.1.2 No se permite la interrupción de la continuidad de drenaje en cubiertas por las conexiones; se permite ocultarlas

- **CONCLUSIONES:**
- 1. Esta es una especificación de referencia que el profesional facultado para diseñar puede aplicar a cualquier proyecto de construcción que incluya concreto estructural citándola en las Especificaciones del Proyecto
- Es importante que no se extraigan secciones , partes, artículos o párrafos individuales debido en que al sacarlos del texto completo puede cambiar su significado y en ese caso no es posible considerarlas como Especificaciones del Instituto Americano del Concreto
- Adicionalmente se incluye un listado de verificación de requisitos obligatorios que corresponde a los requisitos para la ejecución de la obra relacionados con las calidades, procedimientos, materiales y criterios de medición de desempeños.
- Adicionalmente, el listado de verificación identifica como referencias los documentos del texto Especificaciones ACI 301S-16 constituyéndose en una información importante y útil para los profesionales involucrados tales como diseñadores, interventores, revisores, constructores y todos los relacionados con los proyectos de construcción.

Especificaciones para concreto estructural 301S- 16

GRACIAS

Jorge Ignacio Segura Franco

Cartagena 23 de septiembre de 2018

Especificaciones para concreto estructural ACI 301S-16

