NSE 7.1

Edición ßeta

DISEÑO DE CONCRETO REFORZADO

AGIES

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica

Normas de Seguridad Estructural para la República de Guatemala

2018

AGIES

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica

NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA GUATEMALA

NSE 7.1

DISEÑO DE EDIFICACIONES DE CONCRETO ESTRUCTURAL

Edición ßeta

Edición ßeta
Agosto 2018

Edición Beta

NSE 7.1

DISEÑO DE EDIFICACIONES DE CONCRETO ESTRUCTURAL

Edición ßeta
Agosto 2018

Edición ßeta

La Edición 2018 ßeta se publicará en agosto 2018, el cual será un tiraje limitado de ejemplares para que el documento se pueda empezar a utilizar y AGIES pueda recibir observaciones para mejoras o señalamientos de errores u omisiones. Las observaciones para esta edición se recibirán hasta el 30 de septiembre de 2018 en la dirección **asociados@agies.org**. La previsión es que la Edición 2018 αlfa se publique en noviembre de 2018.

Normas de Seguridad Estructural para Guatemala
Diseño de edificaciones de concreto estructural
NSE 7.1 Edición ßeta 2018
Derechos reservados --
© Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES
Proyecto desarrollado por AGIES por medio de la Dirección de Comités Técnicos

Este proyecto ha sido parcialmente financiado para cubrir gastos de publicación y diseminación por Trocaire y por el Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Unión Europea, el cual proporciona asistencia a las víctimas de catástrofes naturales y conflictos fuera de las fronteras de la Unión Europea. La ayuda se brinda a las víctimas de manera imparcial, directo a las personas con más necesidad con independencia de su nacionalidad, religión, sexo, origen étnico o afiliación política.

El contenido técnico y opiniones expresados en este documento no reflejan de ninguna manera tecnología en uso ni opiniones de la Unión Europea, por lo que ésta no se hace responsable de la información que contiene este documento. Tampoco las otras organizaciones mencionadas.

La redacción, actualización y discusión de la Edición 2018 de estas normas ha sido posible por los aportes ad-honorem de tiempo de los miembros de los comités técnicos de AGIES y grupos revisores.

Edición Beta

Nota de AGIES
Los aportes directos de nuestros patrocinadores se utilizan para diseminación de tecnología por medio de seminarios, mesas técnicas de trabajo, conferencias, cursos cortos, publicaciones colaterales y otros medios de difusión. Los aportes para impresión y publicación se reciben frecuentemente en especie.

La redacción de los documentos, la investigación bibliográfica o de campo y actividades relacionadas con la actualización y/o generación de textos, son aportadas por los miembros de los comités técnicos en su propio tiempo disponible. Ningún directivo de AGIES y ningún miembro de comités técnicos reciben emolumentos por parte de AGIES.

AGIES
Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
Edificio de los Colegios Profesionales de Guatemala
Cuarto Nivel
Zona 15, Ciudad de Guatemala 0115
Guatemala
Tel. (502) 5493-0807
www.agies.org

La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) es una entidad privada no lucrativa, académica, gremial formativa, científica y cultural, que promueve la investigación y divulgación de conocimientos científicos y tecnológicos en el campo de las estructuras, la sismología y áreas afines, así como el mejoramiento de los niveles docentes y profesionales en dichos campos, para el mejor y mayor uso de los recursos materiales y humanos conexos con el mismo. Es una gremial adscrita al Colegio de Ingenieros de Guatemala.

Las Normas de Seguridad Estructural (NSE) están dirigidas a personas calificadas para comprender el significado y limitaciones de su contenido y sus recomendaciones, quedando bajo la responsabilidad de estas personas el uso de los criterios aquí establecidos. La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica no asume ninguna responsabilidad, ni total, ni parcial, por el uso que se haga del contenido del presente documento y no será responsable de ningún daño, falla o pérdida derivada de la aplicación del mismo.

Los comentarios y sugerencias al presente documento deberán ser dirigidos al Comité Técnico de AGIES. Todas las personas, miembros o no de AGIES, están invitadas a colaborar con el mejoramiento del contenido de este y el resto de documentos que conforma las Normas de Seguridad Estructural.

Edición Sella

Edición Beta

RECONOCIMIENTO

Este documento ha sido elaborado por un comité de ingenieros bajo la supervisión de la Dirección de Comités Técnicos de AGIES.

Director Comités Técnicos

- Dr. Héctor Monzón Despang

Comité Redactor

- Ing. Byron Paiz Aragón
- Ing. José Antonio Rodas

Se agradece el aporte de comentarios

- Ing. Roberto Chang
- Ing. Andrés García

Coordinación

- Inga. Lucia Mercedes Borja Ortiz
- Ing. Fernando Szasdi Bardales

Créditos

- Organización y Diseño: AGIES
- Diagramación: Nydia Monroy
- Foto de portada: Ing. Fernando Szasdi Bardales

Edición Beta

Edición Beta

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO

CAPÍTULO 1
ALCANCE

CAPÍTULO 2
NORMAS Y CÓDIGOS REFERIDOS

CAPÍTULO 3
NIVELES DE DISEÑO Y DETALLADO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES

CAPÍTULO 4
CARGAS APLICABLES Y COMBINACIONES
4.1 — Cargas y combinaciones para resistencia última
4.2 — Cargas y combinaciones para condiciones de servicio
4.3 — Cargas sísmica

CAPÍTULO 5
DISEÑO SISMO-RESISTENTE

CAPÍTULO 6
TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE CONCRETO REFORZADO
6.1 — Aplicabilidad
6.2 — Requerimientos
6.3 — Materiales
6.3.1 — Tolerancias
6.3.2 — Posición del refuerzo
6.4 — Propiedades del concreto
6.4.1 — Revenimiento
6.5 — Cimentaciones
6.5.1 — Desviaciones verticales en pilotes
6.5.2 — Desviación en ubicación de zapatas, pilotes, losas de cimentación
6.5.3 — Desviación en elevación de zapatas, pilotes, losas de cimentación
6.5.4 — Diferencias de tamaño de sección de cimentaciones
6.6 — Concreto en edificios fundidos en el sitio
6.6.1 — Para edificios de menos de 25 metros
6.6.2 — Para edificios de más de 25 metros
6.6.3 — Desviación en ubicación en planta
6.6.4 — Desviación en ubicación vertical
6.6.5 — Diferencia en tamaño del elemento
6.6.6 — Otros elementos no contemplados

Edición Beta

CAPÍTULO 7
MODIFICACIONES A ACI 318S-14

7.1 — Indicaciones para el uso del contenido del Capítulo 7 de NSE 7.1-18

CAPÍTULO 8
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO A
GUÍA PARA ENCONFRADO Y DESENCOFRADO DE ELEMENTOS DE CONCRETO (Pendiente en versión Beta)

Edición Beta

PRÓLOGO

La presente norma corresponde a la versión revisada y ampliada de la norma NR 7.1, cuya edición surgió como parte de revisión de las Normas Estructurales de Diseño y Construcción Recomendadas para la República de Guatemala, publicada en junio de 2002.

En el año 2010, con la publicación de las Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala (NSE), la norma NR 7.1 quedó sin efecto y entraron temporalmente en vigencia los requerimientos de las normas ACI 318S-08. La presente edición deja sin efecto lo dispuesto en 2010 y retoma un formato descriptivo, aunque se mantienen las referencias a documentos de ACI, NZC3103, CIRSOC, algunos de los cuales forman parte integral de la norma.

La norma NSE 7.1, diseño de edificaciones de concreto estructural, deberá aplicarse para el diseño, construcción y supervisión a edificios o estructuras similares a edificios, especialmente en lo referente a los sistemas de resistencia gravitacional y lateral.

NSE 7.1 adopta la norma ACI 318S-14 como la norma base, en el Capítulo 7 se encuentran las modificaciones o ampliaciones realizadas al mismo.

El capítulo 1 presenta el alcance de la norma, el Capítulo 2 enlista las normas y códigos internacionales referidos, el Capítulo 3 presenta las tipologías estructurales, el Capítulo 4 describe las cargas aplicables y el Capítulo 5 trata el diseño sismo-resistente.

En el Capítulo 6 se presentan tolerancias para la construcción de concreto estructural, en el Capítulo 7 presenta las modificaciones, aclaraciones y ampliaciones necesarias a ACI 318S-14.

El anexo A será destinado a una guía para encofrado y desencofrado de elementos de concreto.

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 1 — ALCANCE

1.1 La presente norma deberá aplicarse para el diseño y construcción de estructuras de concreto estructural similares a edificios.

1.2 Se adoptan los lineamientos de ACI 318S-14 como los criterios de diseño a utilizar. Por excepción, en el capítulo 7 se encuentran las modificaciones o ampliaciones necesarias para la República de Guatemala.

1.3 Cuando en esta especificación se haga referencia al código aplicable de construcción, las cargas, combinaciones, limitaciones de los sistemas y requisitos generales de diseño a utilizarse serán los indicados en las normas NSE 1 a NSE 7.1 según sean aplicables, pudiéndose complementar con el código ASCE/SEI 7-16 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.

Comentario 1
Estructuras de pared delgada de concreto están contenidas en la NSE 7.9, estructuras de retención de fluidos pueden ser consultadas en ACI 350. Losas y vigas de entrepiso para vivienda de mampostería de acuerdo a NSE 7.4 y NSE 7.9 podrán respetar los lineamientos presentados en este documento.

FIN DE CAPÍTULO 1

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 2 — NORMAS Y CÓDIGOS REFERIDOS

2.1 Los siguientes documentos fueron consultados para la elaboración de la norma.

(a) ACI 318S-14. “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural” y Comentario (ACI 318SR-14)

(b) ACI 117M-10 “Specification for Tolerances for Concrete Construction and materials and Commentary”

(c) ACI 347-14 “Guide to Formwork for Concrete”

(d) ACI 421.2R “Seismic Design of Punching Shear Reinforcement in Flat Plates”

(e) ACI 224.1-R07 “Causes, Evaluation, and repair of cracks in concrete structures”

(f) ACI 224.2-R92 “Cracking of Concrete Members in Direct Tension”

(g) INPRES-CIRSOC 103 “Reglamento Argentino para construcciones sismoresistentes.”

FIN DE CAPÍTULO 2

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 3 — NIVELES DE DISEÑO Y DETALLADO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES

3.1 Las normas NSE consideran las siguientes tipologías estructurales en concreto:

(a) ***Tipologías AD —*** Son niveles de diseño y detallado que para poder ser utilizadas requieren desarrollar alta capacidad post elástica (alta ductilidad); estas tipologías están calificadas como “especiales” en los documentos de referencia.

(b) ***Tipologías DI —*** Son niveles de diseño y detallado que únicamente desarrollan capacidad post elástica intermedia (ductilidad intermedia); estas tipologías están calificadas como “intermedias” en los documentos de referencia.

(c) ***Tipologías BD —*** Son niveles de diseño y detallado que únicamente son capaces de desarrollar capacidades post-elásticas muy limitadas (Baja Ductilidad); estas tipologías están calificadas como “ordinarias” en los documentos de referencia. Edificaciones de pared delgada de concreto que usan mallas electrosoldadas como refuerzo principal a flexión se encuentran reguladas por NSE 7.9-18.

FIN DEL CAPÍTULO 3

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 4 — CARGAS APLICABLES Y COMBINACIONES

4.1 — Cargas y Combinaciones para resistencia última.

4.1.1 Este capítulo reemplaza por completo el capítulo 5 de ACI 318S-14.

4.1.2 Deberán aplicarse las provisiones de las normas NSE 2-18 y NSE 3-18 para cargas aplicables y combinaciones de cargas.

4.1.3 Opcionalmente ser permitirán las combinaciones de carga especificadas en ASCE/SEI 7-16.

Comentario 4.1
Existe diferencia en la metodología para la integración de viento entre NSE 2 y ASCE/SEI 7-16, derivado de ello se sugiere respetar los factores de carga que se encuentran en NSE 2. También hay diferencia en la metodología para determinar los factores de reducción de carga viva y algunos factores de carga no son los mismos. Además NSE 2 integra un factor de sobre resistencia para cálculo de cimientos, que no está contemplada en ASCE/SEI 7-16.

4.2 — Cargas y Combinaciones para condiciones de servicio.

4.2.1 Para la medición de deformaciones en condiciones de servicio se permitirá utilizar la combinación C-1.

$$\boldsymbol{M} + \boldsymbol{V} \qquad \text{(C-1)}$$

4.2.1 Para la medición de deformaciones y derivas en condiciones de servicio para viento se permitirá utilizar las combinaciones C-2 y C-3

$$\boldsymbol{M} + \mathbf{0.5}\,\boldsymbol{V} + \boldsymbol{W} \qquad \text{(C-2)}$$

$$\boldsymbol{M} + \boldsymbol{W} \qquad \text{(C-3)}$$

Comentario 4.2
Las condiciones de servicio se utilizan para medir los efectos de las deformaciones inducidas en las estructuras por cargas permanentes y transitorias, los límites de deformación que se encuentran en el capítulo 24 de ACI 318S-14 podrán ser evaluados con las combinaciones de esta sección. Los efectos de largo plazo deberán ser considerados en el cálculo de las deformaciones medidas con estas combinaciones. Se reconoce de manera explícita que no existe necesidad de combinar viva de techo con viento.

Edición Beta

4.3 — Carga sísmica

4.3.1 Con base en la clasificación de obra (NSE 1-18 Capítulo 3) y el Índice de Sismicidad (NSE 2-18 Anexo A o Figura 4.5-1) se determinará el Nivel de Protección Sísmica (NSE 2-18 Sección 4.2.2). El Nivel de Protección Sísmica que se requiere podrá ser E, D, C, B o A (NSE 2-18 Tabla 4.2.2-1).

Comentario 4.3.1
Los "Niveles de Protección" definidos en la NSE corresponden a las "Categorías de Diseño sísmico" en los documentos de referencia.

4.3.2 ***Coeficientes y factores de respuesta sísmica —*** Los coeficientes para los distintos sistemas estructurales y sus correspondientes factores de respuesta sísmica se obtendrán de la Tabla 1.6.14-1 de NSE 3-18.

4.3.3 Se permitirá cualquier otro sistema estructural de concreto reforzado que no se encuentre en la Tabla 1.6.14-1 de NSE 3-18 pero que sí esté tipificado en ASCE/SEI 7-16. El diseñador respetará los niveles de protección y limitantes de altura también de acuerdo a ASCE/SEI 7-16 si llega a tomar estos sistemas de referencia.

4.3.4 Cualquier otro sistema estructural de concreto que no esté tipificado en ASCE/SEI 7-16 o NSE 3-18 deberá tener el adecuado respaldo teórico y experimental para poder ser utilizado. El ingeniero encargado del proyecto especificará de manera explícita en los planos cuales son los mecanismos de disipación de energía y a nivel conceptual una breve explicación del daño esperado para conocimiento de los usuarios finales.

Comentario 4.3.4
Existen otros sistemas estructurales que son altamente efectivos para resistir cargas sísmicas que no necesariamente se encuentran en ASCE/SEI 7-16, por ejemplo, marcos auto centrantes con ductos de post tensión. Estos sistemas que han sido ampliamente utilizados en Nueva Zelanda y tienen una adecuada base experimental y una teoría fuerte que avala su uso. La Sección 4.3.4 intenta limitar el uso indiscriminado de sistemas no probados en condiciones sísmicas, al menos de laboratorio, pero reconoce que ASCE/SEI 7-16 no contiene la totalidad de los sistemas.

Edición Beta

FIN DEL CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 5 — DISEÑO SISMO-RESISTENTE

5.1 Para el diseño sísmico de estructuras de concreto deberá utilizarse el capítulo 18 del código ACI 318S-14 con las modificaciones del Capítulo 7 de esta norma.

Comentario 5.1
Se hace ver que ACI 318S-14 sufrió cambios importantes en lo que se refiere al diseño sísmico de estructuras. Particularmente importantes son las modificaciones al nivel de confinamiento en columnas sujetas a altos esfuerzos axiales y los cambios en la sección de muros y espesores en áreas de confinamiento.

FIN DEL CAPÍTULO 5

Edición Beta

Edición Beta

CAPITULO 6 — TOLERANCIAS DE CONSTRUCCION DE SISTEMAS DE CONCRETO REFORZADO

6.1 — Aplicabilidad

6.1.1 Este capítulo cubre las tolerancias para probables desviaciones en cuanto a posición de refuerzo, medidas y resistencias típicas en la construcción de estructuras de concreto.

6.1.2 Las tolerancias de este capítulo rigen a menos que el diseñador estructural requiera de otras. En ningún caso las especificaciones de diseñador podrán ser más liberales que las acá contenidas.

6.1.3 Las tolerancias a utilizar en la construcción deberán ser consensuadas por el constructor y el supervisor técnico estructural previo al inicio de la construcción.

6.2 — Requerimientos

6.2.1 La construcción de concreto y sus materiales deberá cumplir con las tolerancias mostradas en este Capítulo

6.2.2 Las tolerancias no deberán extender la estructura más allá de los límites legales de construcción

6.2.3 Las tolerancias no son acumulativas, rige la más estricta.

6.2.4 Tolerancias positivas incrementan dimensiones o elevan niveles, tolerancias negativas disminuyen dimensiones o bajan niveles.

6.2.5 Si las tolerancias son excedidas, el ingeniero diseñador podrá aceptar o rechazar la parte de la estructura en cuestión siempre y cuando esto no sea dañino para la estructura y no exceda los límites legales del contrato de construcción.

6.3 — Límites para dimensión y posición de elementos y refuerzo

6.3.1 — *Tolerancias*

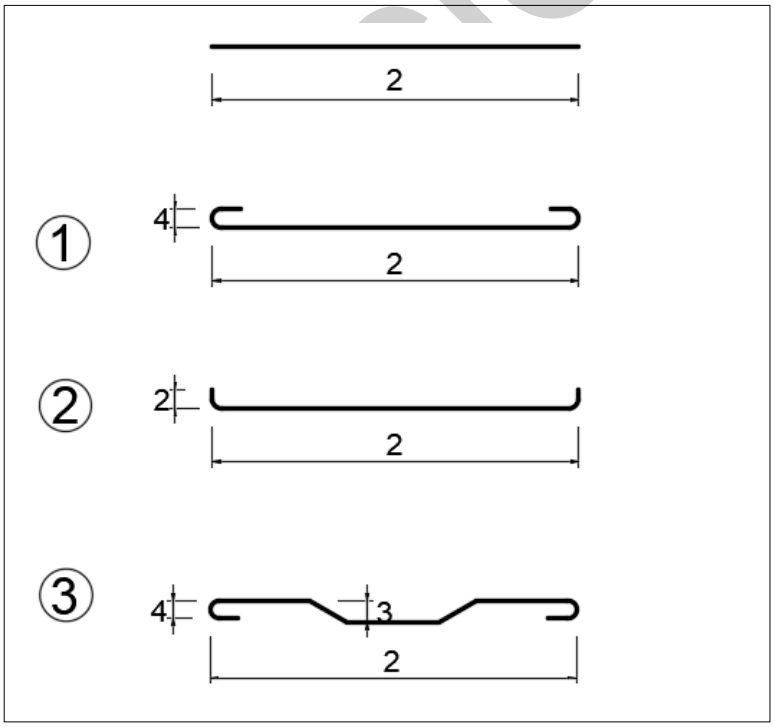
(a) En la Sección 6.3.1 (b) se muestra de manera gráfica los diferentes tipos de armadura y sus tolerancias de construcción. Figuras no listadas a continuación podrán ser especificadas por el supervisor técnico estructural. La numeración de las cotas en las gráficas corresponde a las tolerancias mostradas en la Tabla 6.3.1-1.

Edición Beta

Tabla 6.3.1-1 — Nomenclatura para figuras

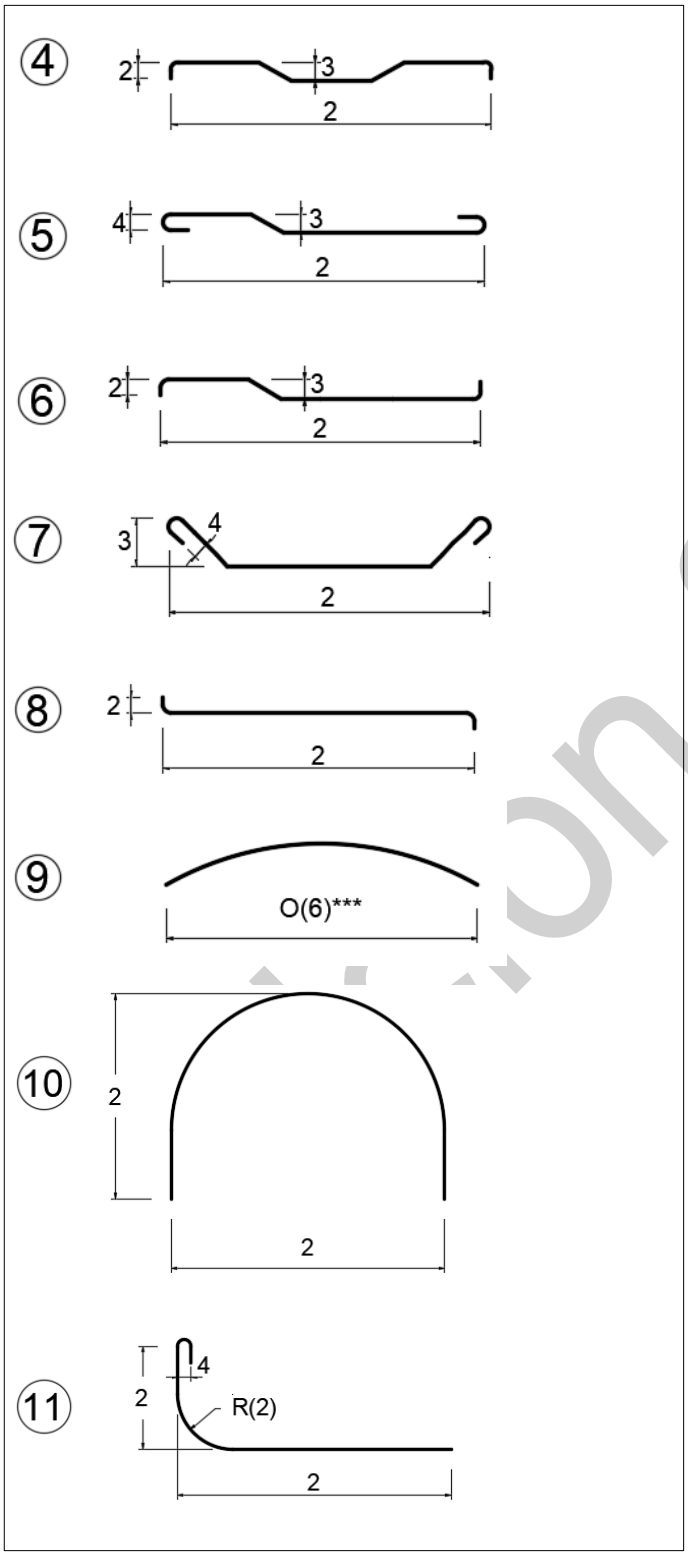
Número de cotas en Gráfica	Tolerancias admisibles
1	1.5 cm para barras No. 3, 4 y 5 o menores, en longitudes de 6 m o menos de barra
1	2.5 cm para barras No. 3, 4 y 5 o menores, en longitudes de 6 m o más de barra
1	2.5 cm para barras No. 6, 7, 8, 9, 10 y 11
2	2.5 cm
3	1.5 cm si es decremento, 0 si es incremento
4	1.5 cm
5	1.5 cm si el diámetro es menor a 75 cm
5	2.5 cm si el diámetro es mayor a 75 cm
6	1.5% x la dimensión “O” > 5 cm

Figura 6.3.1-1 — Armaduras y tolerancias de construcción



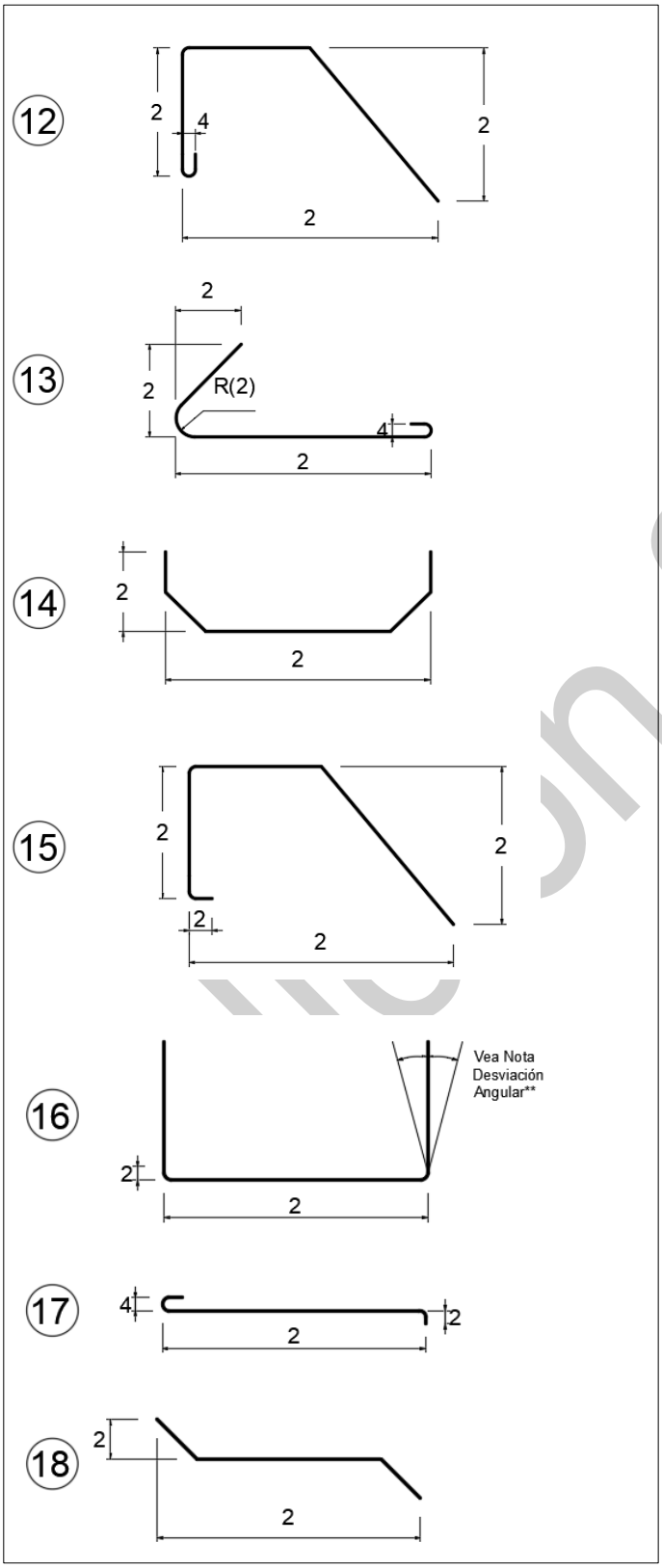
Edición Beta

(Continuación) Figura 6.3.1-1 — Armaduras y tolerancias de construcción

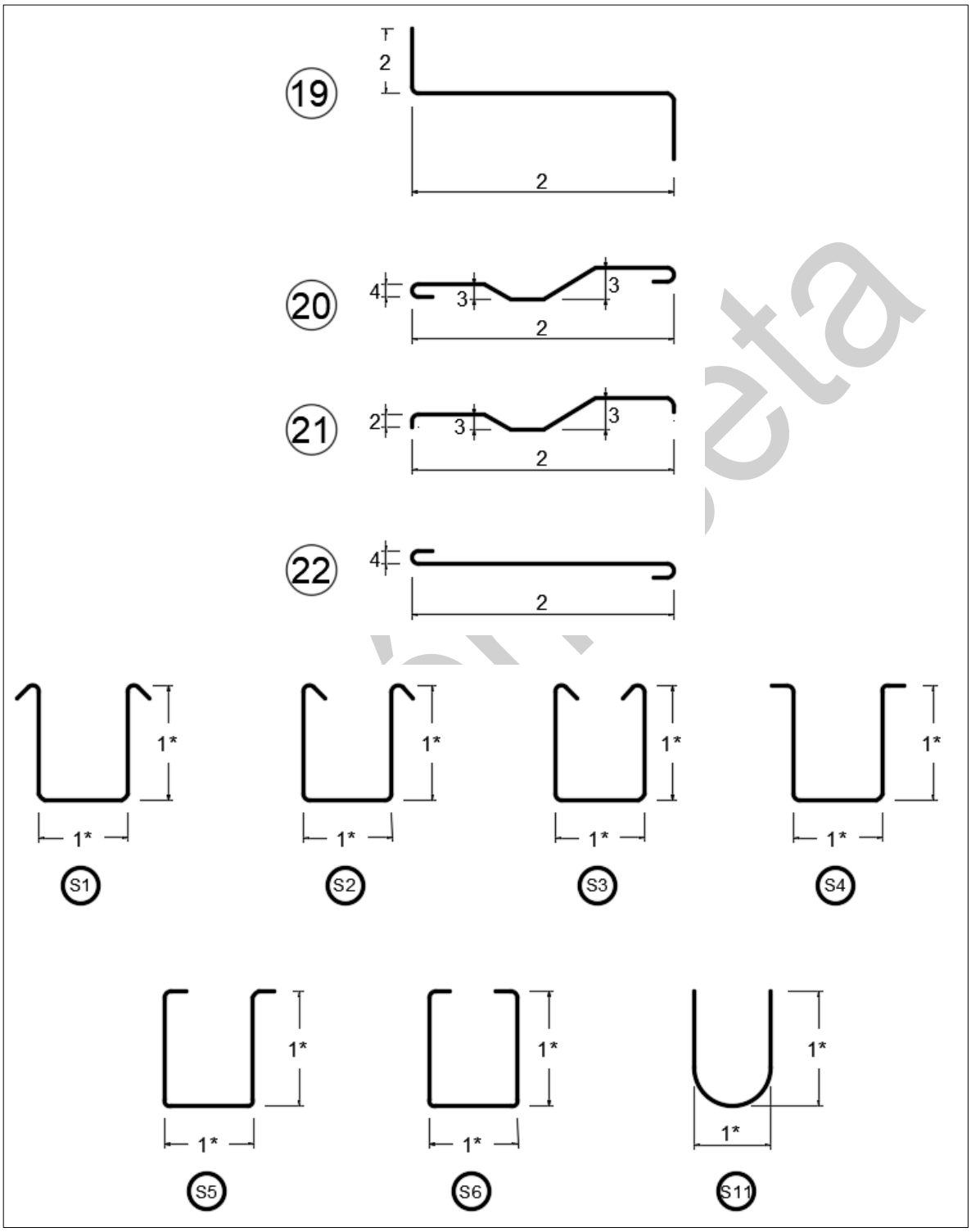


Beta

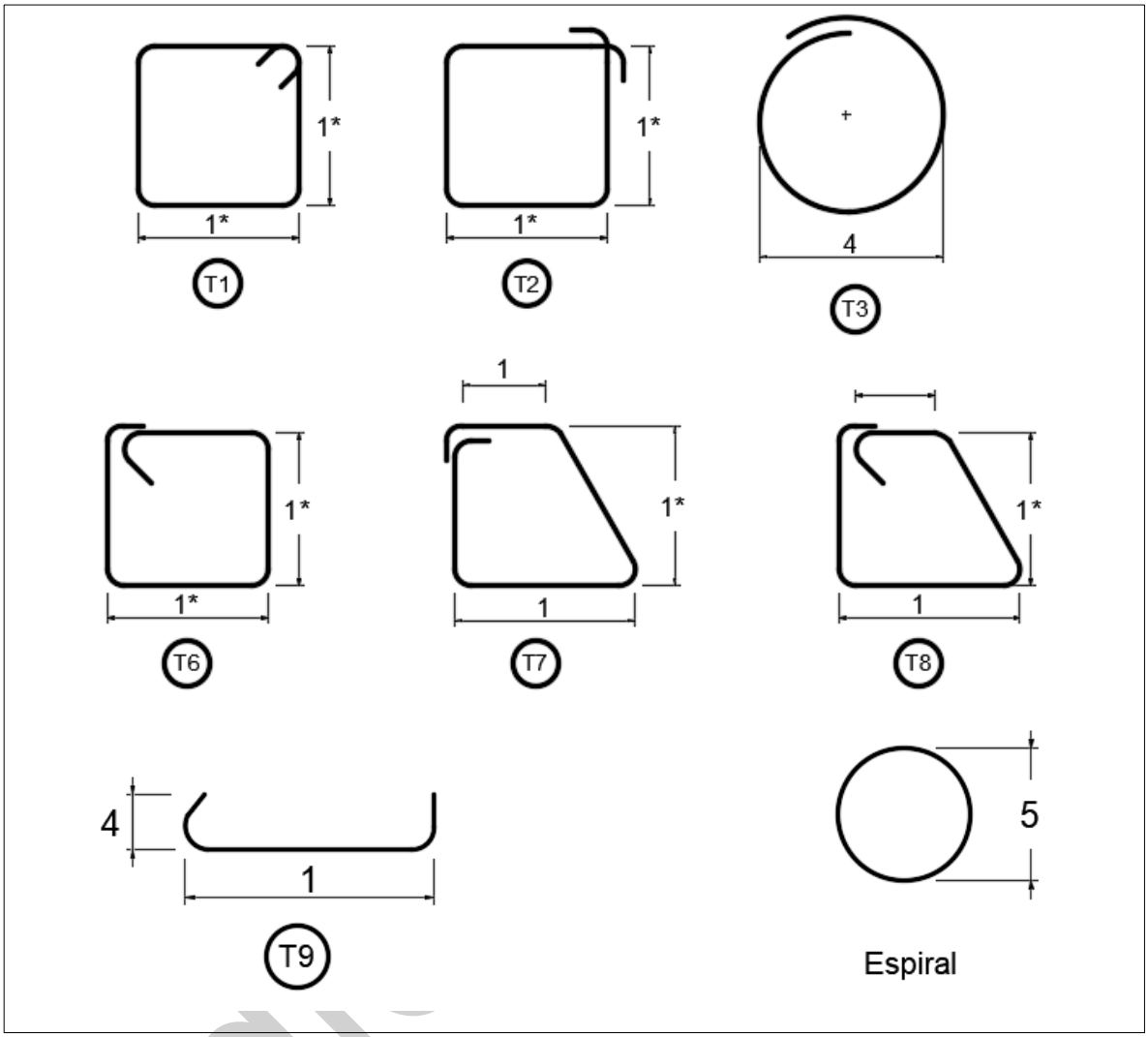
(Continuación) Figura 6.3.1-1 — Armaduras y tolerancias de construcción



(Continuación) Figura 6.3.1-1 — Armaduras y tolerancias de construcción



(Continuación) Figura 6.3.1-1 — Armaduras y tolerancias de construcción



Comentario 6.3.1
Los ingenieros responsables de la construcción deberán entender que las tolerancias son para no rechazar porciones enteras de estructura, no para fomentar malas prácticas de construcción. Las figuras de esta sección fueron basadas de ACI 117M-10 sin fines de lucro.

6.3.2 — *Posición del refuerzo*

(a) *Refuerzo no preesforzado* — Tolerancias admisibles para la posición del refuerzo no preesforzado se muestran en Tabla 6.3.2-1.

Tabla 6.3.2-1 — Refuerzo no preesforzado

Condición	Posición del refuerzo (en centímetros)
Cuando el espesor del elemento es 10 centímetros o menos	0.5
Cuando el espesor del elemento o peralte es entre 10 y 29 centímetros	1
Cuando el espesor del elemento o peralte es más de 30 centímetros	1.25

(b) *Recubrimiento de concreto* — El recubrimiento del concreto medido de manera perpendicular a la superficie expuesta será el mostrado en la Tabla 6.3.2-2.

Tabla 6.3.2-1 — Refuerzo no preesforzado

Condición	Recubrimiento (en centímetros)
Miembros de 30 centímetros o menos de espesor o peralte	1
Miembros de más de 30 centímetros de espesor o peralte	1.25
El recubrimiento no deberá ser menor que 1/3 del especificado.	

(b) *Posición del refuerzo contra el suelo en losas de cimentación o zapatas* — será de 2 centímetros

(c) *Separación entre barras* — será de 2.5 centímetros

(d) *Separación entre líneas paralelas de refuerzo no preesforzado* — La separación entre líneas paralelas de refuerzo no preesforzado será de 7.5 centímetros, con las siguientes excepciones:

(i) En estribos, el menor de 7.5 cm o 2.5 cm por cada 30 cm de peralte del elemento para vigas y columnas, aplica también a eslabones.

Edición Beta

(ii) El número total de barras no puede ser menor al total especificado según el espaciamiento de planos.

(e) *Refuerzos postensados* — aplicará ACI 117M-10

(f) *Ubicación longitudinal de dobleces y finales de barras*

(i) En discontinuidades de elementos será de 2.5 centímeros
(ii) En cualquier otro lado será de 5 centímetros

(h) *Longitudes embebidas y traslapes* — Las longitudes embebidas y traslapes serán de 2.5 centímetros

6.4 — Propiedades del concreto

6.4.1 ***Revenimiento*** — Si el revenimiento no está especificado en planos deberá aplicarse la Tabla 6.4.1-1.

Tabla 6.4.1-1 – Revenimiento

Condición	Tolerancia para revenimiento (en centímetros)
Cuando el revenimiento sea 5 centímetros o menos	1.25
Cuando el revenimiento sea más de 5 centímetros pero menos de 10 centímetros	2.50
Cuando el revenimiento sea más de 10 centímetros	3.75

Comentario 6.4.1
Si el revenimiento no está especificado en planos se sugiere al constructor seleccionar el revenimiento en función del tipo de elemento y la saturación de refuerzo. Columnas y muros de más de 30 cm de ancho pueden ser colados con concretos de bajo revenimiento. Vigas altamente congestionadas en acero y muros delgados requieren revenimientos mayores.

Edición Beta

6.5 — Cimentaciones

6.5.1 — *Desviaciones verticales en pilotes*

(a) Para pilotes no reforzados en suelos que ofrecen mínima capacidad de confinamiento (Suelos saturados licuables, suelos con alto contenido de materia orgánica o rellenos no controlados) la desviación vertical permitida será del **12.5%** del diámetro del pilote.

(b) Para pilotes no reforzados en suelos que si ofrecen capacidad de confinamiento, la desviación vertical permitida será del **1.5%** de la longitud del pilote.

(c) Para pilotes reforzados en cualquier suelo la desviación vertical permitida será del **2%** de la longitud del pilote.

6.5.2 — *Desviación en ubicación de zapatas, pilotes, losas de cimentación*

(a) Desviación permitida respecto a los bordes en elementos mayores a 2.5 metros, será de 5 centímetros.

(b) Desviación permitida respecto a los bordes en elementos menores a 2.5 metros será el mayor entre el 2% del ancho (diámetro) del elemento y 1.25 centímetros.

(c) Desviación permitida de la cabeza de pilotes será el mayor de 4.2% del alto del pilote o 7.5 centímetros.

6.5.3 — *Desviación en elevación de zapatas, pilotes, losas de cimentación*

(a) Desviación permitida en superficie de cimentaciones superficiales será de 1.25 cm para arriba y 5 cm para abajo.

(b) Desviación permitida en superficie de pilotes será de 2.5 cm para arriba y 7.5 cm hacia abajo.

6.5.4 — *Diferencias de tamaño de sección de cimentaciones*

(a) En cimentaciones que deban ser encofradas, la diferencia de tamaño de sección permitida será de 1.25 cm.

(b) En cimentaciones fundidas contra el suelo, la diferencia de tamaño de sección permitida será 2.50 cm.

(c) En espesores de cimentación, la diferencia de tamaño de sección permitida será 0.05 veces el espesor del elemento

Edición Beta

6.6 — Concreto en edificios fundidos en el sitio.

6.6.1 — *Para edificios de menos de 25 metros*

(a) Desviación en el plomo para columnas centrales será el menor de 0.3% de la altura del edificio o 2.5 cm.

(b) Desviación en el plomo para columnas exteriores será el menor de 0.2% de la altura del edificio o 1.25 cm.

6.6.2 — *Para edificios de más de 25 metros*

(a) Desviación en el plomo para columnas centrales será el menor de 0.1% de la altura del edificio o 7.5 cm.

(b) Desviación en el plomo para columnas centrales será el menor de 0.05% de la altura del edificio o 2.5 cm.

6.6.3 — *Desviación en ubicación en planta*

(a) La desviación permitida en la posición de elementos de carga verticales será de 2.5 cm.

(b) La desviación permitida en otros elementos será de 2.5 cm.

(c) La desviación permitida en bordes de aberturas será de 1.25 cm.

(d) La desviación permitida en cortes, elementos embebidos y aberturas en losas será de 2.00 cm.

6.6.4 — *Desviación en ubicación vertical*

(a) Desviación permitida en posición de elementos será de 2.5 cm.

(b) Desviación permitida en bordes de aberturas 1.25 cm.

6.6.5 — *Diferencia en tamaño del elemento*

(a) Diferencia permitida en el espesor del elemento, si mide 30 cm o menos, (a excepción de las losas) será de 0.75 cm.

(b) Diferencia permitida en el espesor del elemento, si mide más de 30 cm será de 1.25 cm.

Edición Beta

(c) Estas tolerancias pueden ser incrementadas 100% en elementos fundidos contra el suelo, siempre y cuando se respeten las tolerancias de recubrimiento.

(d) Diferencia permitida en espesor en losas será de 0.5 cm

(e) Diferencia permitida en espesor en losas de cimentación será de 2.0 cm

Comentario 6.6.5
Estos valores aplican también al peralte del elemento.

6.6.6 *Otros elementos no contemplados —* Cualquier otro elemento no detallado en esta sección podrá ser referenciado a ACI 117M-10. El diseñador podrá aprobar las tolerancias contenidas en el documento de referencia o podrá requerir disminuirlas a su juicio. En ningún caso el diseñador o el constructor podrán exceder las tolerancias descritas en ACI 117M-10.

FIN DEL CAPÍTULO 6

Edición Beta

Edición Beta

CAPÍTULO 7 — MODIFICACIONES A ACI 318S-14

7.1 — Indicaciones para el uso del contenido del Capítulo 7 de NSE 7.1-18

(a) Este capítulo incluye modificaciones a ACI 318S-14. La numeración mostrada en este Capítulo refiere a la numeración de ACI 318S-14.

(b) En caso de que los numerales sean ampliados se agregará una nota entre paréntesis indicando que es una ampliación, y el texto agregado se mostrará en letras cursivas

(c) Si el artículo es agregado, luego del numeral se colocará la palabra "agregado" entre paréntesis, y se respetará la numeración correlacionada a ACI 318S-14 para continuar a partir del último artículo mencionado en el mismo.

(d) Todos los capítulos mencionados corresponden a ACI 318S-14, a menos que se indique específicamente que pertenecen a otro documento de referencia.

Capítulo 1 — Generalidades

Comentario 1.6 (Agregado)
La autoridad competente, en el contexto de NSE-18, son el supervisor técnico estructural, el diseñador estructural y las autoridades municipales. El diseñador estructural podrá también tener autoridad sobre las pruebas a solicitar si a su juicio es necesario una investigación a profundidad de la estructura en construcción.

1.7 Profesional facultado para diseñar

1.7.2 (Agregado) El profesional facultado deberá ser un ingeniero civil y para diseñar deberá tener como mínimo 3 años de experiencia comprobable en el ejercicio del cálculo estructural. Si el profesional cuenta con una maestría en diseño estructural la experiencia mínima será de 1 año.

1.10 Aprobación de sistemas especiales de diseño, construcción o de materiales de construcción alternativos

1.10.2 (Agregado) El uso de sistemas estructurales ajenos al reglamento NSE 3-18 deberá ser aprobado por un panel de al menos 3 ingenieros civiles con un mínimo de 10 años de experiencia comprobable cada uno en el ejercicio del diseño estructural.

Edición Beta

Comentario 1.10.2 (agregado)
El uso de sistemas no normados bajo códigos de diseño sismo resistentes, deben tratarse con cuidado, muchas veces la experimentación es realizada en zonas sin amenaza sísmica y puede resultar tentador utilizar tecnología que en muchas ocasiones es creada para ahorrar costos de construcción. El panel de aprobación busca evitar que se use tecnología sin un adecuado sustento teórico.

CAPÍTULO 2 — NOTACIÓN Y TERMINOLOGÍA

No hay modificaciones

CAPÍTULO 3 — NORMAS CITADAS

3.2 — Normas referenciadas

Se agregan:

- INPRES-CIRSOC 103 “Reglamento Argentino para construcciones sismo resistentes” 2013.
- NZS 3101-1: Concrete structures standard - The design of concrete structures
- NZS 3101-2: Commentary - Concrete structures standard - The design of concrete structures
- ACI 117M “Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials and Commentary” 2010.
- ACI 224.2 “Cracking of Concrete Members in Direct Tension” 1992 (aprobado nuevamente en 2004)
- ACI 421.2 “Guide to Seismic Design of Punching Shear Reinforcement in Flat Plates”. 2010

CAPÍTULO 4 — REQUISITOS PARA SISTEMAS ESTRUCTURALES

4.3 — Cargas de diseño

4.3.1 Las cargas y combinaciones de carga consideradas en el diseño deben cumplir con los requisitos del Capítulo 4 de NSE 7.1-18.

4.4.6.3

Comentario 4.4.6.3 (Agregado)
La república de Guatemala no cuenta con áreas completamente libres de amenaza sísmica. De acuerdo a los niveles de protección de NSE 2 no se puede asignar una categoría sísmica “A” a obras que mantienen personal permanente dentro de ellas en el territorio nacional. Por lo que como mínimo se debe cumplir con los criterios para obras de ductilidad intermedia en el caso de obras de concreto estructural según NSE3. Las disposiciones para las mismas se encuentran en el capítulo 18. Específicamente las obras de muros de concreto de baja ductilidad que califican como ordinaras pueden ser diseñadas con NSE 7.9

Edición Beta

4.4.6.5

Comentario 4.4.6.5 (Agregado)
Es poco probable que un elemento conectado de forma rígida a momento con el resto de la estructura se pueda desempeñar sin ser demandando de manera post-elástica, se sugiere a los diseñadores que cualquier elemento que no vaya a ser designado como parte del sistema estructural sea conectado con articulaciones que permitan el desplazamiento del elemento sin que este deba flexionar. También se puede incrementar las fuerzas de diseño amplificando por el factor omega, de acuerdo a los lineamientos del capítulo 18 de ACI 318S-14.

4.4.7.6

Comentario 4.4.7.6 (Agregado)
Se enfatiza que es requerido el chequeo de los diafragmas estructurales para los esfuerzos axiales, cortantes y de tracción/flexión. El capítulo 12 y el capítulo 18 de ACI 318S-14 contienen lineamientos para el chequeo de diafragmas. De particular importancia es el chequeo de diafragmas en estructuras unidas por "puentes". Los análisis modales no son en general capaces de mostrar las concentraciones de esfuerzos que derivan de un movimiento asimétrico de 2 torres con periodos de vibración diferentes.

Otro caso que ha surgido en los últimos años en el país son las losas de transferencia, en ellas es de particular importancia el chequeo de diafragma, el chequeo además debe considerar los efectos de fisuración de los elementos de concreto para no falsear los desplazamientos y tener un mejor aproximado de la realidad.

CAPÍTULO 5 — CARGAS

Este capítulo es reemplazado por completo por el Capítulo 4 de NSE 7.1-18 y sus respectivas referencias a NSE 2-18 y NSE 3-18.

CAPÍTULO 6 — ANÁLISIS ESTRUCTURAL

6.2.4.1 (*Ampliación)* Para losas en dos direcciones, se permite el análisis para cargas gravitacionales de acuerdo con los siguientes incisos:

(a) Método de diseño directo de la Sección 8.10.
(b) Método del pórtico equivalente de la Sección 8.11.
(c) Método de elementos finitos avalado por el profesional de diseño estructural.

6.3.1.1

Comentario 6.3.1.1 (Agregado)
Se sugiere al diseñador a prestar particular atención a la definición de las rigideces probables de los elementos durante el proceso de modelado. Elementos considerados muy rígidos estarán sujetos a cargas sísmicas mayores y miembros designados muy flexibles estarán sujetos a cargas sísmicas que pueden ser irrealmente bajas. Un análisis detallado de las probables zonas de rigidez (áreas que no forman rótulas) y otra donde existe un alto deterioro del elemento (área de rótula plástica) es considerado más realista. La norma sin embargo permite tomar valores fijos ante la complejidad de la definición de diferentes rigideces en el mismo elemento.

Edición

6.5.6 (Agregado) No se permite que los métodos simplificados de la Sección 6.5 de ACI 318S-14 sean utilizados para el cálculo de estructuras sujetas a acciones sísmicas en Niveles de Protección Sísmica C, D o E.

Comentario 6.5.6 (Agregado)
Se sobre entiende que el método simplificado de 6.5 no incluye en ningún momento las acciones sísmicas, no se permitirá su uso para estructuras designadas como susceptibles a efectos sísmicos significativos.

6.6.3.1 — Análisis para cargas mayoradas (Modificación)

El análisis por cargas mayoradas debe considerar los efectos de fisuración contemplados en la Sección 6.6.3.1.1 o 6.6.3.1.2 de ACI 318S-14. Este nivel de carga será considerado el límite elástico de la estructura.

Comentario 6.6.3.1 (Agregado)
El análisis debe incluir los efectos de fisuración que se generan previo a la incursión de la estructura en el rango post elástico, no es realista pensar en estructuras que no sufren ningún grado de fisuración o degradación con el paso del tiempo o bajo los efectos de las cargas verticales permanentes.

6.6.3.1.3 *(Modificación*) Para el análisis ante cargas laterales mayoradas de sistemas de losas de dos direcciones sin vigas que se designan como parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas, I para losas debe definirse con un modelo que esté sustancialmente de acuerdo con los resultados de análisis y ensayos experimentales representativos y la rigidez I de los otros miembros estructurales debe estar de acuerdo con la 6.6.3.1.1 y 6.6.3.1.2. *Alternativamente se permite considerar la losa en franja de columna con* $0.3I$ *y la franja central de paneles con* $0.5I$ *para estimar las deformaciones laterales.*

Comentario 6.6.3.1.3 (Agregado)
Los resultados de Vanderbilt y Corley 1983 sugieren los valores propuestos en 6.6.3.1.3 para mayor información se puede consultar la sección 5 de ACI 421.2 Seismic Design of Punching Shear Reinforcement in Flat Plates

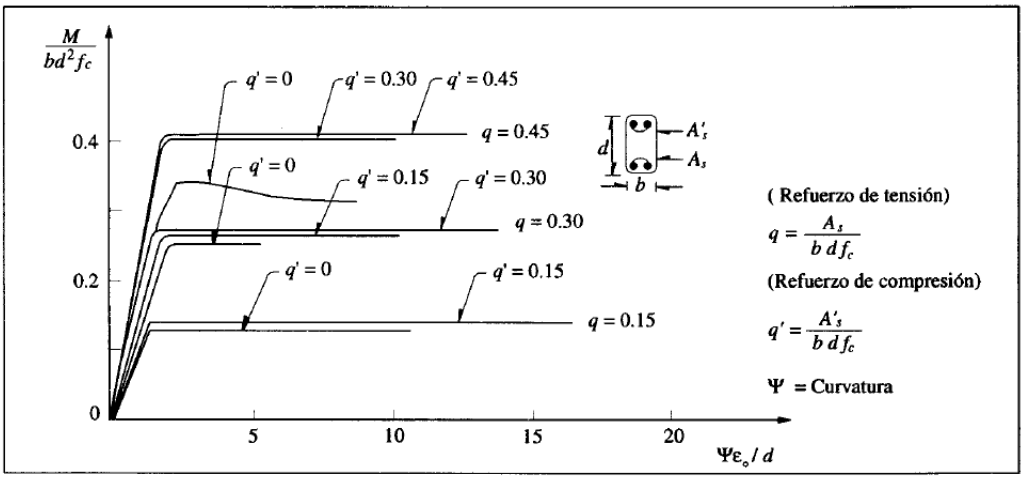
Edición beta

6.6.5

Comentario 6.6.5 (Agregado)
Redistribuir los momentos elásticos en miembros continuos a flexión puede ser una mejor manera de proveer la ductilidad requerida para rangos post-elásticos, aunque en principio podría significar una fluencia más temprana de la estructura. Este efecto en realidad es despreciable ya que los factores de carga por combinaciones verticales mantienen la estructura en el rango elástico y en un diseño estándar por sismo la carga es reducida en factores de hasta 8, por lo que no es razonable pensar que redistribuir una pequeña porción del refuerzo (no más del 20%) tiene un efecto dañino en la estructura.

La Gráfica 6.6.5 (Agregada) muestra el efecto que, la proporción de la cuantía entre el acero en tensión y la cuantía en compresión, tienen sobre la curvatura posible que alcanza una viga. Cuantías similares en tensión y compresión tienen una mejor curvatura, además, a menor la cuantía mayor la curvatura que alcanza una viga. Re distribuir una porción del acero por momento negativo en el apoyo de las columnas hacia el centro de la viga mejora la ductilidad de una viga y vuelve la parte central de la viga más elástica produciendo menor fisuración en esa área y logrando a su vez de mejor manera conseguir la rótula plástica lo más cerca posible a la cara de la columna.

Gráfica 6.6.5 (Agregada)[1] — Relaciones momento-curvatura para secciones de concreto reforzado sujetas a flexión pura



[1] BAZÁN, Enrique. MELI, Roberto. "Diseño Sísmico de edificios, Bazán y Meli". 1977

6.6.5.3 (Modificación)

(a) Para combinaciones de carga que incluyan sismo, en la sección donde el momento se reduce, la redistribución no debe exceder el menor de:

(i) $2.5 + 1285\epsilon_t$ *por ciento, y*

(ii) el indicado en la Tabla 6.6.5.3-1 en función del porcentaje de la cuantía de refuerzo balanceado (ρ_{bal}):

Tabla 6.6.5.3-1 — Porcentaje máximo de redistribución

% de Ro balanceado (ρ_{bal}):	*% máximo de redistribución*
$\rho < 0.4 * \rho_{bal}$	*30%*
$0.4 * \rho_{bal} < \rho < 0.5 * \rho_{bal}$	*25%*

(b) Para otras combinaciones de carga, la redistribución no debe exceder el menor de:

(i) $\mathbf{1000}\ \epsilon_t$ *, o*

(ii) ***15 %***

6.9.2 *(Modificación)* El modelo de elementos finitos debe ser apropiado para el propósito que se utilice. *El modelo deberá considerar las rigideces fisuradas de los elementos de acuerdo a 6.6.3.1.1 y 6.6.3.1.2*

6.9.7 (Agregado) Los momentos resultantes para vigas en modelos de elemento finito deben ser consistentes con el modelo analizado, no es permitido analizar vigas por elemento finito y las losas sobre ellas con métodos simplificados.

Comentario 6.9.7 (Agregado)
Los programas para diseño por elemento finito toman en cuenta la rigidez efectiva tributaria de las losas que son definidas como mallas, esto hace que los momentos reportados en las vigas bajen cerca de los apoyos donde la sección T que se forma entre viga y losa es más efectiva derivada de la rigidez del apoyo. Esto regularmente genera un efecto donde una porción del momento es resistido por la losa y no es reportado como parte de la viga. Por esta razón la losa debe ser también analizada por métodos de elemento finito para garantizar que no haya acero faltante cerca de los apoyos.

6.9.8 (Agregado) Para cimentaciones analizadas y diseñadas por métodos de elemento finito deberán tomarse en cuenta secciones fisuradas de acuerdo a las Secciones 6.6.3.1.1 y 6.6.3.1.2 de ACI 318S-14.

6.9.9 (Agregado) Para la evaluación de cimentaciones por elemento finito el ingeniero geotecnista deberá proporcionar el módulo de Winkler del suelo.

Comentario 6.9.9 (Agregado)
El módulo de Winkler es incierto, se recomienda que el diseñador evalúe al menos dos casos de carga con el módulo de Winkler proporcionado por geotecnia, y luego otro caso incrementando el valor del módulo en 50% para simular un suelo más rígido. Esto proporcionará una idea de la influencia del valor en el resultado del refuerzo a flexión.

6.9.10 (Agregado) Para cimentaciones diseñadas por métodos de elemento finito el diseñador deberá considerar como máximo el valor de la Ecuación 6.9.10 para asentamiento diferencial entre zapatas aisladas sucesivas.

Edición Beta

$$L/800 \qquad \text{(Ec. 6.9.10)}$$

Donde:

- **L** es la longitud de centro a centro de columnas sucesivas

Comentario 6.9.10 (Agregado)
Se sugiere que el diseñador respete este límite también para cualquier diseño de cimentación sin importar el método. Asentamientos superiores al límite propuesto tienden a generar fisuración temprana en las vigas de los primeros niveles. El límite de L/800 es similar al utilizado en EUROCODIGO 7 Y NZC3103.

CAPÍTULO 7 — LOSAS EN UNA DIRECCIÓN

7.3.1.3 (Agregado) Los requisitos de espesor mínimo de la sección 7.3.1.1 pueden ser omitidos si se demuestra que se cumplen los límites de deflexión de la sección 7.3.2 de ACI 318S-14.

7.3.2.1 *(Modificado*) En losas no preesforzadas que no cumplan con 7.3.1 y en losas preesforzadas, las deflexiones inmediatas y las deflexiones a largo plazo deben calcularse de acuerdo con 24.2 y no deben exceder los límites establecidos en 24.2.2*. Las deflexiones deben calcularse con secciones fisuradas según el capítulo 6 de ACI 318S-14.*

7.6.1 — Refuerzo mínimo a flexión en losas no preesforzadas

Comentario 7.6.1 (Agregado)
El refuerzo mínimo se refiere al refuerzo colocado en la porción de la losa que está sujeta a flexión, el refuerzo en la cara en compresión no puede ser tomado en cuenta como parte de la cuantía mínima a flexión de 7.6.1.1 tal y como lo indica el comentario R7.6.1.1

7.7.3.8.2

Comentario 7.7.3.8.2 (Agregado)
El refuerzo requerido por 7.7.3.8.2 es refuerzo por integridad que no puede ser omitido, si en caso una losa llega a fluir completamente el refuerzo por integridad es capaz de sostener la carga de la losa aunque la misma ya no pueda actuar en condiciones de servicio.

Edición Beta

CAPÍTULO 8 — LOSAS EN DOS DIRECCIONES

8.3.1.1 *(Modificación)* Para las losas no preesforzadas sin vigas interiores que se extiendan entre los apoyos en todos los lados y que tengan una relación entre los lados no mayor de 2, el espesor total de la losa ***h*** no debe ser menor que los valores dados en la Tabla 8.3.1.1 de ACI 318S-14 y no debe ser menor al valor dado en los incisos (a) o (b), a menos que se cumplan los límites de deflexiones calculadas según 8.3.2.

(a) Losas sin ábacos como se definen en 8.2.4, no menor a 120 mm

(b) Losas con ábacos como se definen en 8.2.4, no menor a 100 mm

(c) *Losas sin ábacos como se definen en 8.2.4, que sean parte de estructuras asignadas a niveles de protección sísmica C, D y E, no menor a 170 mm.*

8.3.1.2 (Agregado) Los ábacos mencionados en 8.3.1.1 inciso (b) deben tener al menos 170 mm de espesor.

Comentario 8.3.1.1 y 8.3.1.2 (Agregado)
Se adopta el criterio de ACI 421.2 de solicitar al menos 170 mm de espesor para poder colocar refuerzo mínimo a corte. El espesor de los ábacos debe ser al menos 170 mm para poder acomodar el refuerzo mínimo a corte. En condiciones sísmicas (como es el caso del país) las losas deben tener refuerzo mínimo a corte cuando la deriva excede 0.005 post elástico. El espesor de 170 mm es 20 mm de recubrimiento + 150 mm de ***d*** para cumplir con 22.6.7.1

8.3.2 — Límites para la deflexión calculada

Comentario 8.3.2 (Agregado)
Se requiere que el análisis de deflexión cumpla con los requisitos de fisuración del Capítulo 6 de ACI 318S-14.

8.7.6.3 *(Modificación)* Cuando se utilicen estribos, su ubicación y espaciamiento deben cumplir con la Tabla 8.7.6.3. *El esfuerzo mínimo que el acero debe proveer como resistencia a cortante será acorde a 18.14.5.1*

Comentario 8.7.6.3 (Agregado)
Se agrega la sección de norma a cumplir para evitar ambigüedades.

8.12 (Agregado) — Losas en dos direcciones calculadas por métodos de elemento finito

Comentario 8.12 (Agregado)
Se reconoce de manera explícita que el diseñador podrá evaluar losas por métodos de elemento finito.

Edición Beta

8.12.1 (Agregado) Se permitirá el análisis por métodos de elemento finito siempre que se cumplan las disposiciones de este capítulo.

8.12.2 (Agregado) Los análisis por elemento finito deben tomar en cuenta la fisuración de las losas de acuerdo al Capítulo 6 de ACI 318S-14.

8.12.3 (Agregado) El refuerzo debe disponerse de tal forma que se cumplan los requisitos de la gráfica 8.7.4.1.3 (a)

8.12.4 (Agregado) El refuerzo que se determine por métodos de elemento finito puede ser el promedio del generado por el esfuerzo en las mallas de modelación.

8.12.5 (Agregado) Las deflexiones deberán cumplir con lo estipulado en 24.2.2

CAPÍTULO 9 — VIGAS

No hay cambios.

CAPÍTULO 10 — COLUMNAS

No hay cambios.

CAPÍTULO 11 — MUROS

No hay cambios.

CAPÍTULO 12 — DIAFRAGMAS

No hay cambios.

CAPÍTULO 13 — CIMENTACIONES

No hay cambios.

CAPÍTULO 14 — CONCRETO SIMPLE

No hay cambios.

Edición Beta

CAPÍTULO 15 — NUDOS VIGA-COLUMNA Y LOSA-COLUMNA

No hay cambios.

CAPÍTULO 16 — CONEXIONES ENTRE MIEMBROS

No hay cambios.

CAPÍTULO 17 — ANCLAJE AL CONCRETO

No hay cambios.

CAPÍTULO 18 — ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES

18.7.3.2 *(Modificación)* Las resistencias a flexión de las columnas deben cumplir con:

$$\boldsymbol{\Sigma Mnc} > {}^{6}/_{5}\ \boldsymbol{\Sigma Mnb}$$

Donde:

- $\boldsymbol{\Sigma Mnc}$ es la suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo. La resistencia a la flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, congruente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que conduzca a la resistencia a la flexión más baja.
- $\boldsymbol{\Sigma Mnb}$ es la suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluados en la cara del nudo. En vigas T, cuando la losa está en tracción debida al momento en la cara del nudo, el refuerzo de la losa dentro del ancho efectivo de losa definido en la sección 6.3.2 de ACI 318S-14 debe suponerse que contribuye a $\boldsymbol{Mnb}$ siempre que el refuerzo de la losa esté desarrollado en la sección crítica para flexión. Las resistencias a la flexión deben sumarse de tal manera que los momentos de la columna se opongan a los momentos de la viga. Debe cumplirse con la ecuación (18.7.3.2) para momentos de vigas que actúen en ambas direcciones en el plano vertical del pórtico que se considera

Alternativamente este requisito puede ser remplazado por:

$$\boldsymbol{\Sigma Mnc} > \mathbf{1.25} * \boldsymbol{w} * \boldsymbol{\Sigma Mnca} \qquad \text{(Ec. 18.7.3.2a)}$$

Edición Beta

Donde:

- $\boldsymbol{\Sigma Mnca}$ *es la suma de momentos de las columnas que llegan a los nudos resultantes del análisis estructural.*
- $\boldsymbol{W}$ *se calcula conforme a la Ec. 18.7.3.2ª*

$$\boldsymbol{w = 0.5 * T1 + 1.1} \qquad \text{(Ec. 18.7.3.2a)}$$

Donde:

- $\boldsymbol{1.5 < w < 1.9}$
- $\boldsymbol{T1}$ *es el periodo utilizado para el diseño (Método Estático equivalente) o el periodo del primer modo.*

Comentario 18.7.3.2 (Ampliado)
Se plantean las ecuaciones 18.7.3.2a y 18.7.3.2b como una manera adicional de verificar si la capacidad de las columnas es adecuada.

18.7.5.1 *(Modificación)*

Debe colocarse refuerzo transversal en las cantidades que se especifican en 18.7.5.2 hasta 18.7.5.4, en una longitud L_0 medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales más allá del rango elástico de comportamiento. La longitud L_0 debe ser al menos igual a la mayor de los siguientes tres incisos:

(a) La altura de la columna en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.

(b) Un sexto de la luz libre de la columna.

(c) 450 mm

Alternativamente el diseñador podrá omitir cumplir con 18.7.5.2 a 18.7.5.4 y solo cumplir con 18.7.5.5 si diseña el refuerzo vertical de la columna cumpliendo con:

$$\boldsymbol{\Sigma Mnc > 1.4 * w * \Sigma Mnb} \qquad \text{(Ec. 18.7.5.1a)}$$

Donde los parámetros son los mismos que 18.7.3.2

Edición beta

Comentario 18.7.3.2 (Ampliado)
Requerir confinamiento en columnas donde por diferentes motivos la capacidad de las columnas en relación a las vigas que llegan al nudo es muy grande, no es necesario. El propósito del confinamiento es proporcionar la habilidad a un elemento de permanecer como una unidad (al menos parcialmente) en el caso de una alta presencia de fisuración. Si se aplica de manera adecuada, la ecuación 18.7.5.1a el diseñador obtendrá columnas con al menos el doble de la capacidad de las vigas que llegan al nudo.

18.10.6.4 (b) *(Modificación)* El espesor del muro en el elemento de borde definido en 18.10.6.4 (a) incluyendo el ala si existe, deberá ser $\boldsymbol{Hu/16}$. *En ningún caso el espesor podrá ser inferior a 0.20 metros.*

18.10.6.4 (c) *(Modificación) Para muros o machones de muro con* $\boldsymbol{Hw/Lw > 2}$ *que son efectivamente continuos desde la base de la estructura hasta la parte superior del muro, diseñados para que tengan una sola sección critica para flexion y carga axial, y con* $\boldsymbol{c/Lw > 3/8}$*, deberán tener en la longitud total del elemento de borde un espesor mínimo de muro de 0.30 metros a menos que:*

$$\left(\frac{As*fy/k+Puv}{Ag*f'c}\right) < 0.319*\beta 1 \qquad \text{(Ec. 18.10.6.4 c1)}$$

Donde:

- ***β1*** *es 0.85 para f'c= 280 kg/cm² y baja 0.05 cada 70 kg/cm² que aumente f'c.*
- ***As*** *es el área total del refuerzo del muro (los muros no pueden reforzarse bajo este criterio a más del 2% de Ag)*
- P_{uv} *es la carga axial en el muro por las combinaciones sin incluir sismo o viento.*
- ***Ag*** *es el área total del muro*
- f_y ***y*** f'_c *son las resistencias del acero y el concreto respectivamente*
- ***k*** *es 4 para muros simétricos y 2 para los asimétricos.*

Si el diseñador opta por utilizar la ecuación 18.10.6.4 (c1) el espesor del elemento de borde debe cumplir con:

$$B_w \geq \frac{(\mu_\Delta+2)(A_r+2)*I_w}{1700\sqrt{\xi}} \qquad \text{(Ec. 18.10.6.4 c2)}$$

Donde:

- μ_Δ *es la ductilidad de desplazamiento*
- μ_Δ *será 3 para sistemas especiales de muros.*
- $\xi = 0.3 - \frac{\rho_1 * f_y}{2.5 f'_c} > 0.1$

Edición Beta

- ***Ar*** *es la relación de aspecto* (Hw/Lw) *desde el punto donde el muro es analizado hasta la parte superior del muro.*

Los requisitos de longitud de borde, confinamiento y refuerzo de 18.10.6.4 (a) hasta (h) deben ser aplicados.

Comentario 18.10.6.4 (Ampliado)
Aunque se admiten muros con espesor menor a 0.30 m es importante que el diseñador provea un espesor adecuado para pandeo post-elástico. Confinar en espesores menores a 0.15 m es poco práctico, el espesor de 0.20 m de 18.10.6.4a es tomado como 0.15 + (2 veces el recubrimiento mínimo), estrictamente sería 0.19 m. Se alerta al diseñador que los requisitos de 18.10.6.4e implican separaciones verticales de estribos menores de 0.10 m para estos casos.

CAPÍTULO 19 — CONCRETO: REQUISITOS DE DISEÑO Y DURABILIDAD

No hay cambios.

CAPÍTULO 20— REFUERZO DE ACERO PROPIEDAD, DURABILIDAD Y EMBEBIDOS

No hay cambios.

CAPÍTULO 21 — FACTORES DE REDUCCION DE RESISTENCIA

No hay cambios.

CAPÍTULO 22 — RESISTENCIA DE LAS SECCIONES DE LOS MIEMBROS

No hay cambios.

CAPÍTULO 23 — MODELOS PUNTAL-TENSOR

No hay cambios.

CAPÍTULO 24 — REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO

No hay cambios.

Edición Beta

CAPÍTULO 25 — DETALLES DEL REFUERZO

No hay cambios.

CAPÍTULO 26 — DOCUMENTOS DE CONSTRUCCIÓN E INSPECCIÓN

No hay cambios.

CAPÍTULO 27 — EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

No hay cambios.

FIN DEL CAPÍTULO 7

Edición Beta

CAPÍTULO 8 — REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1 ACI 318S-14 “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural”

8.2 ACI 318RS-14 “Comentario a Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural”

8.3 INPRES-CIRSOC 103 “Reglamento Argentino para construcciones sismo resistentes” 2013.

8.4 NZS 3101-1 “Concrete structures standard - The design of concrete structures” 2006

8.5 NZS 3101-2 “Commentary - Concrete structures standard - The design of concrete structures” 2006

8.6 ACI 117M “Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials and Commentary” 2010.

8.8 ACI 224.2 “Cracking of Concrete Members in Direct Tension” 1992 (aprobado nuevamente en 2004)

8.9 ACI 421.2 “Guide to Seismic Design of Punching Shear Reinforcement in Flat Plates”. 2010

FIN DEL CAPÍTULO 8

Edición Beta