

## Nota Técnica # 3



Agosto 2 de 2018

En el mes de Diciembre de 2017 fue dada conocer la Resolución 0017 de la Comisión Asesora Permanente, documento que generó grandes controversias en el medio de la construcción, principalmente por las aclaraciones que se hicieron en lo referente al diseño de los Muros de Concreto.

Uno de los temas sensibles que mencionó la CAP ( Comisión Asesora Permanente ), tenía que ver con la manera como se debían interpretar las recomendaciones para el diseño de los elementos de borde de los muros de concreto. El documento fue dado a conocer en Diciembre de 2017 y generó grandes discusiones entre los constructores y algunas oficinas de consulta.

Como resumen MUY rápido, entre otras aclaraciones, se hacía referencia a que los elementos de borde debían cumplir con unas dimensiones mínimas, tomando como referencia las dimensiones mínimas especificadas para columnas según fueran DMO o DES.

Para Aycardi Estructural esto no trajo ninguna modificación a los procesos que veníamos realizando, toda vez que la interpretación que hacíamos era la que en la Resolución se confirmaba.

Sin embargo, para otras oficinas de consulta, esto generaba que si se quería seguir trabajando con muros delgados aparecerían columnas de secciones mas grandes en los extremos, si no se quería aumentar los espesores de los muros. ( En estas consultorías, era usual tener "elementos de borde" en muros de 12, 15 o 20 cm ).

Esta situación generó innumerables controversias y se convirtió desafortunadamente un problema técnico en un problema legal ya que se interpretó por parte de los abogados de las agremiaciones de construcción y de algunas constructoras, que se estaba modificando la NSR 10, mediante un trámite NO válido.

Después de todo este tiempo, la CAP ha emitido un ACTA, aclarando la situación generada y confirmando que lo expresado en la Resolución 0017 sigue vigente.

El Acta adjunta, es un documento del cual TODOS debemos tener total conocimiento. Ha sido redactada de una manera muy didáctica para la comprensión y aclaración de todos.

Próximamente, tendremos oportunidad de discutir y aprender mas de este tema.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

**REUNIÓN EXTRAORDINARIA**

**Fecha:**

Julio 26 de 2018

**Hora:**

03:30 pm

**Lugar:**

Sala de Juntas de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS.

**Asistentes:**

Ing. Luis Enrique García Reyes, Representante de la Presidencia de la República.  
Ing. Ayleen Bogoya, delegada Icontec  
Ing. Juan Francisco J. Correal Daza. Presidente de AIS.  
Ing. Luis Eduardo Laverde L., Representante de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.  
Ing. Fernando Javier Díaz Parra., delegado del Servicio Geológico Colombiano  
Ing. Elkin Alexander Oviedo Ruiz, delegado de Camacol.  
Ing. Rodolfo Castiblanco Bedoya, Representante del Ministerio de Transporte  
Abg. Rodolfo Orlando Beltrán Cubillos, Representante del Ministerio de Vivienda.  
Arq. Miguel Angel García Guevara. Representante de la Sociedad Colombiana de Arquitectos.  
Ing. Carlos Eugenio Palomino Arias. Presidente de ACIES.  
Arq. Sandra Forero Ramírez. Presidente de Camacol.

**Invitados:**

Abg. Stephanie Plata Guerrero, Camacol  
Abg. Javier Felipe Cabrera López., Ministerio de Vivienda.  
Sra. Mercedes Arciniegas Ovalle, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**Acta N° 149**

**DESARROLLO DE LA REUNIÓN EXTRAORDINARIA**

**1. Verificación del Quórum.**

Se verificó satisfactoriamente el quórum reglamentario para deliberar y decidir.

**2. Lectura y Aprobación del Orden del Día.**

El Ingeniero García solicita incluir dentro del orden del día de la reunión el punto No. 9: Elaboración, revisión y aprobación del acta #149. Se aprueba por unanimidad el orden del día por los miembros de la Comisión incluyendo el punto # 9 Elaboración, revisión y aprobación del acta #149.

**3. Resultados de la votación electrónica – 29 de junio al 06 de julio.**

Se informa que de acuerdo con lo definido en la reunión No. 148 del día 14 de junio de 2018, se realizó una votación electrónica con los miembros de la Comisión iniciando a las 5:00 pm del día 29 de junio y cerrando el proceso el día 06 de julio a las 05:00pm para efectos de que la Comisión diera el visto bueno a los siguientes documentos:

- *Acta 147 – 05 de junio de 2018.*
- *“Pronunciamiento de la Comisión a las consultas recibidas respecto a la Resolución 0017 de 2017 expedida por la Comisión”, denominado de ahora en adelante “Pronunciamiento de la CAP”.*
- *“Diseño y construcción de muros estructurales de concreto reforzado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y su trazabilidad normativa”, denominado de ahora en adelante “Trazabilidad Normativa”.*

La votación contó con el quórum requerido por el Reglamento de la Comisión.

Los documentos *“Pronunciamiento de la CAP”* y *“Trazabilidad Normativa”* fueron aprobados contando con el número de votos afirmativos requeridos por el mismo Reglamento de la Comisión.

El Acta 147 del día 05 de junio de 2018 no fue aprobada por medio de la votación electrónica, por lo cual se decidió someter a aprobación en la presente reunión.

De esta forma se da cumplimiento respecto a que los resultados de la votación electrónica realizada sean consignados en Acta de la Comisión, como lo exige el Reglamento.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

**4. Aprobación del Acta 147 – 05 de junio de 2018.**

Se aprueba por unanimidad el Acta # 147 por todos los miembros de la Comisión.

**5. Aprobación del Acta 148 – 14 de junio de 2018.**

Se aprueba por unanimidad el Acta # 148 por todos los miembros de la Comisión.

**6. Respuestas a las consultas a la Comisión – Resolución 0017 de 2017.**

**6.a.** Se recibió consulta de la Ingeniera Civil, **GLORIA MILENA GIRALDO SÁNCHEZ**, quien solicita a la Comisión aclaración con respecto a la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

1) En el Artículo 2 del RESUELVE de la Resolución 17 de 2017 se menciona lo siguiente: "Los Procedimientos para establecer la remuneración de los servicios profesionales de labores de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción, de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, tienen como objeto establecer un referente para la estimación de los honorarios mínimos de los profesionales en retribución a sus labores, excepto cuando se trate de servidores públicos, siempre que se cumpla con el alcance establecido para dichos trabajos en la presente Resolución." Por lo tanto, solicito aclarar si el cumplimiento del Alcance es de estricto cumplimiento porque en mi concepto la Resolución quedó ambigua porque en el numeral 2.3 Obligaciones del Profesional se indica que se debe cumplir como mínimo con el alcance detallado en la Resolución y en numeral 3.3.2.1.2 se establece: "Este alcance debe cumplirse estrictamente por parte del diseñador estructural y debe ser constatado por el revisor de los diseños estructurales."

2) Respecto al término REFERENTE empleado en el Artículo 2 del RESUELVE citado anteriormente, solicito aclarar si esto significa que los procedimientos para estimar los honorarios mínimos son de OBLIGATORIO cumplimiento por parte de los Contratantes o sólo son una guía de libre aplicación; según lo acuerden las partes implicadas en el Contrato.

3) Si la aclaración solicitada en el punto No. 1 es afirmativa en cuanto a que, si es posible recortar el Alcance establecido por la Resolución, de común acuerdo con el Contratante; cuáles serían los porcentajes de cada uno de los entregables para poder liquidar los Honorarios mínimos con base en las tarifas en la misma.

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**Acta N° 149**

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 4.2 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
3. Se ratifica la respuesta del numeral 1.

**6.b.** Se recibió consulta del Ingeniero Civil, **JUAN GABRIEL MARISCAL JIMENEZ**, quien solicita a la Comisión aclaración con respecto a la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

La resolución 0017 de diciembre 4 de 2017 tiene en parte como objeto "Establecer los procedimientos para fijar el alcance de las labores profesionales y establecer los honorarios MÍNIMOS que se utilicen para retribuir las labores mencionadas en el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997"; Solicito respetuosamente su pronunciamento respecto a las siguientes consultas:

- 1- ¿Los honorarios MÍNIMOS establecidos en la resolución 0017 de diciembre 04 de 2017 son de obligatorio cumplimiento para ser cobrados por los profesionales de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción?
- 2- ¿Es obligatorio para personas naturales, entidades públicas, privadas y de carácter mixto pagar a los profesionales como MÍNIMO los honorarios establecidos en la resolución 0017 de diciembre 04 de 2017 para las labores de diseño estructural y las demás indicadas allí?
- 3- ¿Puede un profesional sin incumplir la resolución pactar y/o hacer entregas con un alcance menor al que indica la resolución, por ejemplo, para justificar el cobrar honorarios inferiores a los mínimos que establece la misma? De ser así, ¿Cuáles exclusiones estarían permitidas por la resolución al alcance de las entregas? Escribo lo anterior porque el artículo 2 de la resolución dice al final que el honorario mínimo se puede establecer "...siempre que se cumpla con el alcance establecido para dichos trabajos en la presente resolución". Esto abriría una ventana a la interpretación subjetiva contradiciendo por ejemplo numerales como el (3.3.2.1.2) de la resolución que dice "Este alcance debe cumplirse estrictamente por parte del diseñador estructural."
- 4- En el aparte (4.1.) de la resolución "COSTO DE LAS ESTRUCTURAS" el texto que cito: "cuando el costo de la construcción no se ha definido" abre una ventana para que los honorarios sean valorados por debajo de lo real partiendo de costos de estructura inferiores a los reales, y podría derivar en competencia desleal, más si tenemos en cuenta que en términos generales no se puede conocer de antemano el costo de una estructura que no se ha diseñado. Solicito a ustedes de la forma más respetuosa se haga una aclaración o complemento en este aspecto que cierre los márgenes de interpretación.
- 5- De no ser de obligatorio cumplimiento cobrar y pagar los honorarios mínimos y/o cumplir el alcance establecidos en la resolución 0017 de diciembre 04 de 2017, ¿Cuál sería el espíritu u objeto de la misma?

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

- 6- ¿Los profesionales que cobren honorarios inferiores a los mínimos establecidos en la resolución 0017 de diciembre 04 de 2017 estarían incumpliendo dicha resolución? ¿Esto implicaría una violación de algún aparte de la ley 400 de 1997? ¿Implicaría una violación al Código de Ética para el ejercicio de la Ingeniería en general y sus profesiones afines y auxiliares? Ver punto 2.3 de la resolución "Obligaciones de los profesionales".
- 7- ¿A los profesionales, constructores, propietarios y entidades que cobren o paguen honorarios inferiores a los mínimos establecidos en la resolución 0017 de diciembre 04 de 2017 les sería aplicable alguna sanción?; ¿por ejemplo las que se establecen en el artículo 50 y 51 de la ley 400 de 1997?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 4.2 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 4.2 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
3. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 4.4 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
4. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 4.2 y 4.3 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
5. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
6. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
7. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".

**6.c.** Se recibió consulta del Señor, **MARIO CIARDELLI MEDINA**, Gerente General de la empresa AMARILO, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

1. En primer lugar, indicar si la CAP, llevó a cabo un estudio o análisis de impacto normativo derivado de las precisiones hechas sobre la NSR-10 a través de las Resolución y su anexo.
2. No está previsto un régimen de transición para su aplicación. Se solicita a la Comisión establecer un periodo de transición para la aplicación de la Resolución y su anexo para mitigar el impacto que estos tienen sobre proyectos.

*Respuesta de la Comisión:*

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
 (Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 2.1 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 2.2 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".

**6.d.** Se recibió la consulta de los señores, **CAMILO SALAZAR MONTOYA y NESTOR FABIAN PAVA**, quienes solicitan a la Comisión la revocación directa parcial de la resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

Revocación Directa Parcial de la Resolución 0017 de 2017.

La Resolución 0017 de 2017 planteó como objetivo principal definir la actualización respecto a los procedimientos para fijar los alcances en las labores profesionales y establecer honorarios mínimos de estos, no obstante, en el numeral "3.3.2.1.2. Alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia" (subraya fuera de texto), se fijan en el literal g de "Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde", en el inciso ii los lineamientos que se describirán haciendo un paralelo con lo dispuesto en el numeral C.14.3.6 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10:

<b>Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10- Numeral C.14.3.6.</b>	<b>Resolución 0017 de 2017- numeral "3.3.2.1.2, literal (g), inciso (ii) del documento técnico de soporte que hace parte de la Resolución 0017 de acuerdo con el artículo tercero de esta</b>
<p><i>"C.14.3.6-El refuerzo vertical no necesita estar confinado por estribos laterales cuando el refuerzo vertical no es mayor de 0.01 veces el área total de concreto, o cuando el refuerzo vertical no se requiere como refuerzo de compresión"</i></p>	<p><i>"La sección C.14.3.6 indica que, si el muro requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor del 1% del área de la sección horizontal del muro o si este refuerzo vertical puede ser requerido como refuerzo a compresión, el refuerzo vertical debe confinarse por medio de estribos laterales, <u>como los exigidos para columnas. Esta sección del Reglamento NSR-10 establece la diferencia entre muro y columna, exigiendo al diseñador estructural que de presentarse alguna o ambas de estas condiciones, el miembro estructural debe diseñarse y reforzarse como una columna, cumpliendo los requisitos de tamaño mínimo de la sección y del refuerzo longitudinal y transversal de columnas de la misma capacidad de disipación de energía, ya sea (DMI), (DMO) o (DES).</u>" (Subrayado y negrilla fuera de texto)</i></p>

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**Acta N° 149**

Una vez analizados en detalle los textos anteriormente expuestos, se puede identificar claramente que el párrafo relacionado en la Resolución 0017 de 2017 dispone de una nueva interpretación que adiciona lineamientos técnicos que originalmente el numeral C.14.3.6 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 no contemplaba, toda vez que, el numeral del Reglamento determina unas condiciones para el confinamiento del refuerzo vertical, más NO expresa de manera particular que en el caso donde se adelante un confinamiento del refuerzo en referencia, necesariamente se deban prever elementos calculados para cargas a compresión como las columnas, tal y como se está ampliando el literal g, inciso ii de la Resolución 0017 de 2017.

Es decir, es viable cumplir el literal C.14.3.6 bajo los criterios que actualmente contempla la norma NSR-10.

Cabe resaltar que en el numeral C.14.3.6 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, no se fijan requisitos de tamaño mínimo en la sección y los refuerzos, sin embargo en el numeral 3.3.2.2.1 literal g, inciso ii de la resolución 0017 de 2017 si se fija este requisito, desvirtuando la posibilidad de que el reforzamiento estructural se disponga sin necesidad de un cambio abrupto en la sección del elemento, lo cual constituye una modificación sustancial de la norma a través de una Resolución de menor jerarquía respecto a la Ley 400 de 1997.

Aunado a las observaciones planteadas resulta relevante mencionar que la Ley 400 de 1997, en su Título VII "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes", Artículos 41 y 42, señaló claramente las funciones de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, a partir de lo cual puede concluirse que no es competencia de esta Comisión establecer mediante norma imperativa el alcance de las disposiciones de la NSR-10, sino únicamente expedir conceptos sobre la aplicación de las normas – con el alcance no vinculante de acuerdo con la Ley 1755 de 2015 – y detallar el alcance y procedimiento de ejecución de las labores profesionales, sin que esto implique la posibilidad de adicionar lineamientos frente a lo dispuesto en la norma vigente.

Por lo anterior, resulta evidente la procedencia de la revocación directa parcial de la Resolución 0017 de 2017, que es el objeto de la presente solicitud, en lo que respecta al numeral 3.3.2.1.2 Alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia, literal (g) Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde, inciso ii, por infracción de las normas en que debía fundarse, específicamente en lo relacionado con las competencias legales otorgadas a la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, que no contemplan la adición de la norma sustancial de diseño estructural sino exclusivamente la definición del alcance y el procedimiento de ejecución de las labores profesionales de los diseñadores, revisores y supervisores.

*Respuesta de la Comisión:*

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.1, 1.2, 1.3, 2.3 y 2.4 del documento anexo “*Pronunciamento de la CAP*”.

**6.e.** Se recibió la consulta de la Señora **VANESSA JIMÉNEZ ACOSTA**, quien solicita a la Comisión la revocación directa parcial de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

Por medio del presente, con fundamento en el artículo 93 y siguientes del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, respetuosamente me dirijo a usted con el fin de solicitar la revocación directa parcial de la Resolución 0017 de 2017 expedida por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.

1. En primer lugar, es importante anotar que la Resolución 0017 de 2017 (en adelante la “Resolución 0017”) fue expedida con el objetivo principal de actualizar la Resolución 0015 de octubre 15 de 2015 respecto de los procedimientos para fijar los alcances en las labores profesionales y establecer honorarios mínimos para retribuir dichas labores. En desarrollo de lo anterior, de acuerdo con lo establecido en el artículo tercero de la Resolución 0017, se adoptó como parte integrante de esta el documento técnico de soporte denominado “Alcance de los trabajos y valor mínimo de los servicios profesionales de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción de acuerdo con la normativa sismo resistente colombiana (Ley 400 de 1997 y reglamento NSR-10)” elaborado por la misma Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.
2. A pesar del objetivo principal establecido en la Resolución 0017, encontramos que en el numeral (ii) del literal (g) del numeral 3.3.2.1.2 del documento técnico antes mencionado se establecen unos lineamientos para el “*Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde*” que consideramos van más allá del alcance de la Resolución 0017 y de las funciones de la Comisión, pues se incluyen unas especificaciones o parámetros técnicos que no están contemplados en el numeral C.14.3.6 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (norma de superior jerarquía). Si bien el numeral C.14.3.6 de la NSR-10 determina unas condiciones para el confinamiento del refuerzo vertical, este NO establece de manera particular que en el caso en el que se adelante un confinamiento del refuerzo en referencia, necesariamente se deban prever elementos calculados para cargas a compresión como las columnas, tal y como se están adicionando en el numeral (ii) del literal (g) del numeral 3.3.2.1.2 del documento técnico adoptado por la Resolución 0017. El siguiente cuadro comparativo ilustra las diferencias entre el numeral C.14.3.6 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10:

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

<b>Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10- Numeral C.14.3.6.</b>	<b>Resolución 0017 de 2017- numeral "3.3.2.1.2, literal (g), inciso (ii) del documento técnico de soporte que hace parte de la Resolución 0017 de acuerdo con el artículo tercero de esta</b>
<i>"C.14.3.6-El refuerzo vertical no necesita estar confinado por estribos laterales cuando el refuerzo vertical no es mayor de 0.01 veces el área total de concreto, o cuando el refuerzo vertical no se requiere como refuerzo de compresión"</i>	<i>"La sección C.14.3.6 indica que, si el muro requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor del 1% del área de la sección horizontal del muro o si este refuerzo vertical puede ser requerido como refuerzo a compresión, el refuerzo vertical debe confinarse por medio de estribos laterales, <u>como los exigidos para columnas</u>. Esta sección del Reglamento NSR-10 establece la diferencia entre muro y columna, <u>exigiendo al diseñador estructural que de presentarse alguna o ambas de estas condiciones, el miembro estructural debe diseñarse y reforzarse como una columna, cumpliendo los requisitos de tamaño mínimo de la sección y del refuerzo longitudinal y transversal de columnas de la misma capacidad de disipación de energía, ya sea (DMI), (DMO) o (DES).</u>" (Subrayado y negrilla fuera de texto)</i>

3. Lo anterior muestra claramente que la disposición incluida en la Resolución 0017 está limitando las distintas posibilidades que existen para dar cumplimiento al literal C.14.3.6 de acuerdo con los criterios que actualmente contempla la norma NSR-10, norma en la que no se fijan requisitos de tamaño mínimo en la sección y los refuerzos. El numeral 3.3.2.1.2 literal (g) inciso (ii) del documento técnico de soporte adoptado con la Resolución 0017 si se fija este requisito, restringiendo la posibilidad de que el reforzamiento estructural se disponga sin necesidad de un cambio abrupto en la sección del elemento. Esta circunstancia deriva en que a través de la resolución 0017 la Comisión terminó expidiendo una norma con el alcance de una norma técnica que termina modificando o limitando una norma de superior jerarquía (i.e. la Ley 400 de 1197).
4. Mas aun, es importante mencionar que la Ley 400 de 1997 estableció en sus artículos 41 y 42 las funciones de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, indicando claramente que es la entidad encargada de la interpretación y aplicación de las normas sobre construcciones sismorresistentes y que es un cuerpo colegiado exclusivamente consultivo. De lo anterior se deriva que con el numeral 3.3.2.1.2 literal (g) inciso (ii) del documento técnico de soporte adoptado con la Resolución 0017, la Comisión fue más allá de sus funciones de interpretar y detallar el alcance y procedimiento de ejecución de las labores profesionales.
5. Con base en lo anterior, consideramos que resulta procedente la revocación directa parcial de la Resolución 0017 de 2017, en lo que respecta al numeral 3.3.2.1.2 *Alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia, literal (g) Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde, inciso ii*, por infracción

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

de las normas de superior jerarquía en que debía fundarse y por corresponder a una norma que la Comisión no tenía competencia para expedir.

*Respuesta de la Comisión:*

La respuesta a los interrogantes planteados de esta consulta se encuentra en los numerales 1.1, 1.2, 1.3, 2.3 y 2.4 del documento anexo "*Pronunciamiento de la CAP*".

**6.f.** Se recibió remisión del Ministerio de Vivienda a la consulta de la Señora **DIANA LUCIA BARRIENTOS GÓMEZ**, de la empresa JURIDICONSTRUCTORES quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

#### PETICIÓN

PRIMERA: Indicar si la COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES, en los apartes transcritos de la Resolución No. 0017 de 2017, modificó, sustituyó, reformó o adicionó los decretos reglamentarios y anexos que hacen parte del conjunto de normas pertenecientes al REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES vigente en Colombia y si tenía competencia para ello.

SEGUNDA: Frente a manifiesta contradicción entre una norma de inferior jerarquía antes los decretos y las leyes, como lo es una resolución, sírvase indicar: ¿Qué tipo de vicio o ilegalidad se configura en este caso?

TERCERA: De darse alguno o varias de las situaciones indicadas en el numeral primero, sírvase determinar cuál es el procedimiento legal para inaplicar y/o controvertir la legalidad de dichas disposiciones.

*Respuesta de la Comisión:*

La respuesta a los interrogantes planteados de esta consulta se encuentra en los numerales 1.1, 1.2 y 1.3 del documento anexo "*Pronunciamiento de la CAP*".

**6.g.** Se recibió la consulta del Coordinador de construcción sostenible de CAMACOL, **ALEXANDER UBAQUE**, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

La consulta está relacionada con el contenido de la Resolución 17 del 04 de diciembre de 2017, emitida por la Comisión Asesora Permanente de Construcciones Sismorresistentes.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

Respecto a los requerimientos en el diseño de muros estructurales, hacen énfasis en la definición de "Columna", determinando: "La sección C.14.3.6 indica que, si el muro requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor del 1% del área de la sección horizontal del muro o si este refuerzo vertical puede ser requerido como refuerzo a compresión, el refuerzo vertical debe confinarse por medio de estribos laterales, como los exigidos para columnas."

En este sentido y considerando que lo explícitamente consignado en el citado numeral de la NSR-10: "El refuerzo vertical no necesita estar confinado por estribos laterales cuando el refuerzo vertical no es mayor de 0.01 veces el área total de concreto, o cuando el refuerzo vertical no se requiere como refuerzo de compresión" no introduce la referencia a columnas:

Agradecemos se haga un pronunciamiento sobre cómo debe ser entendido este párrafo en una propuesta de diseño, en cuanto a dimensiones, sección del muro y/o especificaciones de los materiales que lo componen.

*Respuesta de la Comisión:*

La respuesta a los interrogantes planteados de esta consulta se encuentra en los numerales 1.4, 1.6, 1.7 del documento anexo "*Pronunciamiento de la CAP*".

**6.h.** Se recibió la consulta del Ingeniero Civil, **EDUARDO ARISTIZABAL PADILLA**, de la empresa AP INGENIEROS, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

En la Resolución 17 del 4 de diciembre de 2017, la CAP escribió en el numeral 3.3.2.1.2, literal g, punto xii: "Si el esfuerzo en compresión así evaluado excede 0.2f'c en (DES), o 0.3f'c en (DMO) hay necesidad obligatoria de colocar elementos de borde dimensionados y armados como una columna confinada [sección C.21.3.5 en (DMO) y C.21.6.4 en (DES)] con barras verticales que resistan los esfuerzos de compresión a que se verá sometido el concreto y con estribos de confinamiento que impidan que el concreto se estalle debido a los esfuerzos a que se verá sometido." y en el punto xiii: "En donde se requieran elementos de borde, éstos deben cumplir con las condiciones (a) hasta (e) de C.21.9.6.4. Allí se indica hasta donde el elemento de borde se debe extender horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hacia el interior del alma de la sección y hacia los extremos exteriores de las alas, en (c) de C.21.9.6.4 se indican los requisitos de confinamiento de columnas aplicables de C.21.6.4.2 hasta C.21.6.4.4 en muros (DES) y de C.21.3.5.6 hasta C.21.3.5.8 en muros (DMO). El cumplimiento estricto de estos requisitos necesarios para la seguridad sísmica de la edificación, lleva a que sea prácticamente imposible en edificaciones (DMO) y (DES) con muros delgados disponer elementos de borde sin tener que introducir un ensanchamiento del muro."

Por lo anterior solicito a la CAP respuesta a las siguientes preguntas:

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

1. ¿La Resolución 17 de 2017 puede modificar legalmente la NSR-10?
2. Al establecer que los elementos de borde cumplirán con lo dispuesto en C.21.6.4, se sustituyen los requisitos de C.21.9.6.4? Existe un error de transcripción o realmente se sustituyen los requisitos de C.21.9.6.4 por los de C.21.6.4?
3. Como la sección C.21.6.4 se refiere al refuerzo transversal de las columnas, pero no a sus dimensiones como si lo hace la sección C.21.6.1.1, ¿a qué se refiere el término dimensionar?
4. Según la interpretación de la CAP que se entiende por "muro delgado", ¿cuál es el ancho de un muro delgado?
5. ¿Es correcta la interpretación que hacen algunos revisores estructurales de oficio, de que según lo dicho por la Resolución 17 los elementos de borde en edificaciones DES deberán tener un ancho mínimo de 30 cm, tal como se dispone en C.21.6.1 para las columnas?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.1 y 1.3 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
3. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
4. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.4, 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
5. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".

**6.i.** Se recibió la consulta del Ingeniero Civil, **URIEL ORJUELA OSPINA**, de la SOCIEDAD DE INGENIEROS DEL QUINDÍO, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

La Sociedad de Ingenieros del Quindío, atendiendo las diferentes inquietudes planteadas por nuestros afiliados, diseñadores y revisores de la ciudad de Armenia, referente a la interpretación de algunos apartes de la resolución 0017 de diciembre 4 de 2017, especialmente en el literal g del numeral 3.3.1.2, solicitamos aclarar los siguientes interrogantes:

1. ¿Tiene la Resolución 17 de 2017 prevalencia sobre la norma NSR-10 y por tanto es modificatoria de la misma con respecto a los muros de concreto y sus elementos de borde? ¿Tiene la resolución carácter normativo o equivale o reemplaza a los comentarios de la norma?

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

2. ¿Cuál es la razón para que en el punto ii al comentar C.14.3.6 que efectivamente define cuando se requiere confinar con estribos laterales al refuerzo vertical del muro, ahora se diga que eso implica que se debe tomar el tamaño mínimo de la sección como si fuera una columna?
3. ¿Cuándo en el punto xii se dice que los elementos de borde serán dimensionados según C.21.3.5 y C.21.6.4, se refieren a las dimensiones de la sección transversal o a la separación de los estribos? Deberán quedar entonces los estribos a 1/4 y no a 1/3 de la menor dimensión del elemento como lo dice C.21.9.6.4?
4. ¿Cuáles son las dimensiones mínimas de los elementos de borde, ancho, largo? Las dispuestas en C.21.9.6.4 o las dispuestas en c.21.6.1?
5. ¿En el punto xiii cuál es la definición de muro delgado? ¿Existe alguna relación entre la carga, la esbeltez, la altura y el espesor de un muro para definirlo como delgado?
6. Cuándo el elemento de borde no sobrepasa la cuantía del 1% ¿cuál es su ancho mínimo?
7. Cuándo el muro completo no sobrepasa la cuantía del 1% ¿cuál es su ancho mínimo?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.3 y 2.1 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
3. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
4. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
5. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.4, 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
6. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
7. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.4, 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".

**6.j.** Se recibió la consulta de la Ingeniera Civil, **LAURA MENDOZA CIFUENTES**, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

1. En el alcance extendido para el diseño estructural presentado en la resolución 017 de 2017, en el numeral 3.3.2.1.2 se reitera la necesidad de evaluar el requerimiento de elementos de borde en el diseño de muros de concreto, aplicando los numerales C.21.9.6.2 o C.21.9.6.3 de la NSR10 y que para estos elementos de borde se deben satisfacer los requisitos de C.21.6.4.2 a C.21.6.4.4, dando el tratamiento para elementos sometidos a flexión y carga

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**Acta N° 149**

axial de COLUMNAS con capacidad DES. ¿Se debe aplicar el numeral C.21.6.1.1 para definir la dimensión menor de la sección transversal de este elemento?

2. Para las edificaciones pertenecientes a grupos de uso III y IV, específicamente guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza, con menos de 2000 m<sup>2</sup> de área construida y que requieren SUPERVISION TECNICA INDEPENDIENTE, ¿requieren revisión de los diseños por parte de un profesional independiente?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6, y 1.7 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
2. Al respecto, la Comisión recomienda consultar el Apéndice A-6 – De la revisión independiente de los diseños estructurales, numeral A-6.3.4.

**6.k.** Se recibió la consulta del Gerente General de AMARILO, **MARIO CIARDELLI MEDINA**, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

1. El artículo 3.3.2.1.2 (g) numeral (ii) sobre el alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia dispone lo siguiente:

(g) Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde.

ii. La sección C.14.3.6 indica que, si el muro requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor al 1% del área de la sección del muro, ó si éste refuerzo vertical puede ser requerido como refuerzo a compresión, el refuerzo vertical debe confinarse por medio de estribos laterales, como los exigidos para las columnas. Esta sección del Reglamento NSR-10 establece la diferencia entre muro y columna, exigiendo al diseñador estructural que de presentarse alguna ó ambas de estas condiciones, el miembro estructural debe diseñarse y reforzarse como una columna, cumpliendo los requisitos de tamaño mínimo de la sección y del refuerzo longitudinal y transversal de columnas de la misma capacidad de disipación de energía, ya sea (DMI),(DMO), ó (DES).

Pregunta: ¿Los muros que presenten alguna o ambas de estas condiciones, deben cumplir los requisitos dimensionales establecidos para columnas?: en C.21.2.1 (DMI), C.21.3.5.1 (DMO) y C.21.6.1 (DES), incluyendo las relaciones de proporción entre la menor y mayor dimensión allí especificadas.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

2. El artículo 3.3.2.1.2 (g) numeral (x) sobre el alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia dispone lo siguiente:

*x. La necesidad de colocar elementos de borde en los límites verticales de los muros de concreto estructural (DMO) y (DES) se pueden evaluar por el procedimiento de la sección C.21.9.6.2 del Reglamento NSR 10, conocido como el método de desplazamiento de la cubierta, o alternativamente por el procedimiento de la sección C.21.9.6.3 del reglamento NSR 10, conocido como el método de los esfuerzos. Los requisitos de detallado, armaduras de confinamiento y limitaciones dimensionales de los elementos de borde son los mismos, independientemente del procedimiento utilizado para determinar su necesidad, y están definidos en la sección C.21.9.6.4 del reglamento NSR10"*

Pregunta: La referencia a "limitaciones dimensionales" de los elementos de borde, ¿implica el cumplimiento de requisitos de tamaño mínimo de la sección establecidos para columnas en C.21.3.5.1 (DMO) y C.21.6.1 (DES), incluyendo las relaciones de proporción entre la menor y mayor dimensión allí especificadas?

3. El artículo 3.3.2.1.2 (g) numerales (xi) y (xii) sobre el alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia dispone lo siguiente:

*xi. "(...) El concreto de borde del muro se debe armar como una columna confinada (Sección C.21.3.5 en (DMO) y C.21.6.4 en (DES)) (...)"*

*xii. "(...) Si el esfuerzo en compresión así evaluado excede 0.20f'c en (DES), o 0.30f'c en (DMO) hay necesidad obligatoria de colocar elementos de borde dimensionados y armados como una columna confinada (Sección C.21.3.5 en (DMO) y C.21.6.4 en (DES)) (...)"*

Pregunta: La sección C.21.3.5 señalada para (DMO), contempla en C.21.3.5.1 la dimensión mínima y requisitos dimensionales de columna para esta capacidad de disipación. Sin embargo, la sección C.21.6.4 señalada para (DES), NO contempla la dimensión mínima, ni requisitos dimensionales, ni relaciones de proporción entre la menor y mayor dimensión especificadas para (DES) en C.21.6.1. De acuerdo con lo anterior, ¿en elementos de borde se debe cumplir o no, la dimensión mínima, requisitos dimensionales y relaciones de proporción entre la menor y mayor dimensión de columnas, especificadas en el Reglamento NSR-10 para (DMO) y (DES)?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.4, 1.6 y 1.7 del documento anexo "Pronunciamiento de la CAP".

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

2. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.7 del documento anexo "Pronunciamiento de la CAP".
3. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "Pronunciamiento de la CAP".

**6.I.** Se recibió la consulta del Ingeniero Civil, **JUAN ANDRÉS OVIEDO AMEZQUITA**, de la ASOCIACIÓN DE INGENIEROS ESTRUCTURALES DE ANTIOQUIA, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

**CONSIDERACIONES PREVIAS A LA CONSULTA:**

- Reglamento NSR10, Ley 400/97, Ley 1796/16, Decretos 0926/10, 2525/10, 092/11, 340/12 y 945/17 y Res 017/17.
- ACI318/08, ACI-318/11, ACI-318/14.
- NIST GCR 14-917-25 Recommendations for Seismic of Reinforced Concrete Wall Building Based on Studies of the 2010 Maule. Chile Earthquake.

**CONSULTA A LA COMISION:**

Considerando que la Resolución 0017 de 2017 ha generado varias interpretaciones a su numeral 3.3.2.1.2 literal (g) y suponiendo que la misma no buscaba definir unos requisitos mayores que lo establecido en ACI318-2011 ni en ACI318-2014, y con el propósito de poder precisar las dimensiones mínimas para los elementos de borde de manera segura y con altos estándares de diseño, nos permitimos preguntar, si de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 400 de 1997 sobre métodos alternos de análisis y diseño:

1. ¿Es correcto de acuerdo con el artículo 10 de la Ley 400/97, emplear el ACI318-14 para diseñar una edificación de muros de concreto, cumpliendo los límites máximos de altura según la zona de amenaza y el grado de disipación de energía del Título A del Reglamento NSR10, y con esto poder establecer características requeridas de los elementos de borde según C.18.10.6 del ACI318-14.?
2. ¿Y en los casos que se requiera elemento de borde según lo indica en C.18.10.6.4 del ACI318-14 se establecería: (a) ancho mínimo del elemento de borde  $h_u/16$ ; es decir, para una altura de 2.40 m el ancho mínimo sería de 15 cm; y cuando  $c/lw$  es mayor o igual a  $3/8$ , el ancho mínimo del elemento de borde sería de 25 cm para DMO y 30 cm para DES; (b) recubrimiento de 2 cm (según C.20.6.1.3 ACI318-14) en los elementos de borde para tener una mayor área confinada y evitar que, con un recubrimiento grande, el descascaramiento del concreto pueda llevar a una sección significativamente reducida; y (c) todos los demás aspectos del diseño de muros ser harían con la sección C.18.10.6, en especial la Tabla 18.10.6.4(f) del ACI318-14 para refuerzo transversal de elementos de borde.?

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

3. ¿En caso que todo el muro tuviera una cuantía refuerzo vertical mayor o igual al 1% o si el refuerzo vertical se requiere como refuerzo de compresión, se mantendrían los anchos mínimos comentados en el punto anterior para los elementos de borde?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.5 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.5 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".
3. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.4, 1.5 1.6 y 1.7 del documento anexo "Pronunciamento de la CAP".

**6.m.** Se recibió la consulta del Ingeniero Civil, **JAIRO ALBERTO ROJAS PINILLA**, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

1. Es claro que el Reglamento NSR-10 nunca ha permitido el uso de muros menores a 10cm de espesor. Pero no es claro en cuanto al espesor mínimo de los elementos de borde. Es claro que en caso de requerir una cuantía mayor o igual al 1%, este debe diseñarse como una columna cumpliendo sus requisitos de confinamiento, recubrimiento a estribos y tamaño mínimo de columna (25cm-DMO, 30cm-DES). Pero si diseño un muro y pide elemento de borde y la cuantía longitudinal es menor al 1%, y demuestro que es construible y que el núcleo confinado es adecuado, podría yo diseñar elementos de borde por ejemplo de 20cm de ancho. En una curaduría me han rechazado un proyecto por este aspecto. Es claro que, con elementos de borde de anchos reducidos, en mi opinión menores a 20cm, no se puede lograr que sean construibles, ni que se logre un buen confinamiento. es correcta mi interpretación?
2. Con relación a la pregunta anterior, en el segundo caso, cuando la cuantía del muro es menor al 1% y requiero elemento de borde, es correcto suponer que el recubrimiento al estribo es de 2cm con el propósito de tener una mayor área confinada y evitar pérdida de capacidad por descascaramiento?
3. En el Acta No. 142 de la Comisión, se aclaró que las mallas electrosoldadas son permitidas. En diseños actuales según NSR-10, cuando tengo una edificación baja a manera de ejemplo, me resultan todos los muros de 10cm de espesor requiriendo por diseño una sola malla. Aunque no hay confinamiento de la sección y la malla no es del todo dúctil, el NSR-10 exige un diseño sismo resistente con un R de 4 para DMO. ¿Es correcto utilizar este valor? ¿Se ha pensado en modificar el valor de R en la próxima actualización del NSR por la aparente falta de ductilidad del sistema por las dos razones expuestas? O, por el contrario, por la baja demanda que tienen los sistemas "industrializados" en Colombia (al tener tantos muros en

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**Acta N° 149**

ambas direcciones) ¿fue tenido esto en cuenta en la definición de los valores de R en el NSR-10?

4. En el numeral C.21.9.6.2, si tengo un vano de puerta, o muro con espesor variable en altura, estoy obligado a usar el método de C.21.9.6.3?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".  
Se deben tener en cuenta los requisitos prescritos en el numeral C.7.7 para la protección de concreto para el refuerzo.
3. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.4, 1.6, 1.7 del documento anexo "*Pronunciamento de la CAP*".  
La Comisión es consciente de la necesidad de una periódica actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Por lo tanto, esta sugerencia se tendrá en cuenta dentro del material a estudiar en la próxima actualización de la NSR.
4. El numeral C.21.9.6.2 se aplica a muros y pilas de muros que son efectivamente continuos desde la base de la estructura hasta la parte superior del muro y son diseñados para tener una única sección crítica para flexión y carga axial. Los muros que no satisfagan estos requisitos deben ser diseñados usando C.21.9.6.3.

**6.n.** Se recibió la consulta del arquitecto, **FARID NUMA HERNANDEZ**, quien solicita a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

1. ¿Es correcto afirmar que, de acuerdo con el numeral (ii) del literal (g) de la sección 3.3.2.1.2 de la Resolución 0017 de 2017, si un muro de concreto reforzado con capacidad moderada o especial de disipación de energía (DMO ó DES) requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor del 1% del área de la sección horizontal del muro o si este refuerzo vertical puede ser requerido como refuerzo a compresión, dicho muro deberá cumplir con los requisitos de tamaño mínimo de sección contenidos en los artículos C.21.3.5.1 y C.21.6.1.1 del Reglamento NSR-10?
2. ¿De acuerdo con los numerales (x), (xi) y (xii) del literal (g) de la sección 3.3.2.1.2 de la Resolución 0017 de 2017, independientemente del procedimiento que se siga para determinar su necesidad (ya sea el del método de los desplazamientos o el de los esfuerzos), los elementos de borde que requieran los muros de concreto con DMO ó DES deberán cumplir en sus dimensiones con los artículos citados anteriormente, C.21.3.5.1 y C.21.6.1.1?

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**Acta N° 149**

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamiento de la CAP*".
2. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamiento de la CAP*".

**6.o.** Se recibió la consulta de varios **INGENIEROS DE LA CIUDAD DE MANIZALES**, quienes solicitan a la Comisión aclaración respecto de la Resolución 0017 de 2017.

*Pregunta a la Comisión:*

El pasado mes de diciembre se expidió la Resolución 0017/2017 por parte de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, que en su numeral 3.3.2.1.2, literal g, inciso ii, establece "La sección C.14.3.6 indica que, si el muro requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor del 1% del área de la sección horizontal del muro o si este refuerzo vertical puede ser requerido como refuerzo a compresión, el refuerzo vertical debe confinarse por medio de estribos laterales, como los exigidos para columnas. Esta sección del Reglamento NSR-10 establece la diferencia entre muro y columna, exigiendo al diseñador estructural que de presentarse alguna o ambas de estas condiciones, el miembro estructural debe diseñarse y reforzarse como una columna, cumpliendo los requisitos de tamaño mínimo de la sección y del refuerzo longitudinal y transversal de columnas de la misma capacidad de disipación de energía, ya sea (DMI), (DMO) o (DES)."

1. Si se adopta la interpretación referida anteriormente, ¿todo el muro debe diseñarse como una columna, o solo la parte que corresponde a los elementos de borde?
2. Cuando la Resolución introduce para los muros la exigencia de diseñar el "elemento estructural" como columna, ¿se pretende que se diseñe con la sección C.21.6 que es para sistema a porticado? o ¿cuáles artículos de NSR-10 se deben aplicar?
3. ¿Se pueden usar las normas de dos sistemas estructurales diferentes en el mismo elemento estructural (muros en concreto reforzado y pórticos en concreto)?

*Respuesta de la Comisión:*

Se da respuesta a los interrogantes en el mismo orden de formulación de la consulta:

1. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.2, 1.4, 1.6 y 1.7 del documento anexo "*Pronunciamiento de la CAP*".

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**Acta N° 149**

2. La respuesta a esta consulta se encuentra en los numerales 1.6 y 1.7 del documento anexo “*Pronunciamiento de la CAP*”.
3. La respuesta a esta consulta se encuentra en el numeral 1.7 del documento anexo “*Pronunciamiento de la CAP*”.

**7. Proposiciones y varios.**

- La Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistente, propone enviar comunicación al Ministro de Vivienda Ciudad y Territorio designado, con el fin de invitarlo a una reunión para darle a conocer los asuntos que actualmente estudia la Comisión
- La Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistente, propone enviar comunicación al Colegio Nacional de Curadores, Federación Colombiana de Municipios y Asocapitales, con el fin de informar acerca de las últimas actuaciones y documentos respecto a la Resolución 0017 de 2017.

**8. Fecha y lugar para la Próxima reunión.**

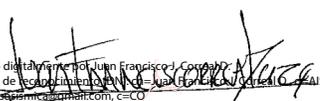
Se propone fecha para la siguiente reunión ordinaria el día jueves 09 de agosto de 2018, en la Sala de Juntas de AIS, 7:30 AM.

**9. Elaboración, revisión y aprobación del Acta 149 – 26 de julio de 2018**

La Secretaría de la Comisión puso a consideración para aprobación la presente Acta, la cual fue aprobada por unanimidad.

*\*\*La presente acta se emite en los términos del artículo 28 de la Ley 1437 de 2011 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y en el marco de las competencias establecidas para esta Comisión por la Ley 400 de 1997, relacionadas con la interpretación y aplicación de las normas sobre construcciones sismo resistentes, con fundamento en las cuales se emiten conceptos de carácter general sin abordar asuntos o casos particulares ni concretos. \*\**

Para constancia se firma:

  
Firmado digitalmente por Juan Francisco J. Correal D.  
Nombre de la organización: AIS - Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica  
email=asesismica@gmail.com, c=CO

**JUAN FRANCISCO J. CORREAL D.**  
Presidente AIS  
Secretario CAP

Secretaría de la Comisión:



Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - Carrera 19A No. 84-14 Oficina 502 - Bogotá, D. C.  
Teléfono: 5300826 - [www.asosismica.org.co](http://www.asosismica.org.co)

**ANEXO:**

**PRONUNCIAMIENTO DE LA COMISIÓN A LAS CONSULTAS  
RECIBIDAS RESPECTO A LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017  
EXPEDIDA POR LA COMISIÓN**

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

***PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017***

**PRONUNCIAMIENTO DE LA COMISIÓN A LAS CONSULTAS  
RECIBIDAS RESPECTO A LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017  
EXPEDIDA POR LA COMISIÓN**

Julio 06 de 2018

**INTRODUCCIÓN**

El presente documento fue aprobado por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes (creada por medio de la Ley 400 de 1997) mediante votación electrónica cerrada el día 06 de julio de 2018, según consta en el Acta No. 149 de la Comisión.

Dado que hay gran concordancia temática en las consultas elevadas ante la Comisión respecto a la Resolución 0017 de 2017 expedida el día 4 de diciembre de 2017 y publicada en el Diario Oficial No. 50.445 del 12 de diciembre de 2017, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, en su reunión del día 14 de junio de 2018 y según consta en el Acta No. 148, sometió a aprobación electrónica el presente documento, y así mismo el documento anexo denominado “*Diseño y construcción de muros estructurales de concreto reforzado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y su trazabilidad normativa*”, que contiene la trazabilidad de los requisitos de índole técnica y científica según fueron publicados en las ediciones anotadas del Diario Oficial de la República de Colombia y sus páginas correspondientes, incluyendo, además, una serie de comentarios e historia de la norma de sismo resistencia colombiana.

En las correspondientes respuestas de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes a las consultas recibidas al respecto, se hará referencia directa al presente documento y al documento anexo de diseño de muros estructurales en la normativa sismo resistente colombiana citando el número de página del documento correspondiente y otras referencias de rigor, lo cual permite evitar una excesiva reiteración dentro las respuestas particulares a cada una de las consultas elevadas a la Comisión, fundamentadas en la Resolución 0017 de 2017 de la misma Comisión.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

***PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017***

**ORGANIZACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO**

El presente documento se ha dividido temáticamente de la siguiente manera, la cual permite su referencia directa de una manera inequívoca:

- Aparte 1. — Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde
- Aparte 2. — Propósito de la Resolución 0017 de 2017 y NSR-10
- Aparte 3. — Obligaciones del profesional
- Aparte 4. — Cálculo de honorarios

Los diferentes Apartes se extienden en secciones detalladas que se vincularán utilizando una nomenclatura que referencia el Aparte, según sea 1, 2, 3 ó 4 y las subsecciones apropiadas de cada uno de ellos. Éstos Apartes corresponden a las temáticas de las consultas elevadas a la Comisión respecto a la Resolución 0017 de 2017 realizadas hasta la fecha.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

***PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017***

**APARTE 1. — DISEÑO DE MUROS ESTRUCTURALES DE CONCRETO REFORZADO  
CON CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA MODERADA (DMO) Y ESPECIAL  
(DES) Y SUS ELEMENTOS DE BORDE**

**Pronunciamiento de la Comisión**

**1.1** - Tal como se consigna en el Considerando de la Resolución 0017 de 2017 de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes:

“Que debido a las diferentes y variadas consultas remitidas a la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes sobre la interpretación y aplicación del Reglamento NSR-10, resulta pertinente precisar y detallar el procedimiento de ejecución de las labores profesionales mediante la presente resolución.”

**1.2** - La Comisión, para efectos de contestar las preguntas elevadas, ha desarrollado el documento anexo denominado “*Diseño y construcción de muros estructurales de concreto reforzado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y su trazabilidad normativa*” de junio 14 de 2018, en el cual se presenta la trazabilidad normativa, con las correspondientes citas a los Diarios Oficiales, evidenciando que lo incorporado por la Resolución 0017 de 2017 ha sido expedido de total acuerdo con la normatividad vigente.

**1.3** - Teniendo en cuenta lo consigando en el documento “*Diseño y construcción de muros estructurales de concreto reforzado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y su trazabilidad normativa*” de junio 14 de 2018, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes ratifica que no se modificó, sustituyó, reformó o adicionó el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, pues la Resolución 0017 de 2017 cumple el objetivo de aclarar y precisar la interpretación y aplicación de la norma por parte de los profesionales que intervienen en el diseño y desarrollo constructivo de una edificación, con el fin de garantizar su estabilidad y seguridad.

**1.4** - Los únicos requisitos contemplados de espesores mínimos de muros en el Reglamento NSR-10, son los enunciados en C.14.5.3 –Espesores mínimos de muros diseñados por el método empírico de diseño y C.14.6- Muros no portantes (ver Resolución 0017 de 2017 numeral 3.3.2.1.2 (g) vi). Es importante anotar que el cumplimiento del espesor mínimo o de cualquier mínimo establecido en la NSR-10 no es garantía que se esté cumpliendo con los requisitos básicos que deben tener tanto las

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

***PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017***

estructura y todas sus partes tal como lo establece el numeral B.1.2-Requisitos Básicos de la NSR-10.

**1.5** - Respecto a si cabe utilizar en el diseño de muros estructurales de concreto reforzado el documento del American Concrete Institute, de Farmington Hill, Michigan, USA, denominado “ACI 318S-14 — Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural”, se confirma que hasta tanto este documento sea adoptado, parcial o totalmente, en el Reglamento NSR vigente, por medio de un decreto reglamentario expedido por el Presidente de la República utilizando la potestad reglamentaria que le confiere la Ley 400 de 1997 en su artículo 49, su utilización no es permitida en el país.

*“ARTÍCULO 49 – Actualizaciones de los aspectos técnicos y científicos de la Ley –  
Facúltase al Gobierno Nacional para que, previo el visto favorable de la Comisión  
Permanente creada a través de la presente Ley, y por medio de Decretos  
Reglamentarios, proceda a efectuar las actualizaciones en los aspectos técnicos y  
científicos que demande el desarrollo de la presente Ley y sus decretos  
reglamentarios, y que resulten pertinentes para los propósitos en ella indicados y al  
alcance de la misma.”*

**1.6** - Con base en el numeral B.1.2 de la NSR-10, las dimensiones de los muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía mínima (DMI), moderada (DMO) y especial (DES) y los elementos de borde en (DMO) y (DES), deben corresponder aquellas que, además de las prescritas por el Título A por razones sísmicas, cumplan con:

*“B.1.2.1.1 — Resistencia — La estructura de la edificación y todas sus partes deben diseñarse y construirse para que los materiales utilizados en la construcción de los elementos y sus conexiones puedan soportar con seguridad todas las cargas contempladas en el presente Título B de la NSR-10 sin exceder las resistencias de diseño cuando se mayoran las cargas por medio de coeficientes de carga, o los esfuerzos admisibles cuando se utilicen las cargas sin mayorar.”*

*“B.1.2.1.2 — Funcionamiento — Los sistemas estructurales y sus componentes deben diseñarse para que tengan una rigidez adecuada que limite: (a) las deflexiones verticales de los elementos, (b) la deriva ante cargas de sismo y viento, (c) las vibraciones y (d) cualquier otra deformación que afecte adversamente el funcionamiento de la estructura o edificación.”*

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017**

*“B.1.2.1.3 — Fuerzas causadas por deformaciones impuestas — Deben tenerse en cuenta en el diseño las fuerzas causadas por deformaciones impuestas a la estructura por: (a) los asentamientos diferenciales contemplados en el título H, (b) por restricción a los cambios dimensionales debidos a variaciones de temperatura, expansiones por humedad, retracción de fraguado, flujo plástico y efectos similares.”*

*“B.1.2.1.4 — Análisis — Los efectos de las cargas en los diferentes elementos de la estructura y sus conexiones deben determinarse utilizando métodos aceptados de análisis estructural, teniendo en cuenta los principios de equilibrio, estabilidad general, compatibilidad de deformaciones y las propiedades de los materiales tanto a corto como a largo plazo. En aquellos elementos que tiendan a acumular deformaciones residuales bajo cargas de servicio sostenidas (flujo plástico) debe tenerse en cuenta en el análisis sus efectos durante la vida útil de la estructura.”*

**1.7** - Por otro lado, y con el propósito de aclarar los términos “tamaño mínimo, limitaciones dimensionales, dimensionados, armar y armados” utilizados en el numeral 3.3.2.1.2 (g) ii, x, xi y xii, de la Resolución 0017 de 2017, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes manifiesta que éstos términos hacen referencia únicamente al refuerzo longitudinal y transversal de los muros y sus elementos de borde, así como a su área, pero no se refieren a una dimensión mínima. Lo anterior, en concordancia con lo prescrito en los numerales C.21.4.4.3, C.21.9.6.4 (c) y C.21.9.6.5 (a) del Reglamento NSR-10. Por otro lado, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes quiere hacer notar que las dimensiones de los muros y elementos de borde y todos los elementos estructurales deben ser tales que cumpla con la *resistencia, funcionamiento, fuerzas causadas por deformaciones impuestas y análisis descritas* en el numeral B.1.2 de la NSR-10, con el propósito de garantizar su estabilidad y seguridad. Así mismo se debe verificar por parte del diseñador que el elemento de borde sea construible, siguiendo adecuadamente los requisitos de recubrimiento mínimo establecidos en el numeral C.7.7 del Reglamento NSR-10.

Por lo anterior y de acuerdo con el Capítulo C.21 del Reglamento NSR-10, los muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde deben diseñarse de acuerdo con los requisitos C.21.4 y C.21.9, respectivamente. Para una ilustración detallada del diseño de muros de concreto reforzado de acuerdo con el Reglamento NSR-10, se sugiere consultar las páginas 20 a 68 del documento anexo “*Diseño y construcción de muros estructurales de concreto reforzado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y su trazabilidad normativa*”.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

***PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017***

No obstante a lo anterior, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes considera que un elemento de borde de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES), que tenga dimensiones cercanas a las recomendaciones establecidas en C.21.3.5.1 (DMO) y C.21.6.1.1 (DES), respectivamente, podría dependiendo de las solicitudes de diseño, ser un buen punto de partida para el pre-dimensionamiento de dichos elementos.

**1.8** - Por último, de acuerdo con el numeral A.1.1.1 de la NSR-10 el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia debe someterse única y exclusivamente a los criterios y requisitos mínimos establecidos en el Reglamento de Construcción Sismo Resistente vigente. Por tal razón, no es legalmente procedente la utilización de reglamentos de construcción extranjeros en nuestro país.

**APARTE 2. — PROPÓSITO DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017 Y NSR-10**

**Pronunciamiento de la Comisión**

**2.1** - En cuanto al estudio de impacto normativo, se debe señalar que de conformidad con lo establecido en el CONPES 3816 de 2014 y el Decreto 1595 de 2015, dicho análisis consiste en la evaluación previa que evidencia tanto los resultados deseados como los impactos probables positivos y negativos que se generan como consecuencia de la propuesta o modificación de un reglamento técnico. Bajo la premisa que la Resolución 0017 de 2017 actualizó la Resolución 0015 de 2015, incorporando las modificaciones introducidas por la Ley 1796 de 2016 y estableciendo detalladamente el alcance y procedimiento de las labores previstas en la Ley 400 de 1997, con el fin de brindar claridad a los profesionales sobre la interpretación y aplicación de la norma en el diseño y construcción de una edificación sismo resistente, resulta evidente que la Resolución 0017 de 2017 no es una modificación, sustitución, reforma o adición del Reglamento Técnico NSR-10, por lo cual no se requería de un análisis de impacto normativo previo a su expedición.

**2.2** - Frente a la determinación de un periodo de transición para la entrada en vigencia de la Resolución 0017 de 2017, se debe señalar que la Corte Constitucional, en diferentes pronunciamientos, ha sostenido que “(...) una norma legal transitoria es aquella expedida para un fin específico y concreto o por un período de tiempo determinado. Usualmente tiene como objetivo evitar que durante el tránsito de una normatividad constitucional o legal a otra se presenten vacíos, inseguridad jurídica o traumatismos respecto del asunto

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017**

*nuevamente regulado. (...)*". (Sentencias C-074 de 2004, C-733 de 2005 y C-540 de 2008).

De manera que la transitoriedad responde a lo que en Teoría del Derecho se denomina la ultraactividad de las normas, esto es, normas que han salido del ordenamiento jurídico, bien sea por derogatoria o modificación, se siguen aplicando a los hechos ocurridos durante su vigencia, aclarando que se trata de un fenómeno que se presenta en relación con todas las normas jurídicas, con independencia de su naturaleza. De esta manera, surge una coexistencia material de reglas sobre un mismo punto, de suerte que mientras la nueva ley, sobre hechos específicos, se inaplica; por su parte la ley antigua prolonga su existencia al amparo de la ultraactividad. (Sentencia C-763 de 2002). Así las cosas, de acuerdo con las definiciones dadas por la Corte Constitucional, el establecimiento de normas transitorias que protejan situaciones jurídicas consolidadas requiere, para su existencia, la expedición de una norma posterior que modifique o derogue la existente. En efecto, jurídicamente no resulta procedente la definición de un régimen de transición para la entrada en vigencia y aplicación de la Resolución 017/17, pues se reitera, la misma no es una modificación, sustitución, reforma o adición del Reglamento NSR-10.

**2.3** - En relación a la solicitud de revocatoria directa parcial de la norma, el artículo 93 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo estableció las causales para la procedencia de la revocatoria directa de actos administrativos, así:

*"Los actos administrativos deberán ser revocados por las mismas autoridades que los hayan expedido o por sus inmediatos superiores jerárquicos o funcionales, de oficio o a solicitud de parte, en cualquiera de los siguientes casos:*

- 1. Cuando sea manifiesta su oposición a la Constitución Política o a la ley.*
- 2. Cuando no estén conformes con el interés público o social, o atenten contra él.*
- 3. Cuando con ellos se cause agravio injustificado a una persona."*

De esta manera, para que proceda la revocatoria directa de actos administrativos de carácter general es necesaria la realización de una valoración previa de las circunstancias precisas, para que la administración proceda a revocar sus propios actos, de tal suerte que la oposición a la constitución o la ley debe ser de manifiesta y no meramente aparente, en tanto la legalidad de los actos administrativos goza de presunción y solo ha de ser desvirtuada en instancias judiciales.

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

***PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017***

En ese sentido, es claro que la Resolución 0017 de 2017 no presenta oposición manifiesta a la Constitución ni la ley, en tanto la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes actuó dentro del margen de sus competencias al expedir un acto administrativo cuyo objeto fue actualizar la resolución 0015 de octubre de 2015, en lo que respecta a los procedimientos para fijar el alcance de las labores profesionales y establecer los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores mencionadas en el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997; sin que esto implicara la modificación de normas de superior jerarquía, según lo expuesto por los solicitantes, teniendo en cuenta que la modificación se limitó al alcance de los trabajos y valor mínimo de los servicios profesionales de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción de acuerdo con la normativa sismo resistente colombiana.

Así las cosas, no se encuentra que el acto administrativo, cuya revocatoria es solicitada, se encuentre incurso en alguna de las causales establecidas para la procedencia de la misma.

**2.4 -** En cuanto a la potestad reglamentaria, la Sentencia C-810 de 2014 proferida por la Corte Constitucional establece lo siguiente:

*“Es posible conferir potestades reglamentarias a órganos que no configuren gobierno en sentido restringido, siempre y cuando se trate de una potestad residual y subordinada, pues de esa manera se armoniza el sistema de fuentes consagrado en la Constitución Política y la responsabilidad del gobierno en este campo, con la posibilidad de contar con organismos especializados, que desarrollen de manera específica la intervención en temas complejos. En consecuencia, esto supone que: (i) la materia a ser reglamentada no tenga reserva de ley, pues el Legislador no puede desprenderse de esas atribuciones; (ii) que los reglamentos expedidos por la entidad se sujeten a lo que disponga la ley y sus correspondientes decretos reglamentarios; (iii) que quede claro que el legislador y el Gobierno conservan sus atribuciones, que pueden ejercer en todo momento, sin que la existencia de la función reglamentaria residual de la entidad restrinja sus posibilidades de acción; y (iv), que como consecuencia de todo lo anterior, se entienda que la entidad es dependiente del gobierno, ya que, “aunque no hace parte del Gobierno en el sentido restringido del término, desarrolla atribuciones presidenciales enmarcadas dentro de la preceptiva fundamental.”* (Subraya fuera del texto original)

En igual sentido la Corte Constitucional mediante Sentencia C-1005 de 2008 definió lo siguiente:

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017**

*“A la luz de la jurisprudencia constitucional no resulta inconstitucional que una ley le confiera de manera directa a los/las ministros (as) del despacho atribuciones para expedir regulaciones de carácter general sobre las materias contenidas en la legislación, cuando estas tengan un carácter técnico u operativo, dentro de la órbita competencial del respectivo Ministerio, por cuanto, en ese caso, la facultad de regulación tiene el carácter de residual y subordinada respecto de aquella que le corresponde al Presidente de la Republica en ejercicio de la potestad reglamentaria.”* (Subraya fuera del texto original)

**2.5** - Por lo anterior, se reitera que la Comisión tiene total competencia para reglamentar detalladamente el alcance y procedimiento de las labores profesionales, de conformidad con lo establecido con la Ley 400 de 1997 y el Reglamento NSR-10, tal y como se efectúa mediante la Resolución 0017 de 2017, permitiendo aclarar su interpretación y aplicación por parte de los profesionales, para el diseño y construcción de una edificación, garantizando su estabilidad y seguridad.

### **APARTE 3. - OBLIGACIONES DEL PROFESIONAL**

#### **Pronunciamiento de la Comisión:**

**3.1** - Frente al alcance establecido para las labores previstas en la Ley 400 de 1997, cabe señalar que tanto el Reglamento NSR-10 como la Resolución 0017 de 2017 fijan los requisitos mínimos de diseños y construcción de una edificación sismo resistente, por lo tanto, bajo un lectura integral de las secciones 2.3 y 3.3.2.1.2 de la Resolución 0017 de 2017, debe entenderse que los trabajos se realizarán siguiendo estrictamente el alcance establecido en la Resolución, los cuales en ningún caso podrán estar por debajo de los estándares mínimos definidos por la norma.

**3.2** - Así mismo, independientemente del monto de los honorarios pagados a los profesionales, éstos en el desarrollo de su labor deben garantizar el cumplimiento de todos y cada uno de los requerimientos técnicos fijados por el Reglamento NSR-10 y Resolución 0017 de 2017, ya que el incumplimiento a los mismos genera riesgos sobre la estabilidad y seguridad de una edificación.

**3.3** – Por otro lado, de acuerdo con el numeral A.1.3.14 del Reglamento NSR-10 modificado por el Decreto 945 de 2017, los profesionales que intervienen en las diferentes labores de la construcción, tienen el siguiente régimen de responsabilidad:

**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

**PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017**

**“A.1.3.14 — RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD DE LOS PROFESIONALES —** De conformidad con lo establecido en los artículos 2060 y 2061 del Código Civil, los artículos 4, 15, 18 y 19 de la Ley 400 de 1997, estos tres últimos modificados por los artículos 3, 4 y 5 de la Ley 1796 de 2016, respectivamente, la responsabilidad de los diseños o estudios, construcción y supervisión técnica independiente de los diferentes elementos que componen la edificación, así como la adopción de todas las medidas necesarias para el cumplimiento del presente Reglamento NSR-10, recae en los profesionales que elaboran los diferentes diseños y quienes adelanten las funciones de revisión independiente, construcción y supervisión técnica independiente, según las definiciones contenidas en el capítulo A.13 del presente Reglamento NSR-10, o la norma que la adicione, modifique o sustituya.

*En caso, de que la edificación perezca o amenace ruina, por vicios del diseño, revisión independiente, construcción y/o supervisión técnica independiente, los profesionales que adelanten tales labores además de la responsabilidad disciplinaria contenida en la Ley 842 de 2003 modificada por la Ley 1325 de 2009 para el caso de ingenieros; y la Ley 435 de 1998 para el caso de los arquitectos, podrán ser vinculados a las investigaciones que en materia civil y penal se adelanten, por las actuaciones u omisiones en el desarrollo del proyecto.”*

**3.4 -** En síntesis, no es posible para el Contratante y el Profesional reducir, limitar o recortar el alcance de las labores reglamentadas por la Resolución 0017 de 2017.

#### **APARTE 4. — CÁLCULO DE HONORARIOS**

##### **Pronunciamiento de la Comisión:**

**4.1 -** Al respecto, cabe señalar que el párrafo 2° del artículo 42 de la Ley 400 de 1997 facultó a la Comisión para fijar los honorarios de los profesionales que se dedican a las labores de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción, tal como se cita a continuación:

*“Párrafo 2°.- La Comisión podrá establecer los procedimientos para fijar los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores mencionadas, cuando no se trate de servidores públicos.”*

COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)

**PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017**

**4.2** - Así mismo, la Comisión estableció en el artículo 2° de la Resolución 0017 de 2017 que los procedimientos para establecer la remuneración de los servicios profesionales son un simple referente para la estimación de los honorarios, es decir, solo tienen carácter indicativo, por tal razón, no son obligatorios o vinculantes para los contratistas al momento de definir los honorarios de los profesionales, según se dispone en los siguientes términos:

*“ARTÍCULO SEGUNDO: Los procedimientos para establecer la remuneración de los servicios profesionales de labores de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción, de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, **tienen como objeto establecer un referente para la estimación de los honorarios mínimos de los profesionales en retribución a sus labores**, excepto cuando se trate de servidores públicos, siempre que se cumpla con el alcance establecido para dichos trabajos en la presente Resolución.” (Negrilla y subraya fuera del texto original)*

**4.3** - En este sentido, se reiteran los pronunciamientos de la Comisión respecto a la competencia para fijar de los honorarios mínimos que se pacten para retribuir las labores previstas en la Ley 400 de 1997:

- *Acta 39 – marzo 31 de 2006: “el alcance de los trabajos considerados en la citada Resolución es obligatorio, pero no así el valor de los honorarios asociados (tarifas), que es un referente. Sin embargo, la Comisión considera conveniente recomendar a las Alcaldías y sus Dependencias; a las Gobernaciones y sus Dependencias y a otras Entidades Oficiales, tener en cuenta estas tarifas en el momento de valorar sus presupuestos.” (Subraya fuera del texto original)*
- *Acta 101 – enero 31 de 2012: “Es importante resaltar que el valor de los honorarios establecidos de acuerdo con la Resolución N°4 es una guía, pero no es de obligatorio cumplimiento.” (Subraya fuera del texto original)*

**4.4** - Ahora bien, independientemente del monto de los honorarios pagados a los profesionales, éstos en el desarrollo de su labor deben garantizar el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos técnicos fijados por el Reglamento NSR-10 y Resolución 0017 de 2017, ya que el incumplimiento a los mismos genera riesgos sobre la estabilidad y seguridad de una edificación, por tal razón, no es posible para el



**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN  
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES  
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

***PRONUNCIAMIENTO A CONSULTAS DE LA RESOLUCIÓN 0017 DE 2017***

Contratante y el Profesional reducir, limitar o recortar el alcance de los trabajos establecidos por la Resolución 0017 de 2017.

—\*—

**ANEXO:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MUROS ESTRUCTURALES DE  
CONCRETO REFORZADO EN EL REGLAMENTO COLOMBIANO  
DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE Y SU TRAZABILIDAD  
NORMATIVA**

# **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MUROS ESTRUCTURALES DE CONCRETO REFORZADO EN EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE Y SU TRAZABILIDAD NORMATIVA**

Comisión Asesora Permanente para el Régimen de  
Construcciones Sismo Resistentes

Julio 06 de 2018

# Diseño de muros de concreto estructural

Siempre, desde la norma de 1984, ha estado presentado de la misma forma

- Título C – Requisitos de concreto estructural
- Capítulo C.14 – Muros estructurales
- Capítulo C.21 – Requisitos de sismo resistencia para estructuras de concreto estructural

A continuación se presentan los detalles y trazabilidad de los requisitos en las normativas colombianas de sismo resistencia de 1984, 1998 y 2010.

# Decreto 1400 de 1984

(Véase el Diario Oficial No. 36704  
del 25 de julio de 1984)

# Requisitos para muros estructurales (1984)

## • Capítulo C.14 - Muros

### SECCION C.14.3 - REFUERZO MINIMO

ARTICULO C.14.3.1 - El refuerzo mínimo, tanto horizontal como vertical debe ser el que fijan los Artículos C.14.3.2 y C.14.3.3 a menos que se requiera una cantidad mayor por razones de cortante como lo prescriben los Artículos C.11.10.8 y C.11.10.9.

ARTICULO C.14.3.2 - Las cuantías mínimas para refuerzo vertical, calculadas sobre el área bruta del muro son:

(a) 0.0012 para barras corrugadas con diámetro menor o igual al de la barra No. 5, con  $f_y$  no menor de 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

(b) 0.0015 para las otras barras corrugadas.

(c) 0.0012 para malla electrosoldada (lisa o corrugada) con alambres de diámetro menor de 16 mm.

ARTICULO C.14.3.3 - Las cuantías mínimas para refuerzo horizontal, calculadas sobre el área bruta del muro son:

(a) 0.0016 para barras corrugadas con diámetro menor o igual al de la barra No. 5 con  $f_y$  no menor de 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

(b) 0.0020 para las otras barras corrugadas.

(c) 0.0016 para malla electrosoldada (lisa o corrugada) con alambre de diámetro menor de 16 mm.

# Requisitos para muros estructurales (1984)

- Capítulo C.14 – Muros

## Diferencia entre muro y columna

ARTICULO C.14.3.6 - El refuerzo vertical no hay necesidad de rodearlo de estribos transversales si la cuantía de refuerzo vertical es menor de 0.01 o debido a que el refuerzo vertical no se requiere como refuerzo a compresión.

## Procedimiento de diseño

### SECCION C.14.4 - DISEÑO ESTRUCTURAL

A menos que se diseñen de acuerdo con la Sección C.14.5., los muros sometidos a cargas axiales y de flexión combinadas deben diseñarse de acuerdo con las disposiciones de las Secciones C.10.2, C.10.3, C.10.10, C.10.11, C.10.12, C.10.15, C.14.2 y C.14.3

## Muros no portantes

### SECCION C.14.6 - MUROS NO PORTANTES

El espesor de los muros que no sean portantes no debe ser menos de 10 cm ni menos de  $1/30$  de la menor distancia entre elementos que le den soporte lateral.

# Requisitos para muros estructurales (1984)

- Capítulo C.21 – Requisitos sísmicos

## Refuerzo vertical

ARTICULO C.21.8.2 - Refuerzo - La cuantía de refuerzo,  $\rho_v$ , para muros estructurales no debe ser menor que 0.0020 en cada una de las direcciones longitudinal y transversal, del elemento. El espaciamiento del refuerzo no debe exceder de 45 cm. El refuerzo requerido por análisis para cortante debe estar distribuido uniformemente a lo largo del plano de cortante.

Parágrafo C.21.8.2.1 - Deben usarse dos cortinas de refuerzo en el muro si la fuerza cortante mayorada asignada al muro excede  $(0.5 A_{cv} \sqrt{f'c})$ , donde  $f'c$  está dado en  $\text{kg/cm}^2$ .

# Requisitos para muros estructurales (1984)

- Capítulo C.21 – Requisitos sísmicos

## Elementos de borde

ARTICULO C.21.8.3 - Elementos de Borde para Muros Estructurales y Diafragmas - Deben colocarse elementos de borde alrededor de los huecos y en los bordes de muros estructurales y diafragmas donde el esfuerzo calculado en la fibra extrema para las fuerzas mayoradas que incluyen efectos sísmicos exceda  $(0.2 f'c)$ , a menos que en la totalidad del muro o diafragma se coloque armadura tal como lo especifican los Artículo C.21.7.4 o C.21.7.5. Los elementos de borde pueden suspenderse donde el esfuerzo de compresión sea menor que  $(0.15 f'c)$ . Los esfuerzos deben calcularse para las fuerzas mayoradas obtenidas usando un modelo linealmente elástico y las propiedades correspondientes a la sección bruta del elemento.

Parágrafo C.21.8.3.1 - Los elementos de borde deben tener refuerzo transversal tal como lo define el Artículo C.21.7.4 en toda su longitud.

# Requisitos para muros estructurales (1984)

- Capítulo C.21 – Requisitos sísmicos

## Elementos de borde de muros (continuación)

Parágrafo C.21.8.3.2 - Los elementos de borde de muros estructurales deben diseñarse para que resistan todas las cargas mayoradas del muro, inclusive peso propio y cargas aferentes, además de la carga vertical requerida para resistir el momento de vuelco producido por el sismo.

Parágrafo C.21.8.3.3 - Los elementos de borde de diafragmas deben diseñarse para resistir la suma de las fuerzas de compresión que actúan en el plano del diafragma y la fuerza obtenida de dividir el momento mayorado en la sección por la distancia entre los bordes del diafragma en esa sección.

Parágrafo C.21.8.3.4 - El refuerzo transversal en muros con elementos de borde debe quedar anclado dentro del núcleo confinado del miembro de borde para que sea capaz de desarrollar su esfuerzo de fluencia.

## Procedimiento de diseño derivado de los requisitos anteriores:

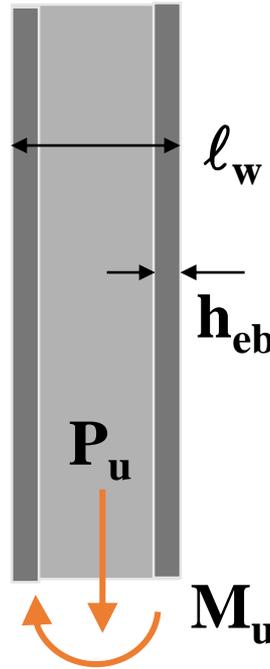
- Los requisitos del Capítulo C.14 eran aplicables a todos los muros estructurales y correspondían a todo lo exigible en edificaciones localizadas en zonas de riesgo sísmico bajo (como se denominaban en la época).
- En el Artículo C.14.3.6 se indica que el muro debe tener refuerzo transversal en forma de estribos cuando en el proceso de diseño del muro se encuentra que éste requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor del 1% o este refuerzo se requiere como refuerzo de compresión.
- El procedimiento de diseño mencionado en la Sección C.14.4 como procedimiento de diseño alternativo de la Sección C.14.5 corresponde a un procedimiento que solo es aplicable si en la sección horizontal del muro en ninguna parte se presentan esfuerzos de tracción, lo cual nunca ocurre cuando hay fuerzas horizontales de sismo o viento significativas, por lo tanto el procedimiento de C.14.5 nunca fue aplicable en zonas de riesgo sísmico, ya fuera intermedio o alto.

# Procedimiento de diseño derivado de los requisitos anteriores (continuación):

- Los requisitos dados en la continuación de la Sección C.14.4 exigían que para muros sometidos a fuerzas axiales acompañadas de momento flector (momento de vuelco) debían cumplirse una serie de requisitos del Capítulo C.10 los cuales correspondían a las secciones de diseño a flexo-compresión de miembros de concreto, y especialmente columnas.
- En zonas de riesgo sísmico debían, además, cumplirse los requisitos dados en el Capítulo C.21 de sismo resistencia donde se indicaba que la cuantía mínima de refuerzo horizontal y vertical no podía ser menor de 0.0020 veces el área de la sección horizontal del muro, lo cual correspondía a 1/5 de la mínima cuantía vertical para columnas de 0.01 del área de la sección horizontal de la columna.
- En el Artículo C.21.8.3 se exigía revisar la necesidad de colocar elementos de borde en los muros cuando se presentaban esfuerzos de compresión en el concreto mayores de  $0.20f'c$ . Luego se indicaba que cuando este esfuerzo se excedía todas las fuerzas verticales y de vuelco del muro DEBÍAN SER RESISTIDAS EN SU TOTALIDAD POR LOS DOS ELEMENTOS DE BORDE.
- La figura siguiente explica el procedimiento.

# Requisitos sísmicos para muros estructurales (1984)

Elementos de borde en muros

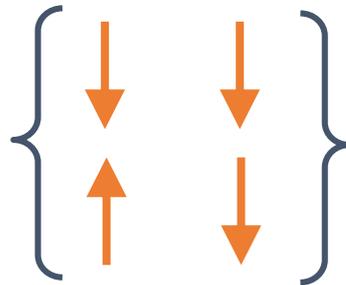


$$P_{tu} = \frac{P_u}{2} - \frac{M_u}{(\ell_w - h_{eb})} \leq 0$$

$$\phi P_{tn} = \phi A_{st} f_y$$

$$\phi P_{tn} \geq -P_{tu}$$

$$\Rightarrow A_{st} \geq \frac{-P_{tu}}{\phi f_y}$$



$$P_{cu} = \frac{P_u}{2} + \frac{M_u}{(\ell_w - h_{eb})}$$

$$\phi P_{0n} = \phi [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y]$$

$$\phi P_{n(max)} \leq 0.80 \phi P_{0n}$$

$$\phi P_{n(max)} \geq P_{cu}$$

$$\Rightarrow A_{st} \geq \frac{P_{cu} - \phi 0.68 f'_c A_g}{\phi 0.8 [f_y - 0.85 f'_c]}$$

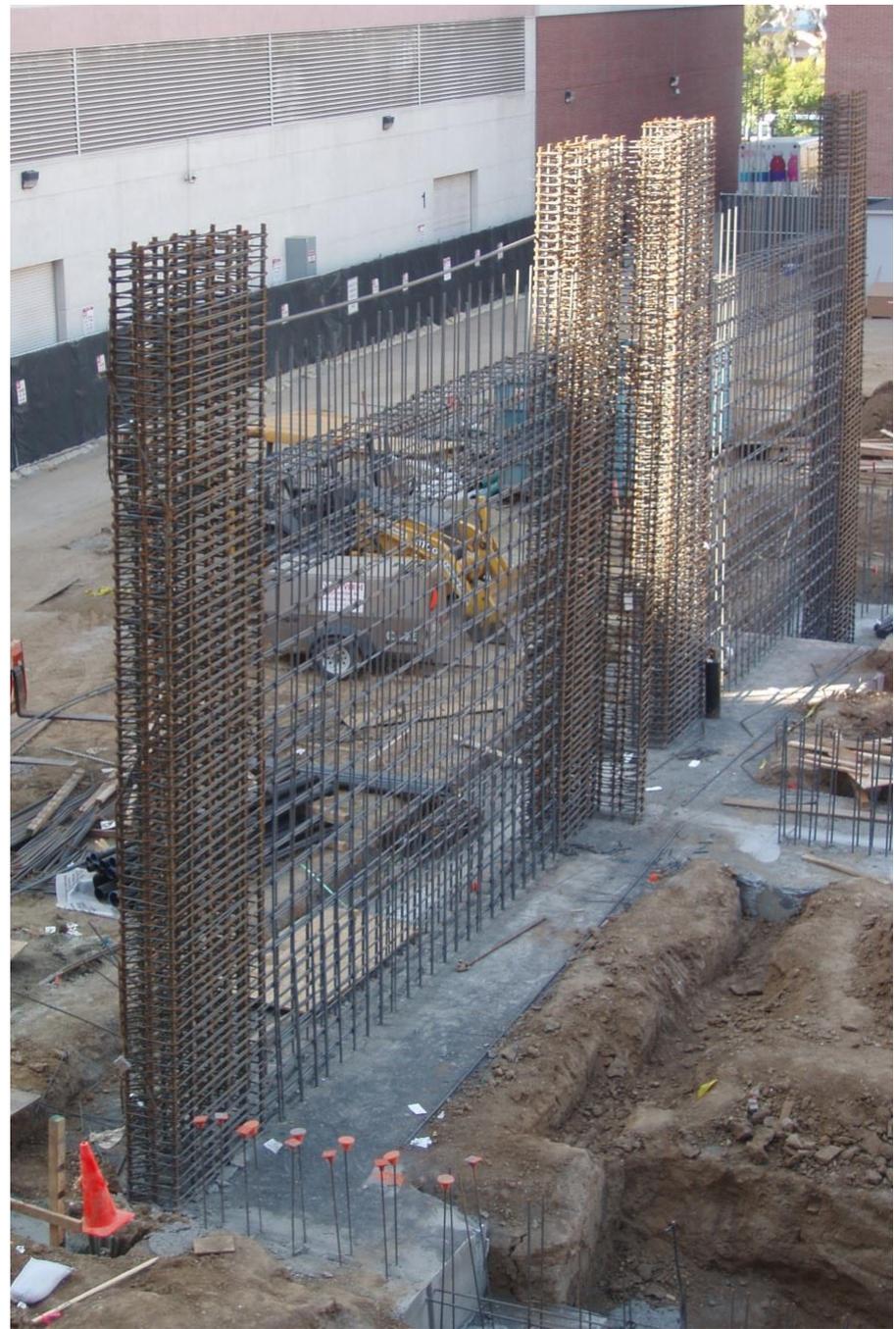
Se debían usar elementos de borde si el esfuerzo de compresión en el borde del muro:

$$\sigma = \frac{P_u}{A_{gw}} + \frac{M_u \ell_w / 2}{I_{gw}} \geq 0.2 f'_c$$

Y el elemento de borde había que confinarlo en toda su altura como una columna hasta que  $\sigma < 0.15 f'_c$ .

Norma de 1984

Lo anterior  
conducía a  
muros como  
el mostrado  
cuando se  
presentaban  
esfuerzos de  
compresión  
mayores de  
 $0.2f'c$



Muro con sus  
elementos de  
borde  
diseñado de  
acuerdo con  
la norma de  
1984.



# Reglamento NSR-98

Expedido por medio del Decreto 033 de 1998 (**Véase Diario Oficial No. 43229 del 3 de febrero de 1998**) y modificado por medio de los decretos 034 de 1999 (**Véase Diario Oficial No. 43476 del 14 de enero de 1999**) y 2809 del año 2000 (**Véase Diario Oficial No. 44275 del 29 de diciembre de 2000**).

# Diseño de muros estructurales en NSR-98

## Capítulo C.14 – Muros

Lo contenido no varió sustancialmente de lo que traía la norma de 1984. Se mantenía la misma diferencia entre muro y columna y se aclaraba que tipo de estribos.

**C.14.3.6** - No hay necesidad de rodear el refuerzo vertical con estribos transversales que cumplan C.7.10 si la cuantía de refuerzo vertical es menor de 0.01, o donde el refuerzo vertical no se requiere como refuerzo a compresión.

Se aclaraba que el espesor mínimo es el que requieran las cargas que deba soportar el muro:

### **C.14.4 - DISEÑO DE LOS MUROS COMO COLUMNAS**

**C.14.4.1** - A menos que se diseñen de acuerdo con C.14.5, los muros sometidos a fuerzas axiales y de flexión combinadas deben diseñarse de acuerdo con las disposiciones para columnas y elementos a compresión dadas en C.10.2, C.10.3, C.10.10, C.10.11, C.10.13, C.14.2 y C.14.3. En este caso el espesor mínimo del muro será el mayor valor del espesor obtenido al cumplir los requisitos de recubrimiento de C.7.7 (teniendo especial cuidado en muros expuestos a la intemperie), del espesor requerido por efectos de esbeltez de acuerdo con C.10.10 y C.10.11, y del espesor necesario para resistir la flexo-compresión solicitada a la sección.

Pero el espesor mínimo de muros no portante se cambió:

### **C.14.6 - MUROS NO PORTANTES**

**C.14.7.1** - El espesor de los muros que no sean de carga no debe ser menor de 70 mm ni menos de 1/32 de la menor distancia entre elementos que le den soporte lateral.

# Diseño de muros estructurales en NSR-98

## Elementos de borde en muros

Un cambio importante que trajo NSR-98 es que se introdujeron las capacidades de disipación de energía Mínima (DMI), Moderada (DMO) y Especial (DES). Debido a este cambio se reestudiaron los requisitos sísmicos evaluando la eventual vulnerabilidad de estructuras localizadas en zonas de amenaza sísmica intermedia. Dentro de estos estudios se encontró que era conveniente exigir elementos de borde en los muros (DMO), cosa que no ocurría en la norma de 1984, basada en el ACI 318-83, el cual introdujo requisitos para riesgo sísmico intermedio por primera vez, cuyos requisitos solo fueron parcialmente introducidos en la norma colombiana de 1984.

El procedimiento de determinación de si se requerían elementos de borde se mantuvo igual a 1984 para (DES), y para (DMO) se variaron los esfuerzos en el borde para requerir estos elementos a  $\sigma \geq 0.3f'_c$  y se podían suspender cuando  $\sigma < 0.22f'_c$ . El diseño de los elementos de borde se mantuvo igual que en la norma de 1984 con base a que debían resistir ellos solos todas fuerza verticales y de momento de vuelco solicitadas al muro.

# Diseño de muros estructurales en NSR-98

C.21.6.6 - ELEMENTOS DE BORDE EN MUROS ESTRUCTURALES - Los elementos de borde de los muros estructurales, cuando se requieran, deben cumplir los siguientes requisitos:

ELEMENTOS DE BORDE EN MUROS ESTRUCTURALES		
Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico		
Minima - <i>DMI</i>	Moderada - <i>DMO</i>	Especial - <i>DES</i>
No se requieren elementos de borde.	<p>(a) Deben colocarse elementos de borde en los bordes y alrededor de las aberturas de los muros estructurales cuando el máximo esfuerzo en la fibra extrema, producido por las fuerzas sísmicas mayoradas que incluyan efectos sísmicos, exceda <math>0.3f'_c</math>, a menos que todo el muro esté reforzado de tal manera que cumpla los requisitos de los literales (a) a (d) de C.21.4.4. Los elementos de borde pueden descontinuar cuando el esfuerzo de compresión calculado en la fibra extrema sea menor que <math>0.22f'_c</math>. Los esfuerzos pueden calcularse utilizando las fuerzas mayoradas, un modelo matemático linealmente elástico y las dimensiones brutas de la sección.</p> <p>(b) Los elementos de borde, cuando se requieran, deben tener el refuerzo transversal especificado en los literales (a) a (d) de C.21.4.4.</p>	<p>(a) Deben colocarse elementos de borde en los bordes y alrededor de las aberturas de los muros estructurales cuando el máximo esfuerzo en la fibra extrema, producido por las fuerzas sísmicas mayoradas que incluyan efectos sísmicos, exceda <math>0.2f'_c</math>, a menos que todo el muro esté reforzado de tal manera que cumpla los requisitos de los literales (a) a (d) de C.21.4.4. Los elementos de borde pueden descontinuar cuando el esfuerzo de compresión calculado en la fibra extrema sea menor que <math>0.15f'_c</math>. Los esfuerzos pueden calcularse utilizando las fuerzas mayoradas, un modelo matemático linealmente elástico y las dimensiones brutas de la sección.</p> <p>(b) Los elementos de borde, cuando se requieran, deben tener el refuerzo transversal especificado en los literales (a) a (d) de C.21.4.4.</p>

# Diseño de muros estructurales en NSR-98

## Elementos de borde en muros (continuación)

<p>(c) Los elementos de borde deben diseñarse de tal manera que sean capaces de resistir todas la fuerzas verticales mayoradas que actúan sobre el muro , incluyendo el peso propio, y las fuerzas verticales necesarias para resistir el momento de vuelco calculado para las fuerzas horizontales mayoradas producidas por el sismo.</p>	<p>(c) Los elementos de borde deben diseñarse de tal manera que sean capaces de resistir todas la fuerzas verticales mayoradas que actúan sobre el muro , incluyendo el peso propio, y las fuerzas verticales necesarias para resistir el momento de vuelco calculado para las fuerzas horizontales mayoradas producidas por el sismo.</p>
<p>(d) El refuerzo transversal de los muros que tengan elementos de borde debe anclarse dentro del núcleo confinado del elemento de borde de tal manera que sea capaz de resistir el <math>f_r</math> del refuerzo</p>	<p>(d) El refuerzo transversal de los muros que tengan elementos de borde debe anclarse dentro del núcleo confinado del elemento de borde de tal manera que sea capaz de resistir el <math>f_r</math> del refuerzo</p>
<p>transversal.</p>	<p>transversal.</p>
<p>(e) Excepto cuando la fuerza cortante en el plano del muro, <math>V_w</math> sea menor que <math>(1/12)A_{cv}\sqrt{f'_c}</math> el refuerzo transversal que termina en el borde de los muros estructurales debe tener un gancho estándar que abrace el acero longitudinal localizado en el borde, o el refuerzo cercano al borde debe estar abrazado por estribos en forma de U, de barra del mismo diámetro del refuerzo transversal del muro, con el mismo espaciamiento igual, y empalmado con él.</p>	<p>(e) Excepto cuando la fuerza cortante en el plano del muro, <math>V_w</math> sea menor que <math>(1/12)A_{cv}\sqrt{f'_c}</math> el refuerzo transversal que termina en el borde de los muros estructurales debe tener un gancho estándar que abrace el acero longitudinal localizado en el borde, o el refuerzo cercano al borde debe estar abrazado por estribos en forma de U, de barra del mismo diámetro del refuerzo transversal del muro, con el mismo espaciamiento igual, y empalmado con él.</p>
<p>(f) Los empalmes mecánicos y soldados del acero longitudinal de refuerzo del elemento de borde deben cumplir los requisitos de C.21.2.6.</p>	<p>(f) Los empalmes mecánicos y soldados del acero longitudinal de refuerzo del elemento de borde deben cumplir los requisitos de C.21.2.6.</p>

¡Es esencialmente lo mismo que requería la norma sísmica colombiana de 1984 para muros de concreto estructural y acerca de la necesidad de disponer elementos de borde en los muros cuando había esfuerzos altos de compresión en los bordes verticales del muro!

# NSR-10

Expedido por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (**Diario Oficial No. 47663**) y modificado por medio del Decreto 2525 del 13 de julio de 2010 (**Diario oficial No. 47770**), del Decreto-Ley 92 del 17 de enero de 2011 (**Diario Oficial No. 47957 y 47969**), del Decreto 340 del 13 de febrero de 2012 (**Diario Oficial No. 48342**) y el Decreto 945 del 5 de junio de 2017 (**Diario Oficial No. 50257**).

# Título B – Cargas

## Capítulo B.1 – Requisitos Generales

### B.1.1 — ALCANCE

El presente Título de este Reglamento da los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones con respecto a cargas que deben emplearse en su diseño, diferentes a las fuerzas o efectos que impone el sismo. Para que una estructura sismo resistente cumpla adecuadamente su objetivo, debe ser capaz de resistir además de los efectos sísmicos, los efectos de las cargas prescritas en el presente Título. El diseño de los elementos que componen la estructura de la edificación debe hacerse para la combinación de carga crítica.

**(Véase la página 58 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)**

# Título B – Cargas

## Capítulo B.1 – Requisitos Generales

### B.1.2 — REQUISITOS BÁSICOS

**B.1.2.1** — La estructura y todas sus partes deben cumplir, además de las prescripciones dadas en el Título A por razones sísmicas, los siguientes requisitos:

**B.1.2.1.1 — Resistencia** — La estructura de la edificación y todas sus partes deben diseñarse y construirse para que los materiales utilizados en la construcción de los elementos y sus conexiones puedan soportar con seguridad todas las cargas contempladas en el presente Título B de la NSR-10 sin exceder las resistencias de diseño cuando se mayoran las cargas por medio de coeficientes de carga, o los esfuerzos admisibles cuando se utilicen las cargas sin mayorar.

**(Véase la página 58 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)**

## Título C – Concreto Estructural

### Capítulo C.1 – Requisitos generales

#### C.1.1.10 – Disposiciones para resistencia sísmica

**C.1.1.10.1** – La asignación de la capacidad de disipación de energía empleada en el diseño sísmico de una estructura está regulada por el Título A de la NSR-10.

La capacidad de disipación de energía en el rango inelástico durante la respuesta ante un sismo de las estructuras de concreto estructural diseñadas de acuerdo con los requisitos del Título C del Reglamento NSR-10, está definida de la siguiente manera:

(a) – Capacidad de disipación de energía mínima (DMI) – Cuando los elementos de concreto estructural se diseñan de acuerdo con los requisitos de los Capítulos C.1 a C.19 de este Reglamento, además de los requisitos aplicables para este tipo de estructuras presentados en el Capítulo C.21.

(b) – Capacidad de disipación de energía moderada (DMO) – Cuando los elementos de concreto estructural se diseñan de acuerdo con los requisitos de los Capítulos C.1 a C.19 y además cumplen los requisitos especiales que para estructuras con capacidad de disipación de energía moderada prescribe el Capítulo C.21 de este Reglamento.

(c) – Capacidad de disipación de energía especial (DES) – Cuando los elementos de concreto estructural se diseñan de acuerdo con los requisitos de los Capítulos C.1 a C.19 y además cumplen los requisitos adicionales que para estructuras con capacidad de disipación de energía especial prescribe el Capítulo C.21 de este Reglamento.

**C.1.1.10.2** – Todas las estructuras deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo C.21. [\(Véase la página 79 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010\)](#)

## CAPÍTULO C.2 — NOTACIÓN Y DEFINICIONES

***Elemento de borde (Boundary element)*** — Zonas a lo largo de los bordes de los muros y de los diafragmas estructurales, reforzados con refuerzo longitudinal y transversal. **Los elementos de borde no requieren necesariamente de un incremento en el espesor del muro o del diafragma.** Los bordes de las aberturas en los muros y diafragmas deben estar provistos de elementos de borde según lo requerido en C.21.9.6 ó C.21.11.7.5. Véase el Capítulo C.21.

**(Véase la página 84 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)**

# Requisitos sobre muros en NSR-10

- Capítulo C.10 - Flexión y carga axial
- Capítulo C.11 – Cortante y torsión
- Capítulo C.14 - Muros
- Capítulo C.21 - Requisitos especiales para diseño sísmico

**¡La misma organización prescriptiva que se tiene desde la norma de 1984!**

**C.7.7 — Protección de concreto para el refuerzo**

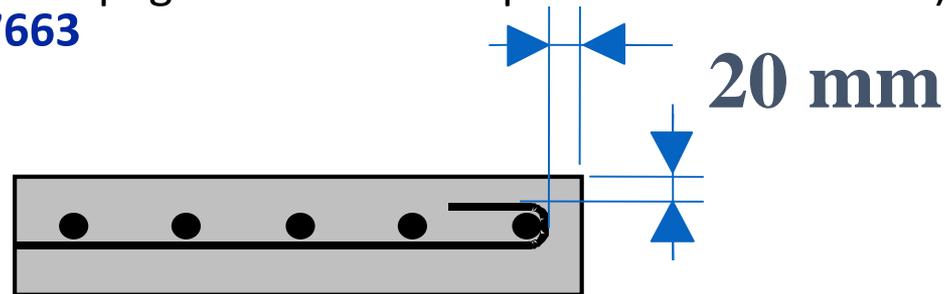
**C.7.7.1 — Concreto construido en sitio (no preesforzado)**

A menos que en C.7.7.6 ó C.7.7.8 se exija un recubrimiento mayor de concreto, el recubrimiento especificado para el refuerzo no debe ser menor que lo siguiente:

	Recubrimiento de concreto, mm
(a) Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él .....	75
(b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:	
Barras No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) a No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) .....	50
Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), alambre MW200 ó MD200 (16 mm de diámetro) y menores .....	40
(c) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
Losas, <u>muros</u> , viguetas:	
Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) .....	40
Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores .....	20
Vigas, columnas:	
Armadura principal, estribos, espirales.....	40
Cáscaras y placas plegadas:	
Barra No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) y mayores .....	20
Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), alambres MW200 ó MD200 (16 mm de diámetro) y menores .....	13

# Requisitos generales del refuerzo en muros

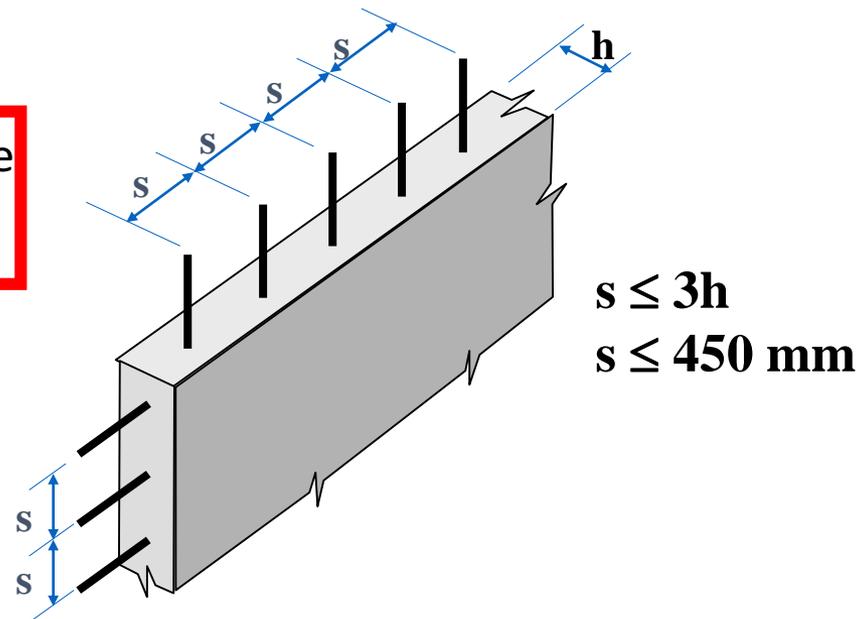
- C.7.7.1.(c) -- Recubrimiento para muros que no estén expuestos a la intemperie ni en contacto con el terreno (véase la página anterior del presente documento)  
(pg. 92 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)



- **Máxima separación del refuerzo**

**C.14.3.5** — El refuerzo vertical y horizontal debe espaciarse a no más de tres veces el espesor del muro, ni de 450 mm.

- (pg. 113 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)



## Cuantías mínimas en muros

**C.14.3.1** – El refuerzo mínimo vertical y horizontal debe cumplir con C.14.3.2 y C.14.3.3 a menos que se requiera una cantidad mayor por cortante, de acuerdo con C.11.9.8 y C.11.9.9

**C.14.3.2** - La cuantía mínima para refuerzo vertical  $\rho_v$ , es:

- (a) **0.0012** para barras corrugadas con diámetro menor o igual al de la barra N° 5 (5/8”) ó 16M (16 mm), con  $f_y$  mayor o igual a 420 MPa.
- (b) **0.0015** para otras barras corrugadas, o
- (c) **0.0012** para refuerzo electrosoldado de alambre (liso o corrugado) no mayor de MW200 ó MD200 (16 mm de diámetro).

**C.14.3.3** - La cuantía mínima para refuerzo horizontal  $\rho_h$ , es:

- (a) **0.0020** para barras corrugadas no mayores que N° 5 (5/8”) ó 16M (16 mm), con  $f_y$  no menor que 420 MPa, o
- (b) **0.0025** para las otras barras corrugadas, o
- (c) **0.0020** para refuerzo electrosoldado de alambre (liso o corrugado) no mayor de MW200 ó MD200 (16 mm de diámetro).

**(pag. 113 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)**

# ¡Diferencia entre muro y columna!

**C.14.3.6** – El refuerzo vertical no necesita estar confinado por estribos laterales cuando el refuerzo vertical no es mayor de 0.01 veces el área total de concreto, o cuando el refuerzo vertical no se requiere como refuerzo de compresión.

**(pg. 113 del Diario Oficial No. 47663  
del 26 de marzo de 2010)**

# NSR-10

## C.14.4 - Muros diseñados como miembros a compresión —

Con excepción de lo dispuesto en

C.14.5,

los muros sometidos a carga axial o combinación de carga axial y de flexión deben diseñarse como elementos a compresión de acuerdo con las disposiciones de

C.10.2,

C.10.3,

C.10.10,

C.10.11,

C.10.14,

C.14.2 y

C.14.3.

← Método empírico (no sísmico)

← Suposiciones de diseño (flexo-compre.)

← Principios y requisitos generales

← Efectos de esbeltez

← Miembros soportando losas

← Resistencia al aplastamiento

← Generalidades de muros

← Refuerzo mínimo en muros

# Diseño sísmico de muros estructurales según NSR-10

Lo anterior del Capítulo C.14 corresponde a lo que es requerido para muros estructurales en zonas de amenaza sísmica baja (Disipación Mínima DMI).

Los muros estructurales de concreto reforzado en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta deben cumplir lo indicado en el Capítulo C.14 y además lo adicional requerido para Disipación Moderada (DMO) y Disipación Especial (DES) en el Capítulo C.21 de requisitos de sismo resistencia.

# Cambios al diseño de elementos de borde en muros estructurales en NSR-10

- El procedimiento de NSR-98 se mantiene con los mismos límites para DMO y DES y se introduce un alivio consistente que en NSR-10 no hay necesidad de resistir todas las fuerzas axiales y del momento de vuelco solo con los elementos de borde. En NSR-10 se permite que toda la sección del muro contribuya, con un eventual costo menor cuando se requieren elementos de borde.
- Se introduce un nuevo procedimiento alternativo para definir si se requieren elementos de borde en muros en estructuras DMO y DES. Este procedimiento está basado en las demandas de deformación unitaria en los bordes verticales de la sección del muro en su base debida al máximo desplazamiento lateral ( $\delta_u$ ) a que puede verse sometido el muro en su extremo superior (cubierta) durante el sismo de diseño.

## C.21.9 – Muros estructurales especiales y vigas de acople con capacidad especial de disipación de energía (DES)

### C.21.9.1 – Alcance

Los requisitos de C.21.9 se aplican a muros estructurales especiales de concreto reforzado, prefabricados o construidos en obra, y vigas de acople que forman parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas.

### C.21.9.2 – Refuerzo

**C.21.9.2.1** – Las cuantías de refuerzo distribuido en el alma,  $\rho_\ell$  y  $\rho_t$ , para muros estructurales no deben ser menos de 0.0025, excepto que si  $V_u$  no excede  $A_{cv} 0.083 \sqrt{f'_c}$ ,  $\rho_\ell$  y  $\rho_t$  se pueden reducir a los valores requeridos en C.14.3. El espaciamiento del refuerzo no debe exceder 450 mm. El refuerzo que contribuye a  $V_n$  debe ser continuo y debe estar distribuido a través del plano de cortante.

**C.21.9.2.2** — Para edificaciones del Grupo de Uso **I**, como lo define A.2.5.1, hasta de tres pisos y destinadas exclusivamente a vivienda, se permite utilizar las cuantías  $\rho_\ell$  y  $\rho_t$  requeridas en C.14.3.

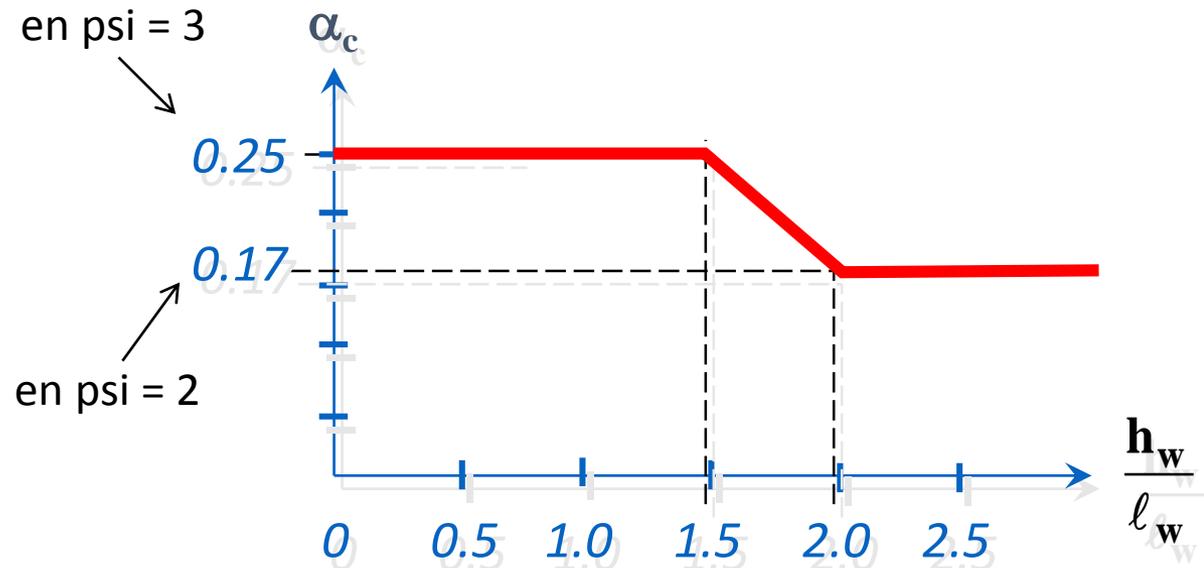
**C.21.9.2.3** — Deben utilizarse al menos dos capas de refuerzo cuando  $V_u$  excede  $A_{cv} 0.17 \sqrt{f'_c}$ .

## C.21.9.4 – Resistencia al cortante

C.21.9.4.1 –  $V_n$  de muros estructurales no debe exceder:

$$V_n = A_{cv} \left[ \alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_n f_y \right]$$

• donde  $\alpha_c$  es:



## C.21.9.5 — Diseño a flexión y carga axial

**C.21.9.5.1** — Los muros estructurales y partes de dichos muros sometidos a una combinación de carga axial y flexión deben diseñarse de acuerdo con C.10.2 y C.10.3, excepto que no se debe aplicar C.10.3.7 ni los requerimientos de deformación no lineal de C.10.2.2. Deben considerarse como efectivos el concreto y el refuerzo longitudinal desarrollado dentro del ancho efectivo del ala, del elemento de borde y del alma del muro. Debe considerarse el efecto de las aberturas.

**C.21.9.5.2** — A menos que se realice un análisis más detallado, el ancho efectivo del ala en secciones con alas debe extenderse desde la cara del alma una distancia igual al menor valor entre la mitad de la distancia al alma de un muro adyacente y el 25% de la altura total del muro.

## C.21.9.6 – Elementos de borde para muros estructurales especiales

- Deben colocarse elementos de borde en los bordes y alrededor de las aberturas de los muros estructurales cuando se espera una acción inelástica allí.
- El Reglamento NSR-10 presenta dos alternativas para realizar esto:
  - (a) Por medio de la Sección C.21.9.6.2 donde se determina la deformación unitaria de compresión en el borde del muro al verse solicitado por las fuerzas sísmicas, o
  - (b) Por medio de la Sección C.21.9.6.3, donde se emplea el máximo esfuerzo en la fibra extrema en compresión, producido por las fuerzas mayoradas que incluyan efectos sísmicos.

## C.21.9.6 – Elementos de borde para muros estructurales especiales

**C.21.9.6.1** — La necesidad de usar elementos especiales de borde en los límites verticales de muros estructurales debe evaluarse de acuerdo con C.21.9.6.2 ó C.21.9.6.3. Deben satisfacerse también los requisitos de C.21.9.6.4 y C.21.9.6.5.

**C.21.9.6.2** — Esta sección se aplica a muros y pilas de muros que son efectivamente continuos desde la base de la estructura hasta la parte superior del muro y son diseñados para tener una única sección crítica para flexión y carga axial. Los muros que no satisfagan estos requisitos deben ser diseñados usando C.21.9.6.3.

(a) Las zonas de compresión deben ser reforzadas con elementos especiales de borde donde:

$$c \geq \frac{\ell_w}{600(\delta_u/h_w)} \quad (\text{C.21-11})$$

Donde  $c$  en la ecuación (C.21-11) corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial mayorada y resistencia nominal a momento congruente con el desplazamiento de diseño  $\delta_u$ . El cociente  $\delta_u/h_w$  en la ecuación (C.21-11) no debe tomarse menor que 0.007

(b) Donde se requieran elementos especiales de borde según C.21.9.6.2(a), el refuerzo del elemento especial de borde debe extenderse verticalmente desde la sección crítica por una distancia no menor que la mayor entre  $\ell_w$  ó  $M_u/4V_u$ .

## C.21.9.6 – Elementos de borde para muros estructurales especiales (continuación)

**C.21.9.6.3** — Los muros estructurales que no sean diseñados de acuerdo con las indicaciones de C.21.9.6.2 deben tener elementos de borde especiales en los bordes y alrededor de las aberturas de los muros estructurales cuando el esfuerzo de compresión máximo de la fibra extrema correspondiente a las fuerzas mayoradas incluyendo los efectos sísmicos  $E$ , sobrepase  $0.2f'c$ . Los elementos de borde especiales pueden ser discontinuados donde el esfuerzo de compresión calculado sea menor que  $0.15f'c$ . Los esfuerzos deben calcularse para las fuerzas mayoradas usando un modelo lineal elástico y las propiedades de la sección bruta. Para muros con alas, debe usarse un ancho de ala efectiva como se define en C.21.9.5.2.

**C.21.9.6.4** — En donde se requieran elementos especiales de borde, de acuerdo con C.21.9.6.2 ó C.21.9.6.3 se debe cumplir con las condiciones (a) hasta (e):

(a) El elemento de borde se debe extender horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el mayor valor entre  $c - 0.1\ell_w$  y  $c/2$ , donde  $c$  corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial mayorada y resistencia nominal a momento consistente con el desplazamiento de diseño  $\delta_u$ .

### C.21.9.6 – Elementos de borde para muros estructurales especiales (continuación de C.21.9.6.4)

(b) En las secciones con alas, los elementos de borde deben incluir el ancho efectivo del ala en compresión y se deben extender por lo menos 300 mm dentro del alma.

(c) El refuerzo transversal de los elementos especiales de borde debe cumplir con los requisitos especificados en C.21.6.4.2 a C.21.6.4.4, excepto que no se necesita cumplir con la ecuación (C.21-7) y el límite de espaciamiento del refuerzo transversal de C.21.6.4.3(a) debe ser de al menos un tercio de la dimensión menor del elemento de borde.

(d) El refuerzo transversal de los elementos de borde en la base del muro debe extenderse dentro del apoyo al menos  $\ell_d$ , de acuerdo con C.21.9.2.3, del refuerzo longitudinal de mayor diámetro de los elementos especiales de borde, a menos que los elementos especiales de borde terminen en una zapata o losa de cimentación, en donde el refuerzo transversal de los elementos especiales de borde se debe extender, a lo menos, 300 mm dentro de la zapata o losa de cimentación;

(e) El refuerzo horizontal en el alma del muro debe estar anclado para desarrollar  $f_v$  dentro del núcleo confinado del elemento de borde;

(pag. 127 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)

**Nota importante** – Ninguna de las secciones referidas en C.21.9.6.4 requiere cumplir la dimensión mínima de columnas (dada en C.21.6.1.1), solo su refuerzo transversal.

## C.21.9.6 – Elementos de borde para muros estructurales especiales (continuación)

**C.21.9.6.5** — Cuando no se requieren elementos especiales de borde de acuerdo con lo indicado en C.21.9.6.2 ó C.21.9.6.3, se debe cumplir con (a) y (b):

(a) Si la cuantía de refuerzo longitudinal en el borde del muro es mayor que  $2.8/f_y$ , el refuerzo transversal de borde debe cumplir con lo indicado en C.21.6.4.2 y C.21.9.6.4(a). El espaciamiento longitudinal máximo del refuerzo transversal en el borde no debe exceder de 200 mm;

(b) Excepto cuando  $V_u$  en el plano del muro sea menor que  $0.083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$  el refuerzo transversal que termine en los bordes de muros estructurales sin elementos de borde debe tener un gancho estándar que enganche el refuerzo de borde, o el refuerzo de borde debe estar abrazado con estribos en U que estén empalmados al refuerzo horizontal y tengan su mismo tamaño y espaciamiento.

## Procedimiento para elementos de borde (DES)

- El nuevo procedimiento, con respecto a NSR-98, que trae NSR-10 en C.21.9.6.2 consiste en encontrar **la deformación unitaria en compresión solicitada al muro** cuando la estructura está respondiendo con los desplazamientos máximos esperados durante el sismo de diseño.
- En ese momento se supone que el muro ha entrado en el rango inelástico de respuesta y que **se ha presentado una articulación plástica en la base del muro**.
- Es importante advertir que este nuevo procedimiento sólo es aplicable a **muros continuos que van desde la base de la estructura hasta la cubierta**

### C.21.9.6.2 – Empleando deformaciones unitarias

- Este procedimiento para identificar la necesidad de elementos de borde es aplicable a muros, y segmentos de muro, que sean continuos desde la base de la estructura hasta la parte superior del muro y que tienen una sola sección crítica para flexo-compresión. Si no se cumple este requisito no puede emplearse el método.
- Las zonas de compresión deben reforzarse con elementos especiales de borde cuando la profundidad del eje neutro **c** es mayor que:

$$c \geq \frac{l_w}{600 \cdot \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)} \quad \text{La cantidad } \frac{\delta_u}{h_w} \geq 0.007$$

## C.21.4 – Muros estructurales intermedios con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

**C.21.4.1 – Alcance** - Los requisitos de C.21.4 se aplican a muros estructurales intermedios contruidos con concreto prefabricado o vaciado en sitio que forman parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas en estructuras con capacidad moderada de disipación de energía (DMO). Los muros estructurales prefabricados, deben cumplir con C.21.4.2 y C.21.4.3 además de los requisitos para muros vaciados en sitio. Los muros vaciados en sitio deben cumplir con C.21.4.4.

**C.21.4.2** – En las conexiones entre los paneles de muro, o entre los paneles de muro y la cimentación, se debe restringir la fluencia a los elementos de acero o al refuerzo.

**C.21.4.3** — Los elementos de la conexión que no han sido diseñados para fluencia deben resistir al menos  $1.5S_y$ .

## C.21.4 – Muros estructurales intermedios con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

**C.21.4.4** — Los muros estructurales intermedios con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y sus vigas de acople deben cumplir todos los requisitos de C.21.9 para muros estructurales especiales (DES) vaciados en sitio, con las excepciones y modificaciones que se presentan a continuación:

**C.21.4.4.1** — En C.21.9.6.2(a) para muros con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) el cociente  $\delta_u/h_w$  en la ecuación (C.21-11) no debe tomarse menor que 0.0035.

**C.21.4.4.2** — En C.21.9.6.3 para muros con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) los elementos de borde deben colocarse cuando el esfuerzo de compresión máximo de la fibra extrema correspondiente a las fuerzas mayoradas incluyendo los efectos sísmicos  $E$ , sobrepase  $0.3f'_c$ . Los elementos de borde especiales pueden ser discontinuados donde el esfuerzo de compresión calculado sea menor que  $0.22f'_c$ . El resto de los requisitos de esta sección se aplican como dice allí.

## C.21.4 – Muros estructurales intermedios con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

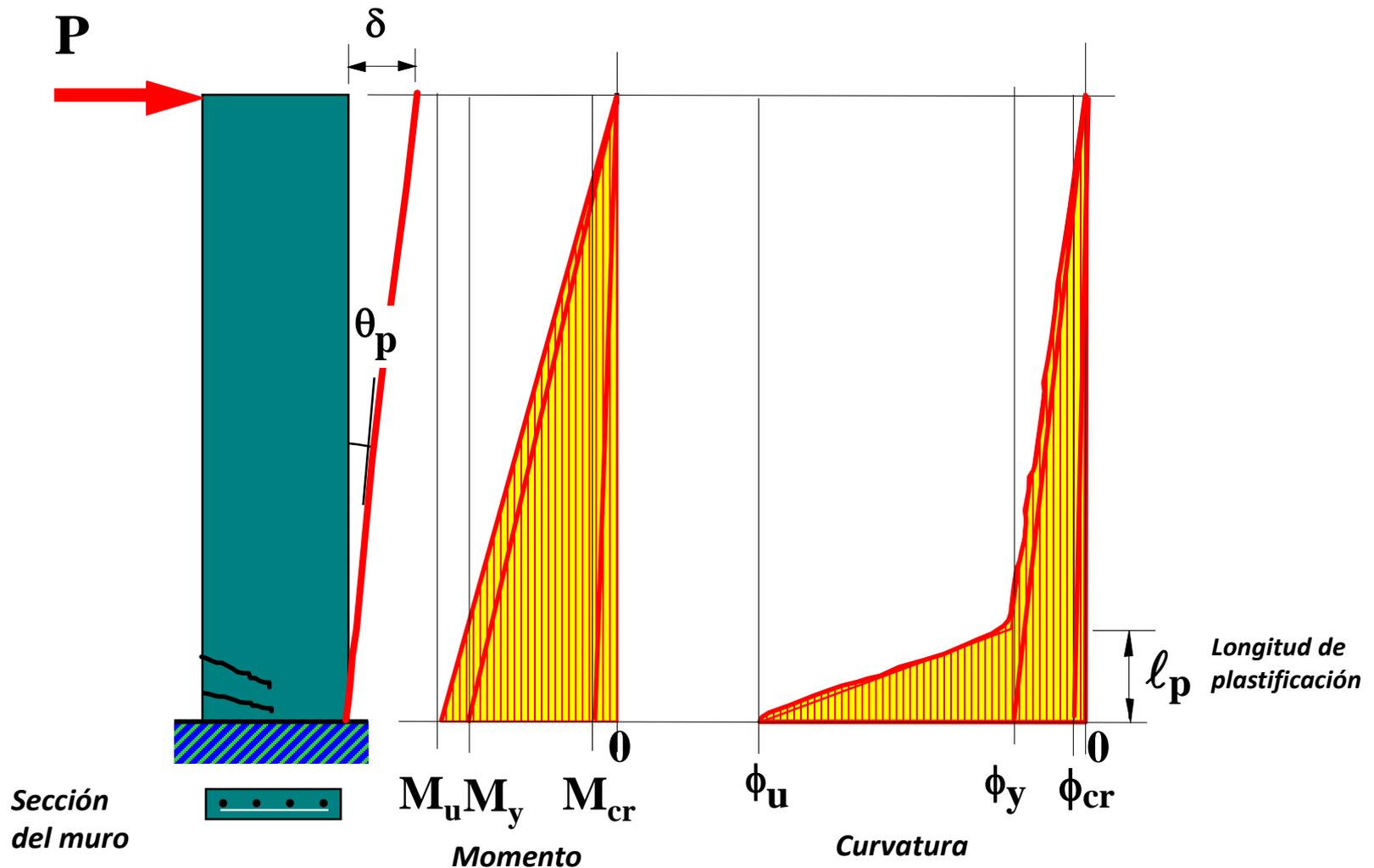
**C.21.4.4.3** — Para muros con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) la sección C.21.9.6.4(c) debe substituirse por:  
(c) El refuerzo transversal de los elementos especiales de borde debe cumplir con los requisitos especificados en C.21.3.5.6 (a), (b), (c) y (d), C.21.3.5.7 y C.21.3.5.8 excepto que no se necesita cumplir con la ecuación (C.21-2) y el límite de espaciamiento del refuerzo transversal de C.21.3.5.6(c) debe ser de al menos un medio de la dimensión menor del elemento de borde pero no hay necesidad de tomarla menor de 150 mm.

**C.21.4.4.4** — La sección C.21.9.9 no hay necesidad de cumplirla.

**(pag. 124 del Diario Oficial No. 47663 del 26 de marzo de 2010)**

**Nota importante** – Ninguna de las secciones referidas en C.21.4.4.3 requiere cumplir la dimensión mínima de columnas (dada en C.21.3.5.1), solamente su refuerzo transversal

# Comentarios sobre la respuesta Inelástica de un muro de concreto en voladizo aplicable al Reglamento NSR-10



# Comentarios sobre la respuesta Inelástica de un muro de concreto en voladizo aplicable al Reglamento NSR-10

Usando los teoremas de área-momento, es posible demostrar que la deflexión causada por la curvatura hasta la fluencia (zona verde en la figura) corresponde a:

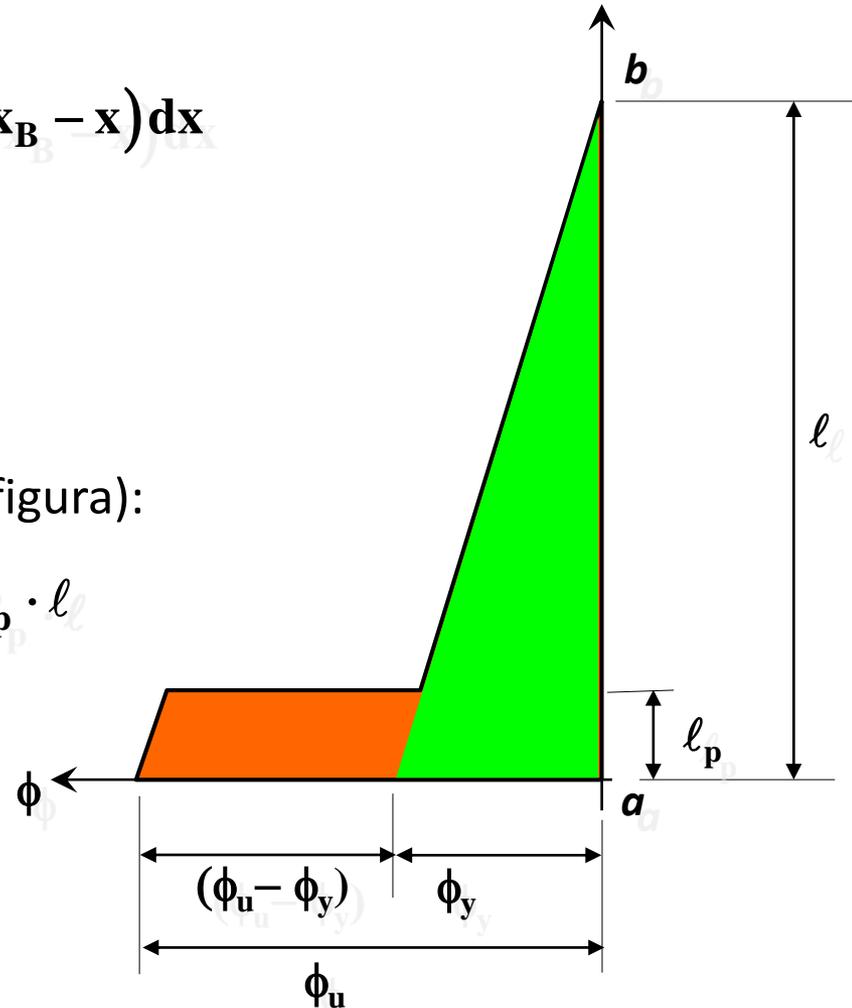
$$\begin{aligned}\delta_{b\text{-elastica}} &= \delta_A + \theta_A (x_B - x_A) + \int_A^B \frac{M(x)}{EI} (x_B - x) dx \\ &= 0 + 0 + \frac{\phi_y \cdot \ell}{2} \cdot \frac{2 \cdot \ell}{3} = \frac{\phi_y \cdot \ell^2}{3}\end{aligned}$$

y la deflexión adicional causada por la rotación inelástica es (zona naranja en la figura):

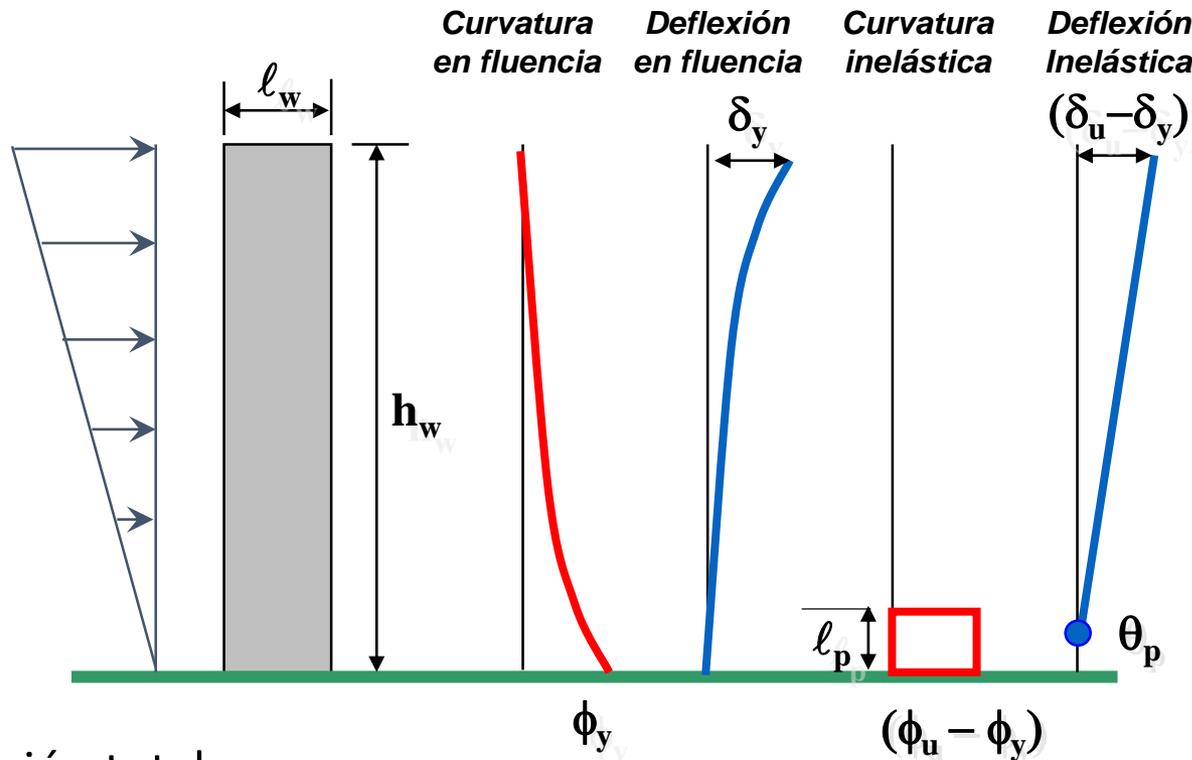
$$\delta_{b\text{-inelastica}} = \theta_A (x_B - x_A) = (\phi_u - \phi_y) \cdot \ell_p \cdot \ell$$

La deflexión total es, entonces:

$$\delta_{b\text{-total}} = \frac{\phi_y \cdot \ell^2}{3} + (\phi_u - \phi_y) \cdot \ell_p \cdot \ell$$



# Comentarios sobre la respuesta Inelástica de un muro de concreto en voladizo aplicable al Reglamento NSR-10



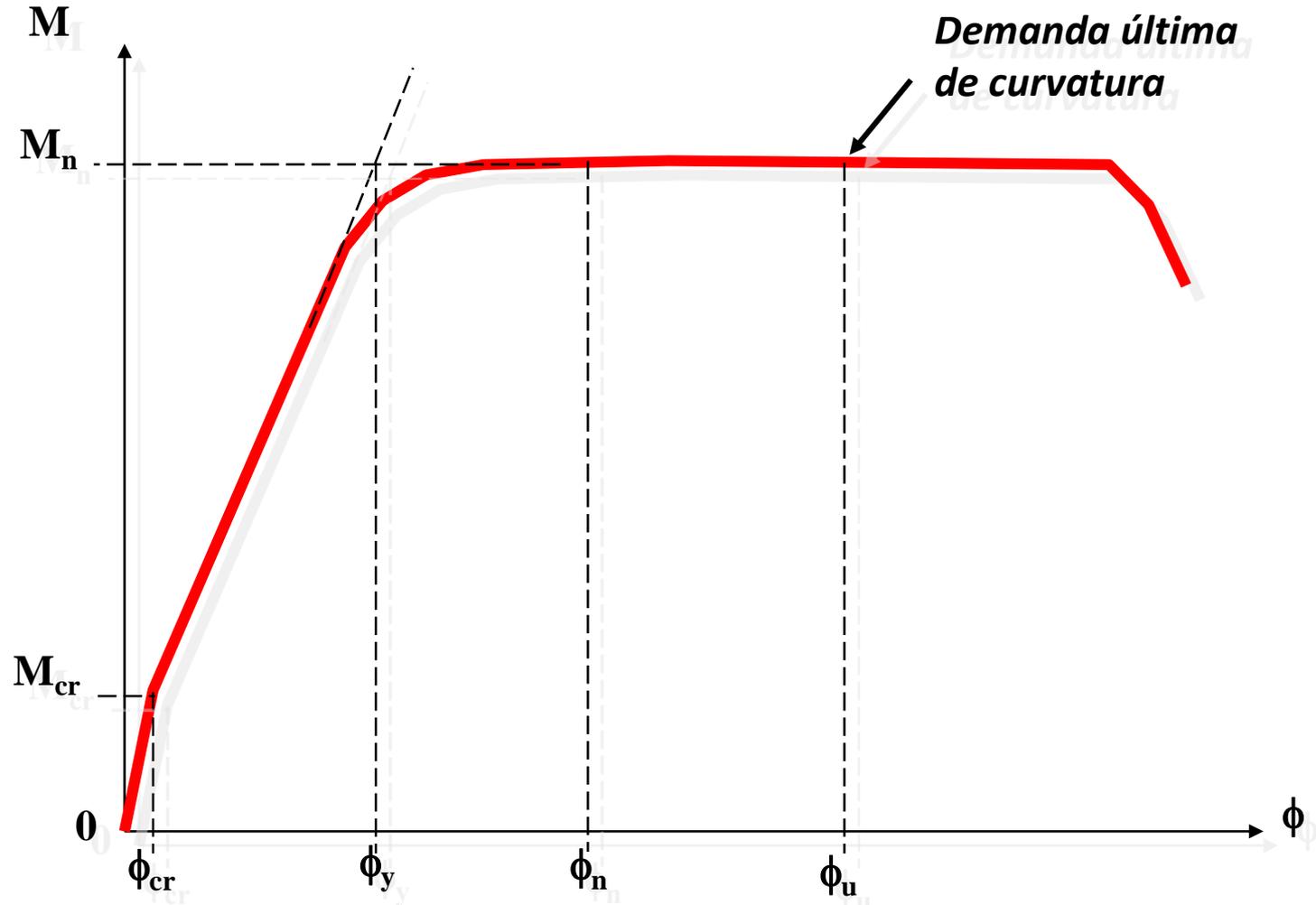
La deflexión total es:

$$\delta_u = \delta_y + (\phi_u - \phi_y) \cdot l_p \cdot h_w$$

La demanda de curvatura última se obtiene despejando: 
$$\phi_u = \frac{(\delta_u - \delta_y)}{l_p \cdot h_w} + \phi_y$$

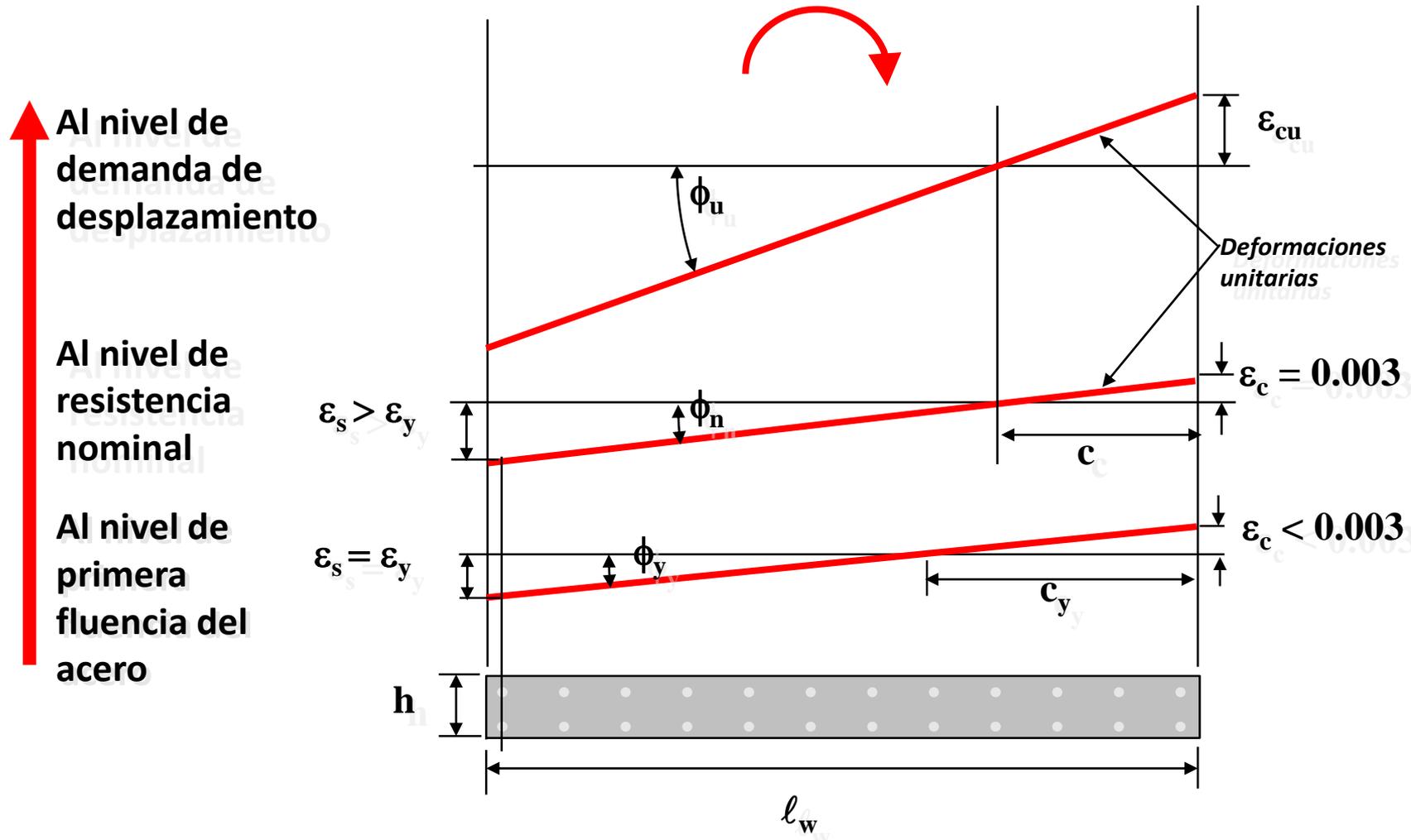
# Comentarios sobre la respuesta Inelástica de un muro de concreto en voladizo aplicable al Reglamento NSR-10

Diagrama Momento-curvatura del muro



# Comentarios sobre la respuesta Inelástica de un muro de concreto en voladizo aplicable al Reglamento NSR-10

¿Qué pasa en la sección del muro?



# Deducción de la ecuación (C.21-11) de NSR-10

La rotación en la articulación plástica al ocurrir la demanda de desplazamiento del muro ( $\delta_u$ ) es:

$$\theta_p = \frac{\delta_u}{h_w}$$

Tomando una longitud de plastificación igual a la mitad de la longitud del muro:

$$l_p = \frac{l_w}{2}$$

La curvatura en la base del muro cuando se presenta la demanda de desplazamiento es:

$$\phi_u = \frac{\theta_p}{l_p} = \frac{\theta_p}{\frac{l_w}{2}} = \frac{2}{l_w} \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)$$

## Deducción de la ecuación (C.21-11) de NSR-10

La deformación unitaria última en la fibra extrema de compresión se obtiene de:

$$\epsilon_{cu} = \phi_u c$$

Por lo tanto la deformación unitaria última para la demanda de desplazamiento es:

$$c = \frac{\epsilon_{cu}}{\frac{2}{l_w} \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)} \quad \text{y} \quad \epsilon_{cu} = \frac{2}{l_w} \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right) c$$

El valor de  $c$  para un  $\epsilon_{cu} = \mathbf{0.003}$  es:

$$c = \frac{\mathbf{0.003}}{\frac{2}{l_w} \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)} = \frac{l_w}{\mathbf{666} \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)}$$

## Deducción de la ecuación (C.21-11) de NSR-10

Si se aplica un parámetro de **600** en vez de **666** en la ecuación anterior y se despeja  $\epsilon_{cu}$  se obtiene  $\epsilon_{cu} = \mathbf{0.0033}$ , nos conduce a la siguiente ecuación:

$$c = \frac{l_w}{600 \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)}$$

Si la deformación unitaria máxima en la fibra extrema de compresión excede  $\epsilon_{cu} = \mathbf{0.0033}$  entonces el valor de **c** obtenido en la ecuación anterior se excedería. De allí la forma como lo presenta el NSR-10:

$$c \geq \frac{l_w}{600 \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)}$$

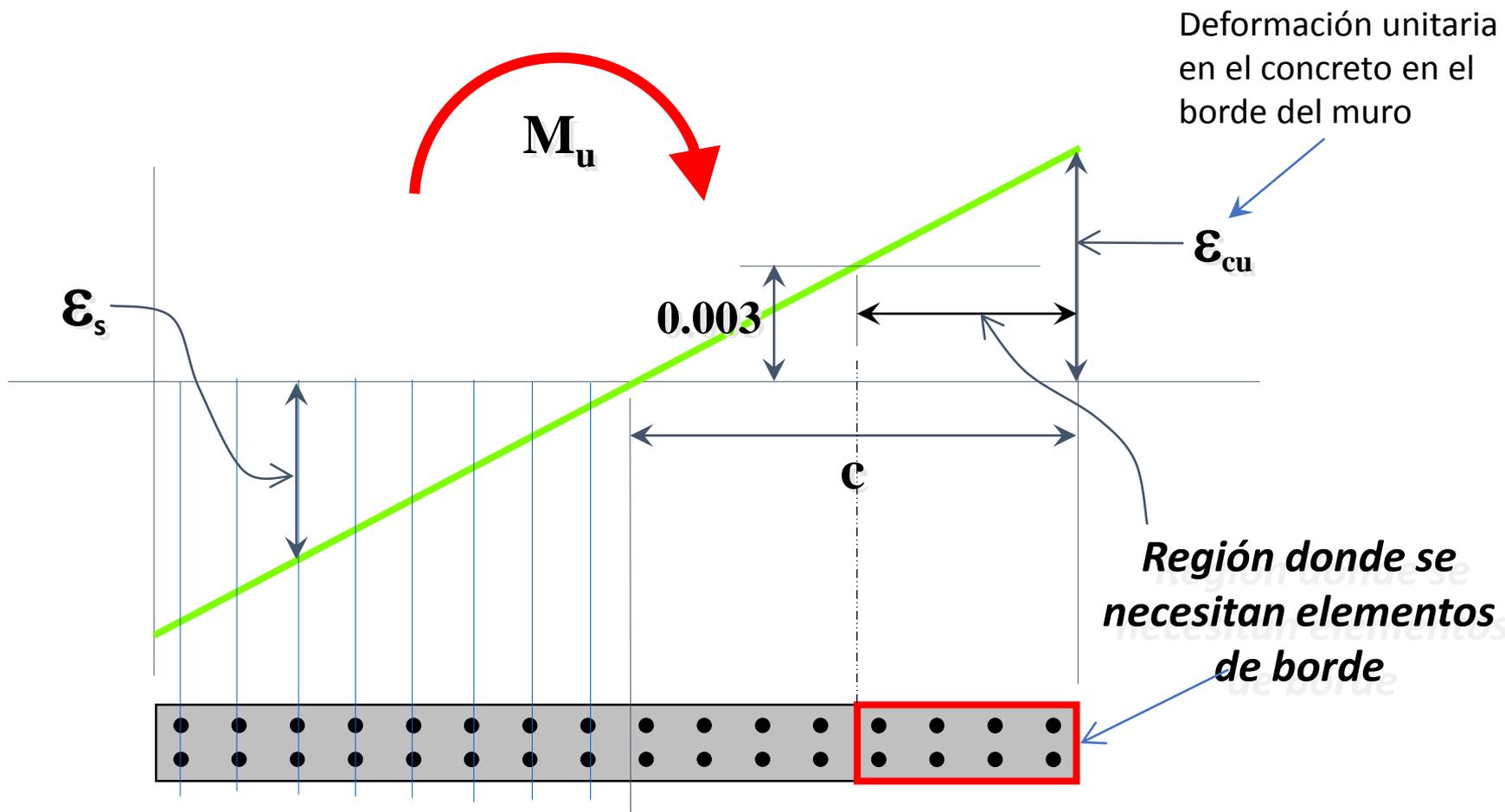
Si **c** es mayor que el valor dado hay obligación de colocar elementos de borde en toda la altura donde la deformación unitaria exceda 0.0033, y un poco más de altura en el muro

# Elementos de borde en NSR-10

Si la ecuación (C.21-11) indica que el valor de  $C$  se excede, esto debe interpretarse como indicativo de que se presentarán deformaciones unitarias superiores a  $\epsilon_{cu} = 0.0033$  y que hay necesidad de confinar el concreto allí para que no estalle debido a la compresión en el concreto del borde del muro.

El Reglamento NSR-10 indica que debe colocarse el mismo confinamiento que en una columna en los bordes del elemento en toda la altura (no en los extremos del tramo de muro cerca de las losas solamente como se exige para columnas).

# Elementos de borde en NSR-10



### C.21.9.6.3 – Elementos de borde empleando deformaciones unitarias

- Los elementos de borde deben existir desde la sección crítica hacia arriba por una distancia no menor que la mayor de  $\ell_w$  o  $M_u/(4V_u)$ .
- Este procedimiento intrínsecamente está solicitando elementos de borde cuando las deformaciones unitarias de compresión en la fibra de máxima compresión del muro exceden 0.003
- La evaluación se realiza para el muro actuando bajo los desplazamientos inelásticos del sismo de diseño.
- El valor de  $\delta_u$  corresponde al desplazamiento inelástico de la parte superior del muro en la cubierta de la edificación.

### C.21.9.6.3 – Elementos de borde empleando esfuerzos

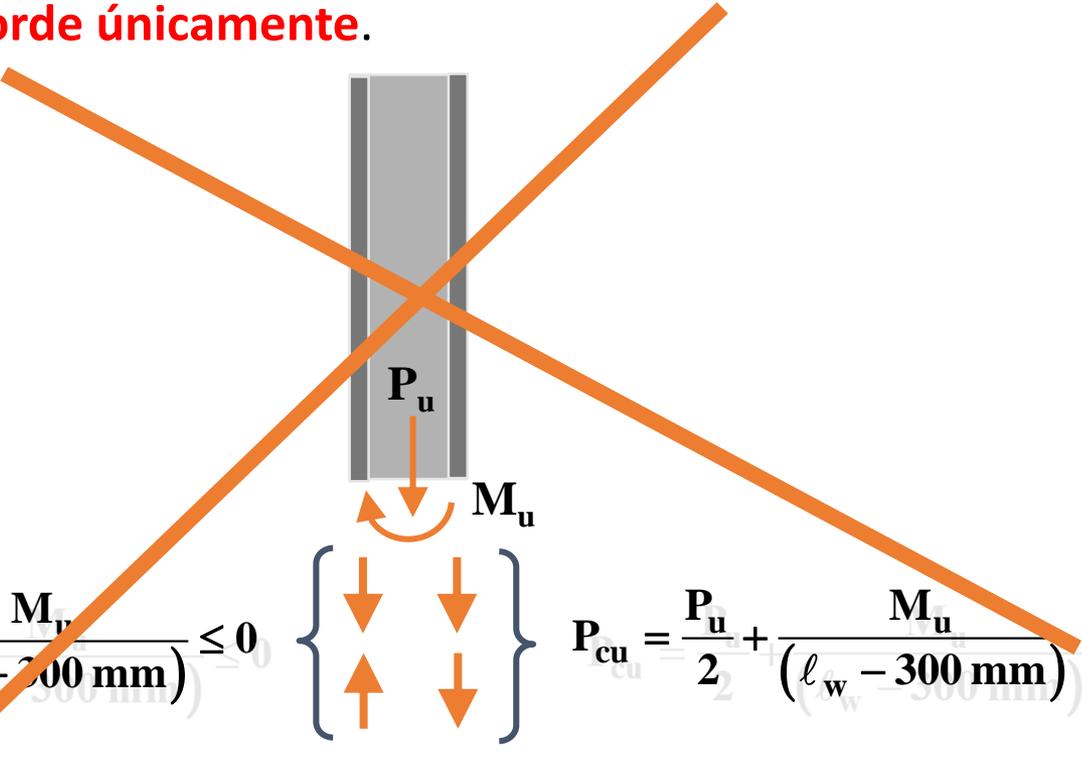
Deben colocarse elementos de borde en los bordes y alrededor de las aberturas de los muros estructurales cuando el máximo esfuerzo en la fibra extrema, producido por las fuerzas sísmicas mayoradas que incluyan efectos sísmicos, exceda  $0.2 f'_c$  a menos que todo el muro esté confinado con el refuerzo transversal exigido a las columnas.

$$f_{cu} = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u \cdot \ell_w}{I_w \cdot 2} > 0.2 \cdot f'_c$$

Los elementos de borde pueden discontinuarse en la altura cuando el esfuerzo de compresión calculado en la fibra extrema sea menor que  $0.15 f'_c$

## C.21.9.6.3 – Elementos de borde por esfuerzos

- Uno de los cambios importantes del NSR-10, es que **se suprimió el procedimiento anterior de la norma de 1984 y en NSR-98 de tener que resistir todas las fuerzas sísmicas de flexo-compresión con los elementos de borde únicamente.**



The diagram shows a vertical column under axial load  $P_u$  and moment  $M_u$ . A large orange 'X' is drawn over the diagram, indicating that the previous design procedure is obsolete. Below the column, the following equations are shown:

$$P_{tu} = \frac{P_u}{A_g} - \frac{M_u}{(\ell_w - 300 \text{ mm})} \leq 0$$

$$P_{cu} = \frac{P_u}{2} + \frac{M_u}{(\ell_w - 300 \text{ mm})}$$

The equations are flanked by a set of four arrows: two pointing down and two pointing up, enclosed in a blue bracket.

# Procedimiento para obtener la profundidad del eje neutro $c$ del muro según NSR-10

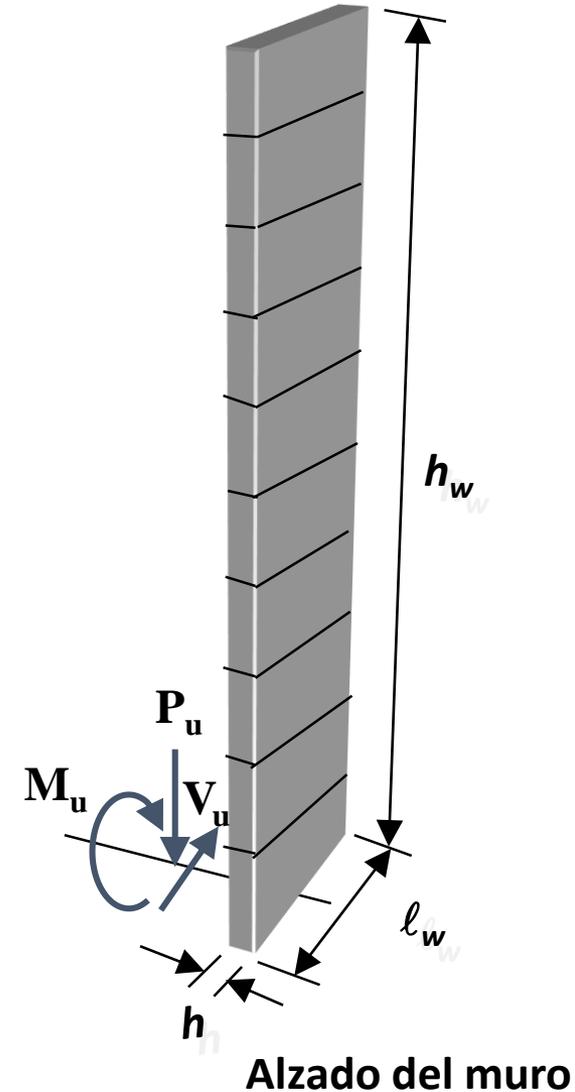
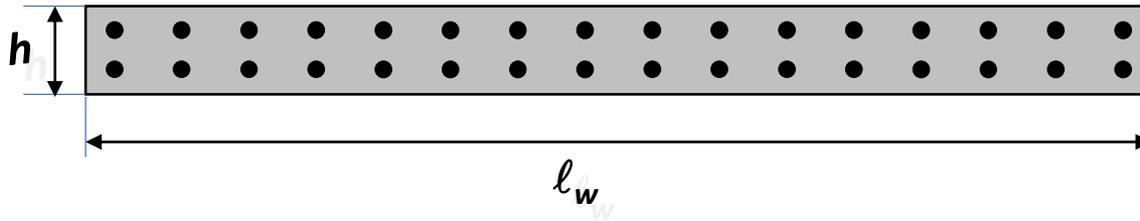
Siguiendo el procedimiento de diseño de la estructura como se presenta en la Tabla A.1.3-1 de la sección A.1.3.4 de NSR-10, se llega hasta el Paso 11 de combinación de las diferentes solicitaciones y al Paso 12 de diseño de los elementos estructurales. Ya en ese momento el diseñador dispone de las resistencias requeridas para la sección del muro, expresadas como carga axial,  $P_u$ , momento flector,  $M_u$ , y fuerza cortante,  $V_u$ , para cada combinación de mayoración de carga requerida por el Título B de NSR-10 para las cargas dadas en el Título A (sísmicas) y las prescritas en el Título B de NSR-10 (muertas, vivas, viento, etc.).

El diseñador estructural define las armaduras horizontales y verticales del muro teniendo en cuenta que no sean menores que los mínimos permitido para las circunstancias del caso, verifica que se dispone de una resistencia a cortante  $\phi V_n$  mayor, o al menos igual a la resistencia requerida a cortante,  $V_u$ , y procede a calcular el diagrama de interacción de resistencia nominal a flexo-compresión consistente en parejas carga axial nominal y momento flector nominal ( $P_n$  vs.  $M_n$ ) y aplicando los factores de reducción de resistencia,  $\phi$ , apropiados las parejas de resistencia de diseño ( $\phi P_n$  vs.  $\phi M_n$ ).

En la página siguiente se presenta esquemáticamente la sección de un muro y su alzado, y después el correspondiente diagrama de interacción.

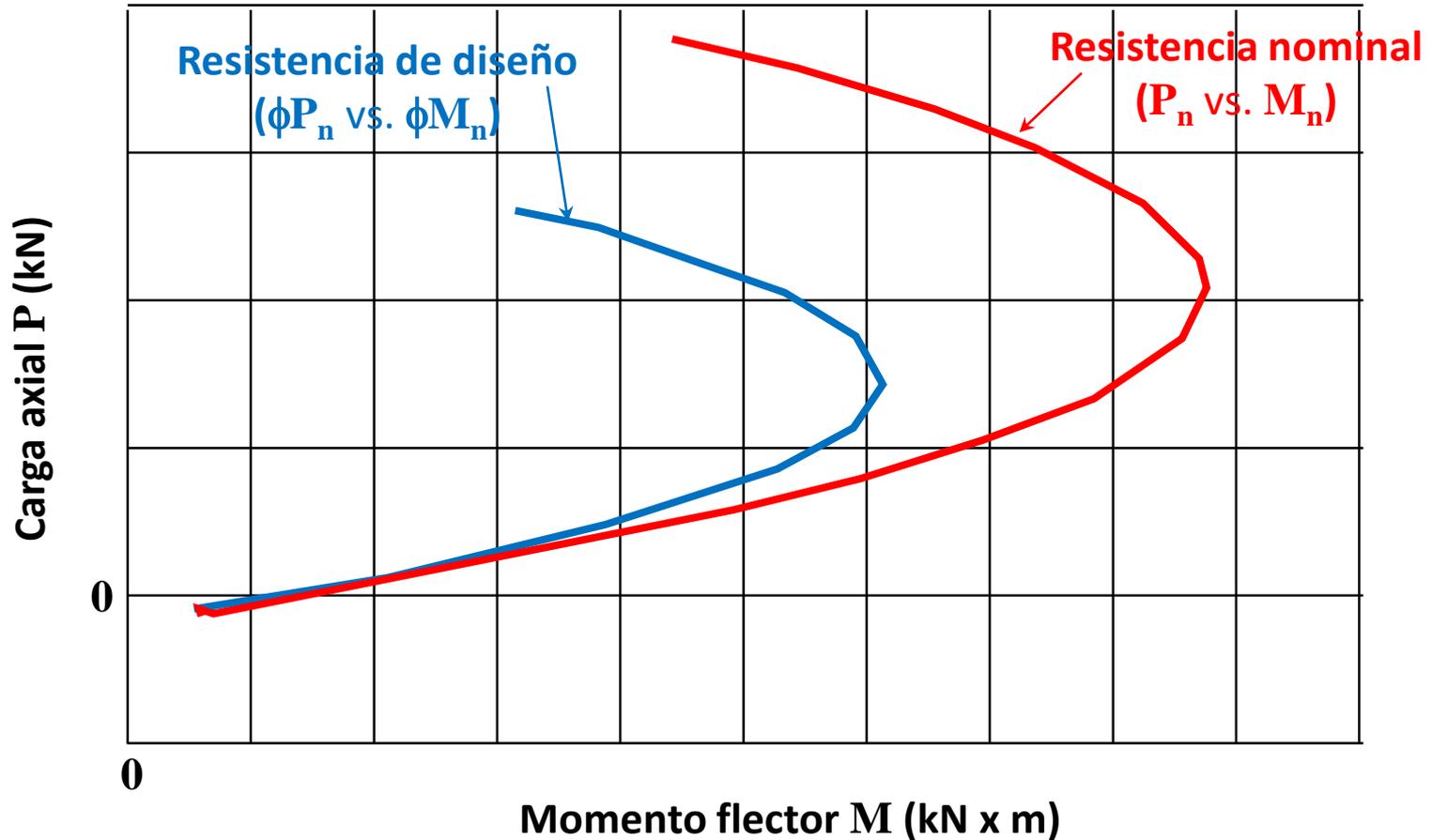
# Procedimiento para obtener la profundidad del eje neutro $c$ del muro según NSR-10 (... continuación)

Sección horizontal del muro



# Procedimiento para obtener la profundidad del eje neutro $c$ del muro según NSR-10 (... continuación)

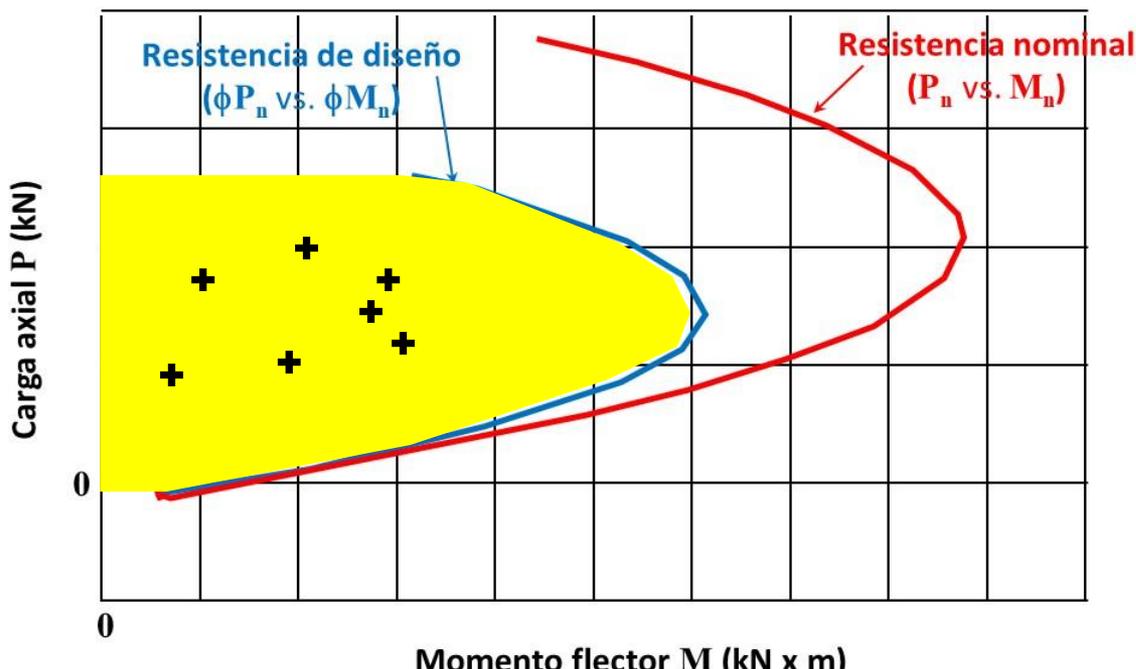
Diagrama de interacción



# Procedimiento para obtener la profundidad del eje neutro $c$ del muro según NSR-10 (... continuación)

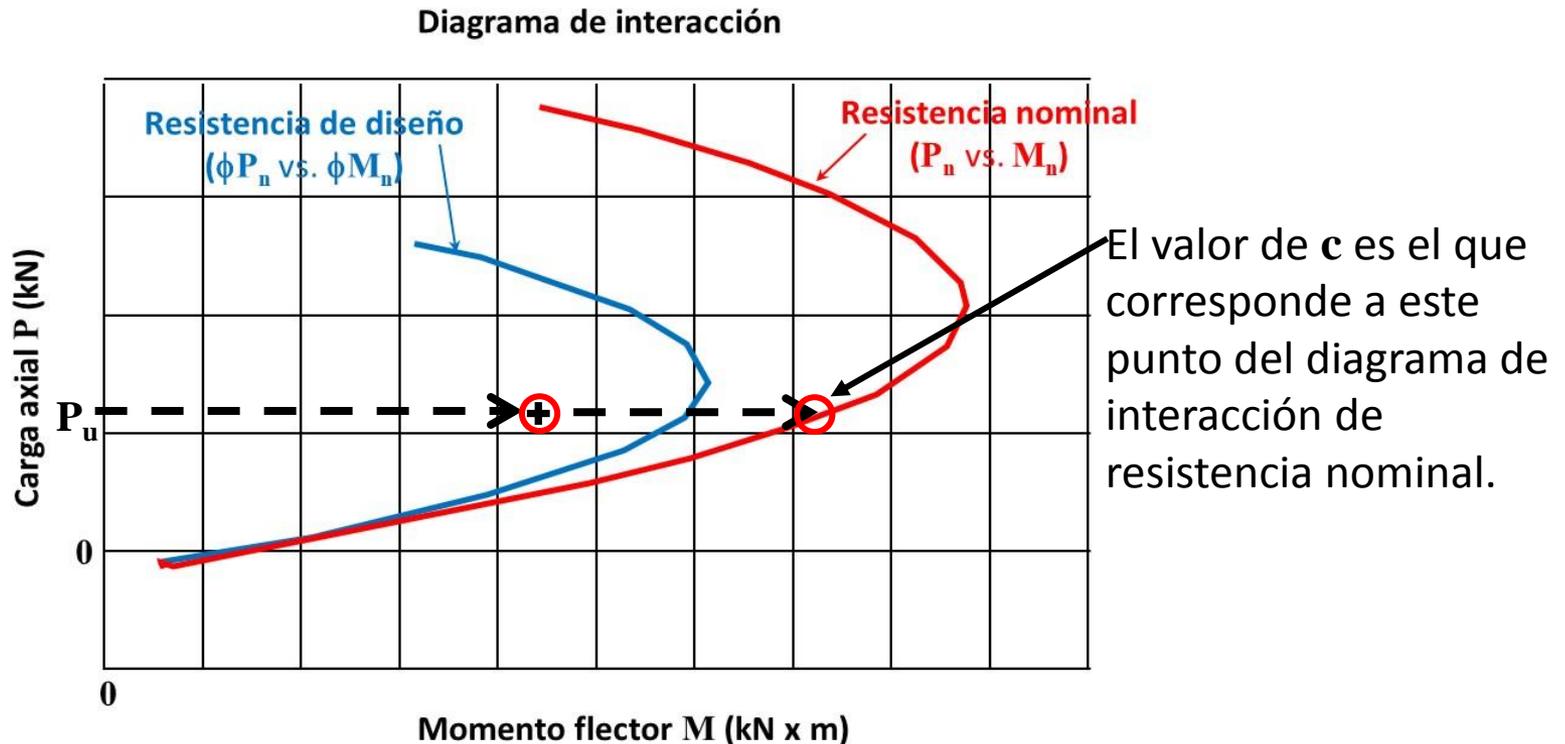
El diseño a flexo-compresión de la sección del muro cumple la resistencia requerida si todas las parejas de carga axial requerida y su momento requerido acompañante ( $P_u$  vs.  $M_u$ ) provenientes de la misma ecuación de mayoración de carga (de las requeridas en el Título B de NSR-10) se encuentran localizadas dentro de la zona del diagrama de interacción sombreada en color amarillo correspondiente a las resistencias de diseño ( $\phi P_n$  vs.  $\phi M_n$ ), indicando que el muro cumple en resistencia.

Diagrama de interacción



# Procedimiento para obtener la profundidad del eje neutro $c$ del muro según NSR-10 (... continuación)

Luego, tomando solo las combinaciones de carga que incluyen efectos sísmicos,  $E$ , para la carga axial  $P_u$  requerida en cada una de esas combinaciones de mayoración, se determina la profundidad del eje neutro,  $c$ , en el diagrama de interacción de resistencia nominal (color rojo en la figura). Luego se escoge el mayor valor de  $c$  de los obtenidos y ese es el valor que se utiliza en la ecuación (C.21-11) para determinar si se requieren elementos de borde.

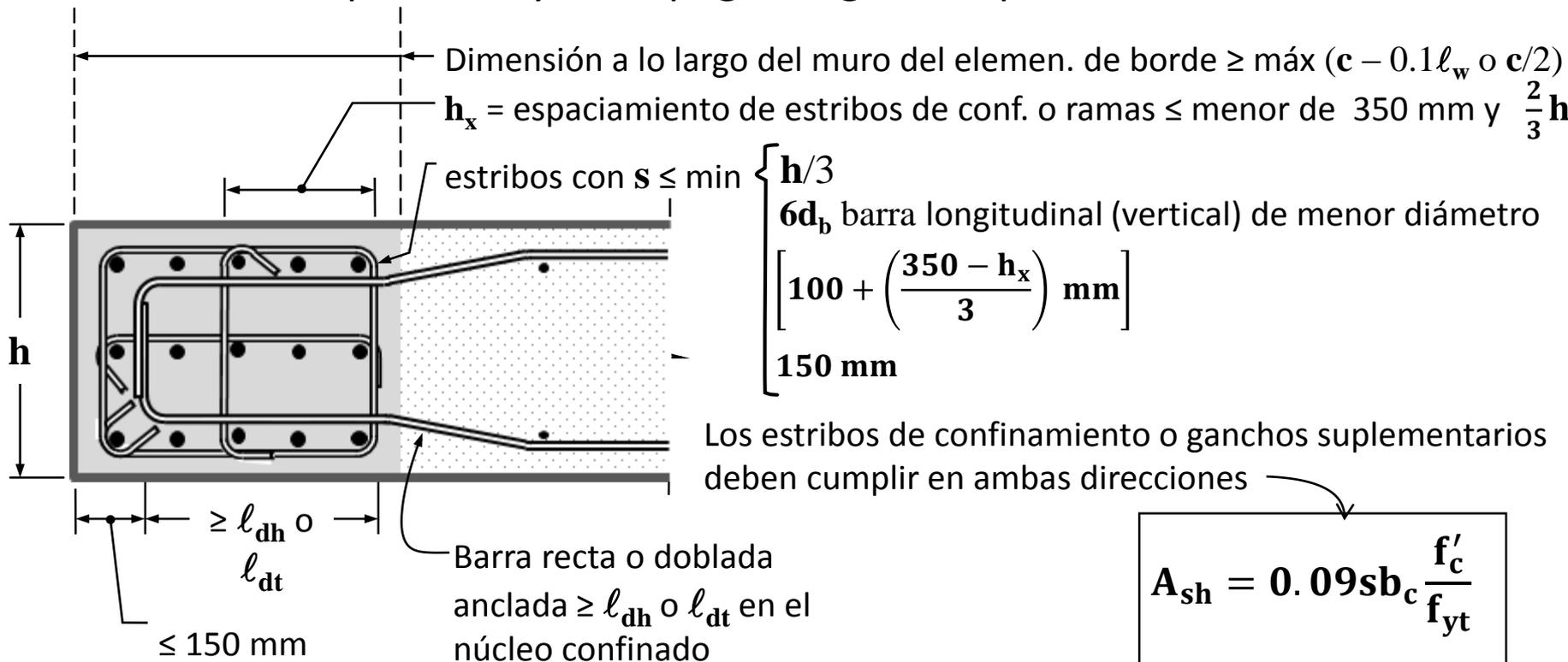


# Procedimiento para obtener la profundidad del eje neutro $c$ del muro según NSR-10 (... continuación)

El mayor valor de  $c$ , obtenido como se indica en la figura anterior, se utiliza para determinar si  $c$  es mayor que el lado derecho de la ecuación (C.21-11), y si esto ocurre hay necesidad de colocar los elementos de borde como se indica a continuación para DES y en la página siguiente para DMO.

$$c \geq \frac{\ell_w}{600 \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)}$$

$$\delta_u / h_w \geq 0.007$$



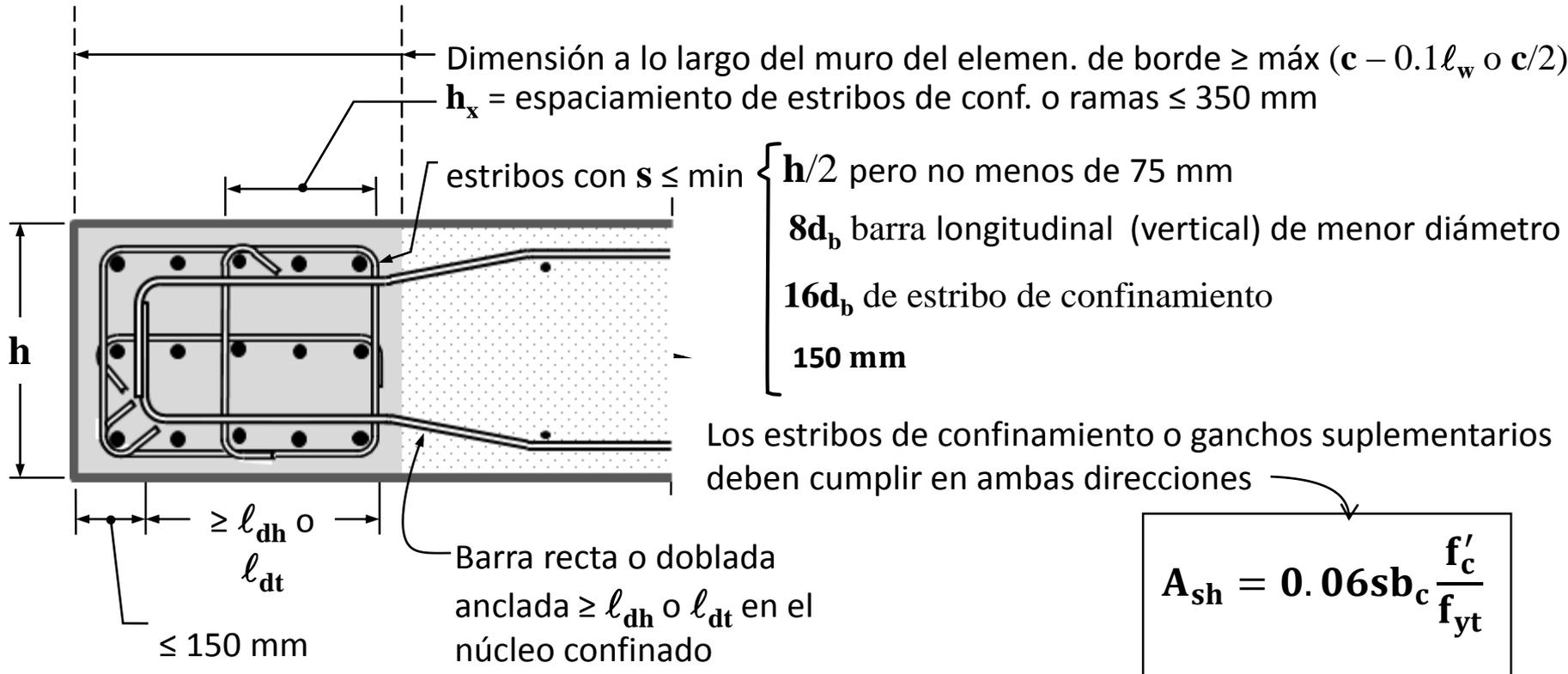
$$A_{sh} = 0.09sb_c \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

# Procedimiento para obtener la profundidad del eje neutro $c$ del muro según NSR-10 (... continuación)

Para DMO el mayor valor de  $c$ , obtenido como se indica en la página 63 anterior, se utiliza para determinar si  $c$  es mayor que el lado derecho de la ecuación (C.21-11), y si esto ocurre hay necesidad de colocar los elementos de borde como se indica a continuación para DMO.

$$c \geq \frac{l_w}{600 \left( \frac{\delta_u}{h_w} \right)}$$

$$\delta_u / h_w \geq 0.0035$$



$$A_{sh} = 0.06sb_c \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

# Procedimiento de dimensionamiento de muros estructurales de concreto estructural según NSR-10 y de sus elementos de borde, si se requieren.

Para efectos del dimensionamiento de los muros estructurales, como está prescrito para todos los elementos que hacen parte de la estructura de la edificación, **la premisa fundamental** del Reglamento NSR-10, y así ha sido la misma en todas las versiones anteriores de la normativa sismo resistente colombiana, es que todos los elementos que hacen parte de la estructura de la edificación **resistan las fuerzas y cargas** a que puedan verse sometidos durante su vida útil de forma apropiada y sin poner en peligro la vida de los habitantes de la edificación.

Por otro lado, la normativa **exige unos requisitos dimensionales mínimos** que obedecen a experiencia previa de mal comportamiento de miembros estructurales en el pasado, ya sea en el país o en otros países en el mundo; o porqué se conoce que hay dificultades de índole constructiva cuando se utilizan dimensiones menores, las cuales el diseñador puede no conocer; o porqué pondrían en peligro la vida de los habitantes de la edificación, o la habitabilidad de la edificación. Estos requisitos dimensionales mínimos cumplen la función de llamar la atención al diseñador estructural de que hay situaciones, que no necesariamente son de su conocimiento, que deben ser evitadas a toda costa.

Procedimiento de dimensionamiento de muros estructurales de concreto estructural según NSR-10 y de sus elementos de borde, si se requieren (... continuación).

El solo cumplimiento de las dimensiones mínimas de cualquier elemento estructural no es razón suficiente para demostrar el cumplimiento fundamental del requisito básico de seguridad que exige la normativa sismo resistente.

Su cumplimiento, simplemente indica que esa parte “mínima” se ha cumplido, pero no es suficiente para demostrar que se ha cumplido el requisito fundamental de seguridad para la vida: **¡Las edificaciones debe tener seguridad adecuada para preservar la vida de sus habitantes!**

Para el caso particular que nos atañe, la pregunta fundamental respecto a si ¿El espesor mínimo de un muro estructural es adecuado y cumple la normativa sismo resistente?, debe substituirse por: ¿Se cumple el requisito básico y fundamental de seguridad de resistir las fuerzas que prescribe el Reglamento NSR-10?

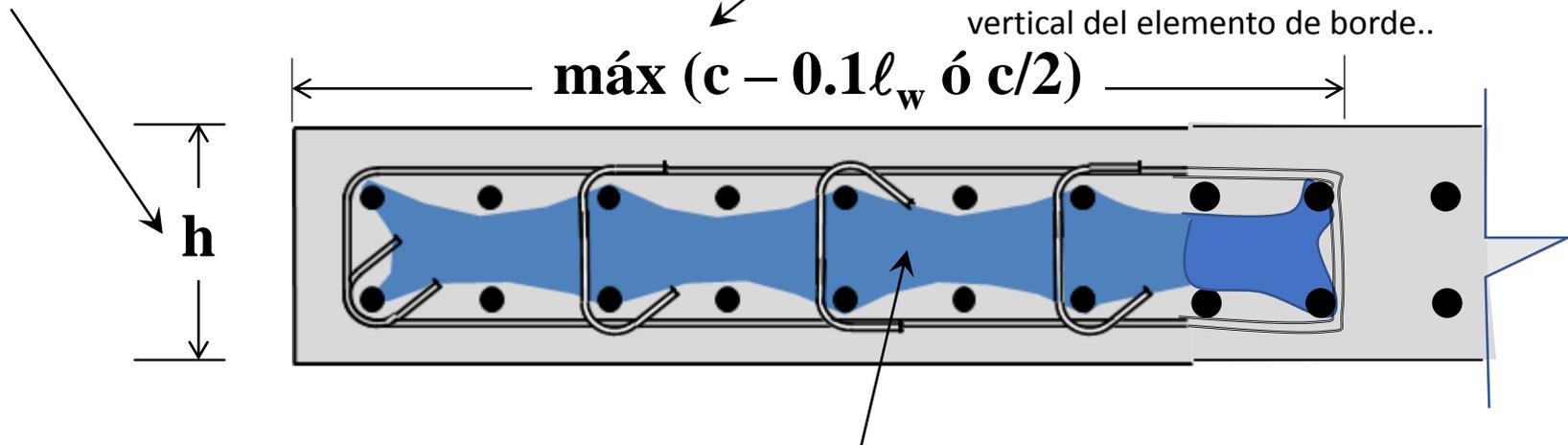
**Cumplir el espesor mínimo prescrito no es garantía** de que se esté cumpliendo el requisito básico fundamental anotado de que se deben resistir de una forma segura las fuerzas requeridas para seguridad a la vida que prescribe el mismo Reglamento NSR-10.

# Procedimiento de dimensionamiento de muros estructurales de concreto estructural según NSR-10 y de sus elementos de borde, si se requieren (... continuación).

Si el procedimiento de determinar la necesidad de elementos de borde en los muros de concreto reforzado, ya sea por el procedimiento de deformación unitaria o el de esfuerzos, le indica que debe disponer y diseñar en los extremos verticales de los muros elementos de borde por razones sísmicas y que debe definir sus dimensiones.

El ancho del muro en el borde debe ser el necesario para resistir las fuerzas requeridas para el muro sin que falle el muro a pandeo según C.10.10 de NSR-10

La dimensión horizontal en el alma del muro del elemento de borde es función de la máxima profundidad del eje neutro,  $c$ , determinada del diagrama de interacción teniendo en cuenta el refuerzo vertical del muro incluyendo el refuerzo vertical del elemento de borde..



La zona azul corresponde a la zona confinada que sobrevive después de que se pierda el recubrimiento debido a que ese concreto se descascara y se pierde, sobreviviendo solo la zona azul..

**FIN**