

Acta reunión del 30 de julio de 2010, 16:00
Sala del Gabinete de la Sra. Ministra de la Vivienda.

Asisten señores Eduardo Contreras, quien la preside, Patricio Bonelli, que actúa como secretario técnico, y los señores Sergio Contreras, Tomás Guendelman, Augusto Holmberg, Alfonso Larraín, Rodrigo Mujica, Fernando Yáñez.

La señora ministra de la vivienda da la bienvenida y agradece la participación de los presentes.

Don Eduardo Contreras explica el motivo de la citación, haciéndose ver la necesidad de emitir un decreto que a través de la Ordenanza General de Construcciones permita corregir a la brevedad las normas NCh430 y NCh433 en lo relativo a evitar el daño ocurrido en edificios en el terremoto del 27 de febrero de 2010. El decreto regirá mientras no se oficialicen las normas mencionadas, en una primera instancia se puede dar un plazo de un año.

Se estima que se debe incluir solo aquello que tenga que ver dirección directa con el daño observado. Se comenta que ello ocurrió principalmente en suelos clasificado como clase III en Zona 3.

Se comenta que la acción más importante es evitar la desintegración de bordes de muros requiriéndose para ello disponer de armaduras transversales.

Don Sergio Contreras comenta que en una semana estará disponible la nueva clasificación de suelos y que sería conveniente invitar a un mecánico de suelos a la próxima sesión.

Después de una larga discusión se aprueba modificar solamente el espectro elástico de diseño de la norma NCh433Of.96 modificada en 2010, y la clasificación de suelos.

Don Tomás Guendelman insiste en la necesidad de aclarar el párrafo 5.5.3.1 sobre métodos de análisis y se ofrece para proponer una redacción. Se le explica que se trata de dar una señal de modificación solo en lo fundamental, y que lo fundamental consiste solamente en evitar las fallas frágiles observadas requiriéndose para ello solamente conseguir cierta ductilidad.

Se intercambian opiniones diversas, Patricio Bonelli hace ver que como don Tomás Guendelman lo ha explicado muchas veces, lo importante es llegar a un acuerdo en la manera de operar independientemente de las convicciones personales que se tengan, porque ellas difícilmente cambiarán.

Se le encarga al secretario técnico que redacte las modificaciones a la Ordenanza. No se modificará la NCh430 pero se agregarán en la Ordenanza General de Construcciones las modificaciones que se estimen necesarias al diseño de muros de hormigón armado, de manera prescriptiva. Se enviarán para que los abogados del Ministerio le den la forma legal.

Existe preocupación por los edificios existentes en zonas con características de suelos y de sismicidad parecidas a las zonas donde ocurrió el mayor daño. Se estima que el mayor riesgo están en los edificios altos en Arica, Iquique y La Serena. Se discuten diversos procedimientos que podrían aplicarse, el más atractivo aparece como solicitar a los ingenieros que tengan edificios construidos en esas zonas, que informen sobre los casos donde podría existir riesgo para definir las medidas a tomar. Se buscará la manera de financiar los proyectos necesarios de refuerzo. En los edificios más antiguos, que no son muchos, el catastro se puede hacer a través de las direcciones de obras respectivas.

La aplicación de las modificaciones debería regir para las obras que soliciten nuevos permisos de construcción.

Los edificios ya construidos en el resto de las ciudades, al sur de la Serena, ya pasaron el terremoto dando señales de buen comportamiento, no requiriéndose, en principio, de refuerzos.

Se fija la próxima sesión para el 5 de agosto de 2010, en el mismo lugar, a las 13:30, esperándose despachar la redacción del decreto en esa ocasión.

4.2.2 Los siguientes tipos de suelos requieren de un estudio especial en el cual se establezca un espectro de diseño local:

- a) suelos potencialmente licuables, entendiendo por ellos las arenas, arenas limosas o limos, saturados, con Índice de Penetración Estándar N menor que 20, (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa);
- b) suelos susceptibles de densificación por vibración;
- c) suelos clasificados como tipo IV o no clasificables en los alcances de la Tabla 4.3.

4.2.4 Cuando la información sobre el suelo de fundación permita clasificarlo dentro de dos o más tipos de suelo de acuerdo con lo establecido en Tabla 4.3, se debe suponer el perfil del suelo que resulte en el caso más desfavorable.

5.5.2.1 Se debe verificar que los diafragmas tienen la rigidez y la resistencia suficiente para lograr la distribución de las fuerzas inerciales entre los planos o subestructuras verticales resistentes. Si existen dudas sobre la rigidez del diafragma, se debe tomar en cuenta su flexibilidad agregando los grados de libertad que sea necesario o introduciendo separaciones estructurales. Del mismo modo, deberá incorporarse la rigidez a flexión y corte de los diafragmas, en el caso de que, a través de ellos, se produzca un acoplamiento que altere los parámetros vibratorios de la estructura y la distribución y magnitud de los esfuerzos sísmicos en los planos o subestructuras verticales resistentes, como es el caso, entre otros, de vanos cortos de puertas o ventanas y de pasillos de circulación.

6.1.1 Cualquiera sea el método de análisis usado, se debe considerar un modelo de la estructura con un mínimo de tres grados de libertad por piso: dos desplazamientos horizontales y la rotación del piso en torno a la vertical. En la elección del número de grados de libertad incluidos en el análisis se debe tener en cuenta lo dispuesto en 5.5.2.1. En el caso de planos o subestructuras verticales resistentes concurrentes a aristas comunes, deberá considerarse el monolitismo estructural mediante la inclusión de grados de libertad que compatibilicen los desplazamientos verticales de las aristas correspondientes.

6.2.3.1 El coeficiente sísmico C , se obtiene de la expresión:

$$C = \frac{2,75 A_o}{gR} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n \quad (3)$$

en que:

n, T' = son parámetros relativos al tipo de suelo de fundación que se determinan de Tabla 6.3 según la clasificación de Tabla 4.3;

- A_o = tiene el significado indicado en 6.2.3.2;
- R = factor de reducción que se establece en 5.7;
- T^* = período del modo con mayor masa traslacional equivalente en la dirección de análisis.

Si el suelo de fundación se ha clasificado como tipo III utilizando solamente lo establecido en Tabla 4.3, se deben usar los valores definidos para Suelo Tipo III-B de Tabla 6.3. Se podrán usar los valores definidos para Suelo Tipo III-A sólo cuando se cuente con la información siguiente:

- a) Estudio de estratigrafía y velocidades de onda de corte por estrato hasta el basamento rocoso ó 30 metros;
- b) Profundidad del basamento rocoso conocida;
- c) Modelo computacional geotécnico o antecedentes experimentales que demuestren un periodo del suelo ante eventos sísmicos severos menor a 1,3 segundos.

6.3.5 Espectro de diseño

6.3.5.1 El espectro de diseño que determina la resistencia sísmica de la estructura está definido por:

$$S_a = \frac{S_{ae}}{\left(\frac{R^*}{I} \right)} \quad (9)$$

en que el valor de I se determina en la forma estipulada en 6.2.3.

6.3.5.2 El espectro de pseudo aceleración elástico S_{ae} se debe construir de acuerdo a la definición genérica presentada en la Figura 6.1 y conjuntamente con los valores indicados en Tabla 6.5.

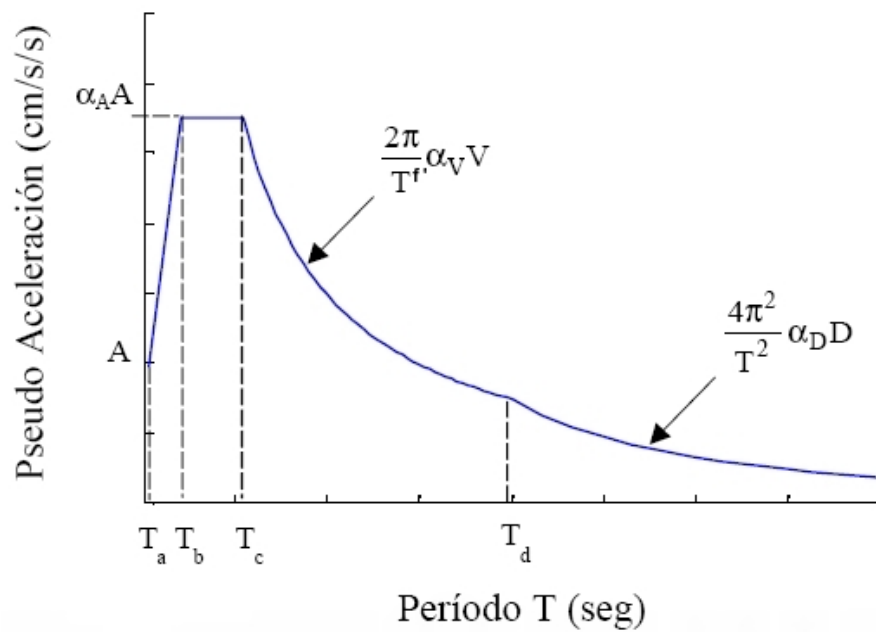


Figura 6.1 – Definición genérica del espectro elástico de pseudo aceleración.

Si el suelo de fundación se ha clasificado como tipo III utilizando solamente lo establecido en Tabla 4.3, se deben usar los valores definidos para Suelo Tipo III-B de Tabla 6.5. Se podrán usar los valores definidos para Suelo Tipo III-A sólo cuando se cuente con la información siguiente:

- a) Estudio de estratigrafía y velocidades de onda de corte por estrato hasta el basamento rocoso ó 30 metros;
- b) Profundidad del basamento rocoso conocida;
- c) Modelo computacional geotécnico o antecedentes experimentales que demuestren un periodo del suelo ante eventos sísmicos severos menor a 1.3 segundos.

Tabla 6.2 - Valor de la aceleración efectiva A_o y del factor Z de zonificación sísmica

Zona sísmica	A_o	Z
1	0,20 g	0,50
2	0,30 g	0,75
3	0,40 g	1,00

Tabla 6.3 - Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo

Tipo de suelo	S	T_o s	T' s	n
I	0,90	0,15	0,20	0,85
II	1,00	0,30	0,35	0,70
III-A	1,20	0,75	0,85	0,80
III-B	1,20	0,75	1,95	2,05

Tabla 6.4 - Valores máximos del coeficiente sísmico C

R	$C_{\text{máx.}}$
2	0,90 SA_o / g
3	0,60 SA_o / g
4	0,55 SA_o / g
5.5	0,40 SA_o / g
6	0,35 SA_o / g
7	0,35 SA_o / g

Tabla 6.5 - Valor de los parámetros que definen el espectro de pseudo aceleración elástico

Tipo de Suelo	T_a s	T_b s	T_c s	T_d s	$\alpha_A A$ cm/s ²	$\alpha_V V$ cm/s ²	$\alpha_D D$ cm/s ²	f'
I	0,0	0,130	0,22	2,53	1087 Z	51,5 Z	25,0 Z	0,8
II	0,0	0,200	0,32	2,02	1099 Z	88,0 Z	37,5 Z	0,6
III-A	0,0	0,375	0,68	1,75	1142 Z	144,0 Z	50,0 Z	0,6
III-B *	0,0	0,375	1,95	1,95	1142 Z	-	110,0 Z	-

* En este caso el espectro definido no presenta rama de velocidad

Nota, el periodo del suelo está entre T_b y T_c .

Queda pendiente reemplazar la tabla de clasificación de suelos.

Requisitos que deben cumplir los muros especiales de hormigón armado en edificios.

1. Alcances

- 1.1 La dimensión transversal de muros especiales debe ser mayor o igual a un dieciseisavo de la longitud sin soporte lateral de un elemento en compresión, $l_w/16$.*
- 1.2 En el diseño a flexión y carga axial de muros se debe considerar la configuración de la sección transversal completa (secciones T, L, C, etc.).*
- 1.3 En la determinación de la resistencia a flexión y carga axial se debe considerar la contribución de todo el refuerzo longitudinal en la sección transversal definida en 1.2.*
- 1.4 Se prohíben muros de hormigón (o de albañilería) reforzada cuyo a flexión y carga axial de cualquier sección en el muro demuestre que la deformación unitaria a tracción en la barra extrema sea igual o menor a 0.0045 cuando la deformación unitaria a compresión del hormigón alcance 0.003.*
- 1.5 El diámetro de las barras longitudinales en muros debe ser menor o igual que un noveno del espesor del muro.*

2. Refuerzo transversal en muros.

- 2.1 Los muros deben detallarse con refuerzo transversal para resistir cortante, para prevenir el pandeo prematuro del refuerzo longitudinal y para confinar el hormigón comprimido. El refuerzo transversal para resistir cortante debe calcularse de acuerdo con 21.7.4. El refuerzo transversal para prevenir el pandeo prematuro del refuerzo longitudinal y para confinar el hormigón debe cumplir con 2.2 a 2.4.*
- 2.2 Todo el refuerzo transversal, incluyendo las amarras, deberá terminar en ganchos a 135 grados o a 180 grados, como se indica en la Figura 2.1.*
- 2.3 El diámetro de la armadura transversal en los elementos de borde, simples o especiales, debe ser de al menos 8 mm para barras longitudinales de diámetro menor que 18mm, debe ser al menos de 10 mm para barras cuyo diámetro sea mayor o igual a 18 mm, y al menos de 12 mm para barras de diámetros mayor que 28 mm.*

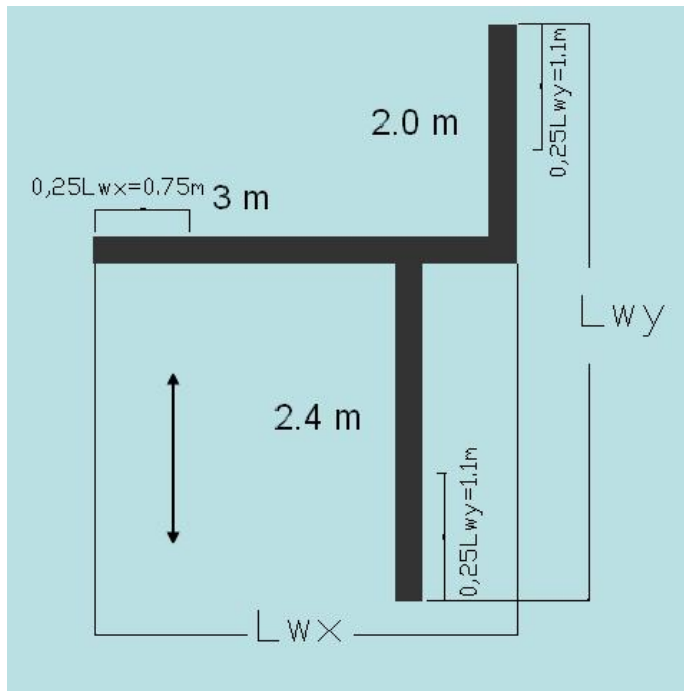


Figura 2.1. Ejemplo de zonas a confinar, para $0.25 l_w$.

3. Armadura longitudinal en muros.

3.1 La armadura longitudinal en los muros consiste en la armadura en el alma, la armadura en los bordes y/o armadura en zonas de cuantía de armadura longitudinal alta, debe cumplir con 3.2 a 3.4.

3.2 No se debe traslapar más de la mitad de la armadura vertical total dentro de un elemento de borde en zona crítica, debiéndose agregar armadura transversal de confinamiento en las zonas de traslapo, según se indica en 3.3. a).

3.3 Las barras verticales que se empalman deben tener una separación mayor que una vez su diámetro.

3.4 El diámetro de la armadura transversal debe ser

(i) mayor o igual a 8 mm para barras cuyo diámetro sea menor o igual a 18 mm,
(ii) mayor o igual a 10 mm para barras cuyo diámetro sea mayor de 18 mm y menor o igual a 28 mm, y

iii) mayor o igual a 12 mm para barras de diámetros mayor a 28 mm.

4.- Elementos especiales de borde

4.1 Para determinar la necesidad de disponer de elementos especiales de borde debe aplicarse el artículo 21.7.6.2 del ACI318-05.

En secciones rectangulares, secciones *L* o secciones *T* en la dirección de análisis paralela al alma no es necesario disponer de elementos especiales de borde si el diseño de la sección queda controlado por la tracción, según se define en 10.3.4.

4.2 Cuando se requieran elementos especiales de borde de acuerdo al artículo 21.7.6.2 del ACI318-05, el refuerzo del elemento especial de borde debe extenderse verticalmente, en ambas direcciones, desde la sección crítica una distancia no menor que el mayor valor entre l_w y $h_w/6$. El elemento especial de borde debe abarcar por lo menos un largo de $0.25 l_w$ y su espesor no debe ser menor que 300 mm.

4.3 En donde no se requieran elementos de especiales de bordes según el artículo 21.7.6.2 ó 21.7.6.3 del ACI318-05, el refuerzo transversal en el elemento de borde deberá cumplir con:

- a) si el muro ha sido diseñado para tener una única sección crítica, en la zona crítica, según se indica en 5, se debe disponer armadura transversal nominal, que como mínimo debe estar constituida por estribos cerrados o amarras, con un espaciamiento máximo igual a seis veces el diámetros de la barra que restringen, dispuestos a lo largo de una longitud no menor a $0.15l_w$. La distancia horizontal entre barras verticales restringidas, h_x , no debe ser mayor que 200 mm.

Fuera de la zona crítica se debe usar armadura transversal nominal de acuerdo según lo especificado en el artículo 21.7.6.5 del ACI 318-05.

- b) si el muro no ha sido diseñado para tener una única sección crítica, se debe disponer armadura transversal nominal en toda la altura del muro, que como mínimo debe estar constituida por estribos cerrados o amarras, con un espaciamiento máximo igual a seis veces el diámetros de la barra que restringen, dispuestos a lo largo de una longitud no menor a $0.15l_w$. La distancia horizontal entre barras verticales restringidas, h_x , no debe ser mayor que 200 mm.

5. Procedimiento para diseñar para que el muro tenga una zona crítica única.

5.1 La resistencia requerida para todas las secciones de un muro que deben permanecer elásticas al fluir la sección crítica correspondiente, no debe ser menor que:

$$S_R = \phi^0 \omega S_E$$

Donde ϕ^0 es el factor de sobre resistencia, calculado como:

$$\phi^0 = \frac{M_{mp,crit}}{M_{E,crit}}$$

$M_{mp,crit}$ es el momento máximo probable en la sección crítica del muro, y

$M_{E,crit}$ es el momento proveniente del análisis en esa sección crítica.

ω es el factor de amplificación dinámica, considera el efecto de modos superiores en la respuesta no lineal.

Para calcular la resistencia a flexión en los pisos superiores, en lugar de utilizar el factor ω , se puede mantener la resistencia a la flexión hasta la mitad de la altura del edificio y disminuirla linealmente en los pisos superiores. Para determinar los puntos de corte de la armadura longitudinal se debe considerar el desplazamiento del diagrama de momentos hacia arriba.

Este requisito se puede satisfacer aumentando las fuerzas provenientes del análisis en un 50%.

Para calcular la resistencia al corte, el factor de amplificación dinámica ω debe tomarse igual a:

$$\omega = 0.9 + n/10 \quad \text{para } n \text{ menor que } 6, \text{ y}$$

$$\omega = 1.3 + n/30 \quad \text{para } n \text{ entre } 6 \text{ y } 15, \text{ no siendo necesario tomar en esta expresión } n \text{ mayor que } 15.$$

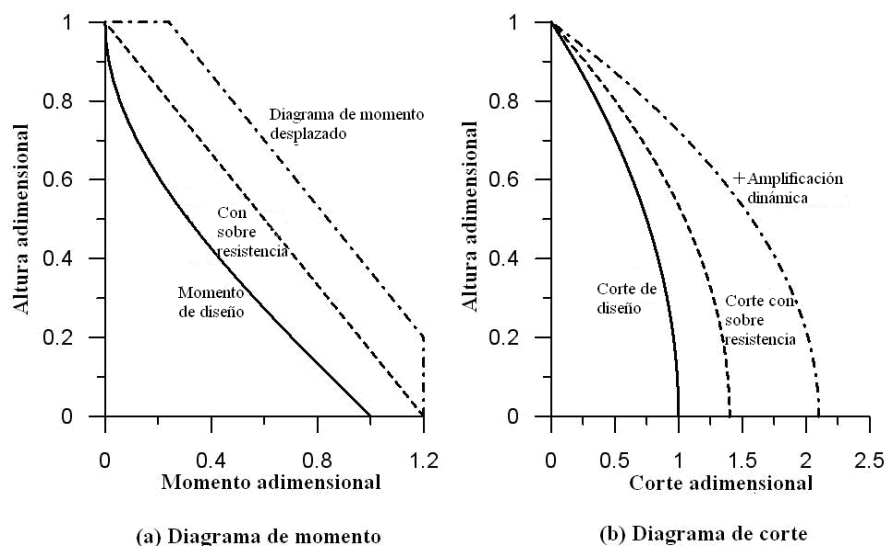


Figura. R21.9.6.6 (nuevo artículo propuesto).- Amplificación dinámica de las Fuerzas de Diseño del Método Estático en el diseño de Muros en Voladizo (Paulay and Priestley, 1992).

6.- Para el diseño al corte en muros, si no se aplica el procedimiento indicado en 4, el corte debido al sismo, proveniente del análisis, debe multiplicarse por dos.

Patricio Bonelli
Secretario Técnico

Santiago de Chile, 2 de agosto de 2010.

Acta reunión del 5 de agosto de 2010, 13:30
Sala de la Dirección de Políticas Habitacionales, tercer piso.

Asisten señores Eduardo Contreras, quien la preside, Patricio Bonelli, que actúa como secretario técnico, y los señores Rubén Boroschek, Tomás Guendelman, Rodrigo Jordán, Augusto Holmberg, Alfonso Larrain, Sergio Contreras, Fernando Yáñez y Emil Namuro, asesor del Ministro de Obras Públicas.

- Propuesta de Modificaciones NCh433Of.96-2010

Se revisa el documento preparado por el secretario técnico y distribuido en la Comisión. Se aclara que para responder a las dudas de don Rodrigo Mujica, se definen los muros especiales y se agrega un artículo que permite el uso de muros ordinarios. Dice así:

1.3 Se permite el uso de “muros estructurales ordinarios de hormigón”, definidos en la sección 21.1 de ACI318-05 en estructuras de cinco pisos o menos cuando hayan sido diseñados considerando un factor R o R_0 igual o menor que 4, de acuerdo a lo establecido en la tabla 5.1 de NCh433Of.2010.

Para muros ordinarios, pensando en edificios bajos, se permiten espesores menores siempre que se resguarde la posibilidad de pandeo, proponiéndose usar como índice la cantidad de refuerzo vertical que resulta.

La dimensión transversal de muros ordinarios puede ser mayor o igual a un vigésimo de la longitud sin soporte lateral de un elemento en compresión, $l_u/20$, siempre que en ninguna parte de la sección del muro la cuantía de refuerzo longitudinal de muro dada por $2A_b/h s$, Figura R21.7.6.5-ACI318-05, no exceda $2.8/f_y$ (para prevenir el pandeo de la zona de rótula plástica).

Don Rodrigo Jordán comenta que eso significa un 6.6 por mil, y que para un muro de 15 cms. de espesor que tuviera barras de 16 mm a 20 cms de separación, la cuantía sería $4/(15 \times 20) = 1.3$ por ciento, y no se podrían usar.

Como la cota impuesta es una cota superior, no se pueden usar muros que tengan cuantías mayores que un 6.6 por mil, eso daría una cantidad máxima de armadura igual a $0.0066 \times 15 \times 20 = 2 \text{ cm}^2$ de armadura, que significa barras de 8 mm a 20 cms de separación, y eso es muy bajo.

La solución es usar mayor separación y buen recubrimiento, se puede hacer porque no se necesitan elementos de borde. Solo en el elemento de borde se limita h_x a 200 mm, sino, se limita a 450 mm, según lo permite el Código.

Se revisan las especificaciones para traslapos y hay acuerdo.

Se explica el criterio aplicado para determinar la necesidad de usar elementos de bordes:

- i) No se permiten secciones controladas por la compresión,

ii) Se permiten secciones en la zona de transición solo si $c < 0.1w$,

A estas secciones se le debe aplicar el ACI318-05, artículo aplicarse §21.7.6.2 del ACI318-05, pero se confina solamente $0.25l_w$ y se exige que el espesor del muro sea mayor que 30 cms para asegurar un confinamiento adecuado del hormigón,

iii) Las secciones que queden controladas por tracción no requieren elementos especiales de borde pero se debe colocar refuerzo transversal para restringir el pandeo del refuerzo vertical.

Don Rubén Boroschek dice que estas disposiciones son menos exigentes que el Código actual y que en una norma de emergencia no se pueden disminuir las exigencias porque sería un contrasentido.

Don Augusto Holmberg le explica que no es así, que las nuevas disposiciones propuestas conducen a diseños más seguros y posibles de realizar, se limita la carga axial y el espesor de muros y se agrega refuerzo transversal para evitar el pandeo de las barras que es lo esencial. No se trata de aumentar o disminuir las exigencias, se trata de hacerlo mejor.

La principal diferencia es que en lugar de usar la línea neutra como criterio de confinamiento no se permiten secciones controladas por la tracción y que en ese caso, en lugar de confinar todo el sector que actualmente exige el ACI318 se propone confinar solamente $0.25l_w$, que considerando que ello ocurriría solamente en secciones en el estado de transición es más que suficiente.

También se comenta que el problema principal observado fue el pandeo de las barras verticales en bordes que no tenían refuerzo transversal y no falta de confinamiento del hormigón para lograr grandes acortamientos.

Se solicita a los ingenieros presentes que tengan oficinas de cálculo que apliquen las proposiciones a algunos casos y distribuyan los resultados.

La alternativa, proveniente de la opinión del Sr. Boroschek, sería no cambiar el ACI en lo relativo a confinamiento. También se comenta que las actuales disposiciones de confinamiento del ACI no se están aplicando tal cual como dice el Código que los resultados son muy difíciles de construir y salen armaduras exageradas, al racionalizar el procedimiento permitiría su aceptación.

El secretario técnico comenta que vio el diseño de un edificio alto para Arica y que el diseño resultante es se ve muy racional y adecuado.

Se acuerda repartir el documento actualizado, el secretario técnico se compromete a ordenarlo e introducir las observaciones recibidas y enviarlo antes de la próxima reunión.

Próxima sesión, viernes 20 de agosto a las 11:10 en el mismo lugar.

Se levanta la sesión a las 15:30

*Patricio Bonelli
Secretario Técnico*

Santiago de Chile, 11 de agosto de 2010.

Acta reunión del 20 de agosto de 2010, 11:00
Sala del Gabinete de la Sra. Ministra, Cuarto Piso.

Asisten señores Eduardo Contreras, quien la preside, Patricio Bonelli, que actúa como secretario técnico, y los señores Marcial Baeza, Leopoldo Breschi, Sergio Contreras, Tomás Guendelman, Rodrigo Jordán, Augusto Holmberg, Alfonso Larraín, Rodrigo Mujica, Rafael Riddell, Manuel Ruz, Carlos Sepúlveda, Fernando Yáñez.

- Aún cuando no estaba en Tabla se dedicó la primera hora inicial a comentar la Propuesta de Modificaciones NCh433Of.96-2010

Don Rafael Riddell hizo ver su punto de vista que se puede resumir como sigue.

- 1) El espectro debe tener base estadística o probabilística: La propuesta mezcla valores medios con valores envolventes lo que no es correcto.
- 2) El espectro debe representar la demanda real, y no pretender involucrar ajustes de diseño.
- 3) Se ha comentado que el nuevo espectro "pretende arreglar los desplazamientos y no las fuerzas de diseño". Raro concepto porque fuerzas y desplazamientos en el espectro son directamente proporcionales entre sí: $S_a = w^2 * U_{max}$ (S_a =pseudo-aceleración, w^2 =frecuencia angular al cuadrado del oscilador, con $w = 2\pi/T$ y T =período propio del sistema, U_{max} =desplazamiento elástico máximo).
- 4) La propuesta contempla grandes amplificaciones de las ordenadas espectrales con respecto a NCh433. Para Suelo Tipo II multiplica por un factor de 2 hasta 3.5 a la actual NCh433: parte por un factor=1 para T aprox 0.7 segundos, subiendo linealmente hasta un factor=2 para T aprox 1 seg, continúa creyendo hasta un factor=3.5 para $T=2$ seg, finalmente se mantiene sobre un factor=3 entre $T=2$ a 3 seg. Para Suelo Tipo III-A comienza a crecer desde $T=1$ alcanzando un factor de aprox 2 para T entre 1.7 y 3 seg. Similarmente para Suelo Tipo III-B alcanzando un factor mayor a CUATRO veces la NCh433 para $T > 2$ seg.
- 5) Debiésemos tener mayor certeza en la clasificación de suelos de los registros sísmicos. Señala el informe de Boroschek-Contreras que la clasificación de suelos es preliminar y sujeta a gran incertidumbre.
- 5) La NCh433 es la norma "madre" y su espectro se utiliza con frecuencia para otras obras como puentes, presas, estanques, chimeneas... (muchas veces, dependiendo de la importancia de la obra, acompañando al espectro con de análisis de la amenaza sísmica en el sitio) de modo que no podemos quitarle su carácter puro de demanda para adaptarlo al diseño de edificios (ya dicho en punto 2).
- 6) ¿Justifica el comportamiento de edificios un cambio espectral tan drástico? ¿Se deben los daños a la demanda o al diseño? ¿Tenemos investigación detallada que permita responder la pregunta anterior? Aunque efectivamente creo que algunos registros muestran amplificaciones mayores a las que conocíamos, tiendo a pensar que el comportamiento de los edificios fue bueno, y posiblemente muchos daños son más bien debidos a estructuraciones irregulares y la no utilización de elementos de borde.
- 7) Los registros sísmicos no están disponibles para realizar un análisis estadístico conforme a la metodología de Newmark-Hall. Sismología de la Universidad de

Chile (Sergio Barrientos) publicó 10 registros (pero entiendo no se conoce la clasificación de suelos de los sitios). Rubén no ha publicado sus registros.

Se le recomienda que se coordine con Rubén Boroschek para analizar sus observaciones y proponer una alternativa si procediera.

Don Leopoldo Breschi hace ver sus temores pensando que las proposiciones propuestas se podrán traducir en un aumento del costo de la construcción.

Don Alfonso Larraín le hace ver que los edificios de hormigón armado estructurado con muros han demostrado un comportamiento muy frágil y que basta un desplazamiento lateral mayor para que los que no fallaron en este terremoto puedan fallar en otro algo mayor.

- Propuesta de Modificaciones NCh433Of.96-2010

Se revisa el documento preparado por el secretario técnico y distribuido en la Comisión.

Don Rodrigo Jordán nuevamente se refiere al límite de §3.1. *” La cuantía de refuerzo longitudinal de muro dada por $\Sigma A_b / h s$, Figura R.3.1, debe ser igual o menor que $2.8/f_y$ en cualquier parte de la sección transversal del muro. En los extremos de muros el refuerzo transversal del alma anclado en las barras extremas se puede considerar como refuerzo transversal suplementario de arriostamiento.”*

Comenta que eso significa un 6.6 por mil, y que para un muro de 15 cms. De espesor que tuviera barras de 16 mm a 20 cms de separación, la cuantía sería $4/(15 \times 20) = 1.3$ por ciento, y no se podrían usar. Como la cota impuesta es una cota superior, no se pueden usar muros que tengan cuantías mayores que un 6.6 por mil, eso daría una cantidad máxima de armadura igual a $0.0066 \times 15 \times 20 = 2$ cm² de armadura, que significa barras de 8 mm a 20 cms de separación, y eso es muy bajo.

La solución es usar mayor separación y buen recubrimiento, se puede hacer porque no se necesitan elementos de borde. Solo en el elemento de borde se limita h_x a 200 mm, sino, se limita a 450 mm, según lo permite el Código.

Se agrega una nota explicativa haciendo ver que la solución es aumentar la separación del refuerzo vertical fuera de los bordes:

R3.1 (c) Nota La separación del refuerzo vertical puede llegar a 450 mm fuera de los elementos de borde, §14.3.5 de ACI318-05.

Hace ver que la longitud de los elementos de borde igual a $0.15 l_w$ y $0.25 l_w$ puede ser insuficiente.

Acogiendo la observación se aumentan a $0.2 l_w$ y $0.3 l_w$. Los valores anteriores se habían calibrado para una profundidad máxima de línea neutra igual a $0.4 l_w$, pero como se cambió a $0.5 l_w$, ello podría producir acortamientos unitarios mayores que un 0.005 en el sector del alma junto al elemento de borde.

Don Augusto Holmberg se resiste a imponer por decreto el diseño por capacidad. Se le explica que no es una imposición, sólo incentivar su uso y permitir en esta etapa usarlo como alternativa. Se omitirá de la proposición.

Se acuerda repartir el documento actualizado, el secretario técnico se compromete a ordenarlo e introducir las observaciones recibidas y enviarlo antes de la próxima reunión.

Próxima sesión, miércoles 25 de agosto a las 16:60.

Se levanta la sesión a las 13:00

*Patricio Bonelli
Secretario Técnico*

Santiago de Chile, 23 de agosto de 2010.

Acta reunión del 25 de agosto de 2010, 11:00
Sala del tercer piso del MINVU.

Asisten señores Eduardo Contreras, quien la preside, Patricio Bonelli, que actúa como secretario técnico, y los señores Leopoldo Breschi, Sergio Contreras, Tomás Guendelman, Rodrigo Jordán, Augusto Holmberg, René Lagos, Alfonso Larráin, Jorge Lindenberg, Rodrigo Mujica, Rafael Riddell, Manuel Saavedra, Gonzalo Santolaya y Fernando Yáñez.

El secretario técnico resume los objetivos de las modificaciones propuestas y da ejemplos de aplicación en un edificio real actualmente en construcción en Viña del Mar, se adjunta presentación. También muestra los espectros no lineales para Concepción centro, muy parecido al registro SCT de México 1985. Con pequeñas incursiones en el rango no lineal los desplazamientos bajan considerablemente no siendo válida la hipótesis de igualdad de desplazamientos. Ello haría que para fines de diseño, para suelos tipo III bastaría con tomar el suelo IIIa.

Don Rafael Riddell explica su proposición, ver documento adjunto. Reitera lo expresado en la sesión anterior cuyo contenido está resumido en el acta correspondiente. Básicamente reitera que el espectro elástico representa la amenaza y que debe ser independiente del uso que se le dé.

Don Leopoldo Breschi insiste en postergar la aplicación del decreto para tener tiempo de estudiar las modificaciones propuestas.

Don Eduardo Contreras explica que el objetivo del decreto es dar tranquilidad aún cuando origine estructuras más rígidas.

Don Gonzalo Santolaya manifiesta que solo un 0.3% de los edificios tuvieron daños, que no hay necesidad de apurar las modificaciones.

Don Eduardo Contreras opina que se ha llegado a extremos en los diseños porque las normas chilenas no están basadas en comportamiento. En Viña del Mar los edificios se portaron bien pero la intensidad podría ser mayor. Al conocerse toda la información esa apreciación de un 0.3% podría llegar a 4%.

Don René Lagos hace ver que el documento entregado por Boroschek fue discutido y negociado en las reuniones del grupo de trabajo de Achisina. En él se incorporó la información del terremoto, que fue más severo que el de 1985. Las observaciones de don Rafael Riddell fueron planteadas y analizadas y se negoció originándose ese documento práctico que incorpora lo nuevo a la práctica anterior. No se puede dejar fuera la nueva información porque es un deber responder a la gente. No es el momento de cuestionarlo, ya habrá tiempo de analizarlo. No se puede dejar fuera el trabajo ya hecho.

Don Manuel Saavedra recuerda que don Pedro Ortigosa mostró las diferencias respecto a los espectros que estábamos usando, la clasificación de suelos estaba errada y se corrigió.

Don Sergio Contreras recuerda que esta comisión obedece a un encargo específico con un plazo que no se puede alargar.

Don Eduardo Contreras advierte que el tema se cierra en esta sesión, que si no hay acuerdo, él tomará la decisión.

Don Rodrigo Mujica dice que está claro lo que es necesario modificar en este decreto de emergencia, la clasificación de suelos y el confinamiento, y eso es muy sencillo.

Don Tomás Guendelman opina que la amplificación a la que alude don Rafael, que parece alarmante, ocurre solo en los periodos altos y ello se corrige al usarse el corte basal mínimo de diseño. Del estudio de 2600 edificios reales se ve que la diferencia no es dramática. Propone cambiar el factor de importancia y mantener la norma actual.

Don Rodrigo Jordán opina que lo propuesto por Boroschek da desplazamientos muy grandes y eso implicará confinar los muros.

Don Augusto Holmberg dice que los espectros son inconsistentes pero que al aplicarse, el corte basal máximo y el mínimo los corrige. Corrigen los desplazamientos para los periodos altos e incorporan nueva información.

Don Fernadno Yáñez dice estar de acuerdo con la proposición de Boroschek salvo en lo relativo a Concepción, que se basa en un solo registro.

Don Alfonso Larraín recuerda que los suelos IV y V requieren de estudios especiales.

Don Tomás Guendelman propone postergar la decisión una semana. Lo ya construido no es posible de arreglar, las modificaciones se incorporarán para los edificios nuevos. Se requiere de una solución a corto plazo que permita tomar decisiones sobre los edificios actualmente en construcción, aparecerían en desventaja respecto a los nuevos porque parecería ser más inseguros.

Don Eduardo contreras propone tomar la proposición de Boroscheck y da un plazo de dos semanas para un última proposición.

Don Tomás Guendelman dice que hay tres opciones, lo de Boroschek, que ya está, la proposición de don Rafael Riddell y la tercera es dejar todo como está pero cambiando el factor de importancia.

Don Rodrigo Jordn explica su proposición de modificaciones a la NCh430 ya distribuida.

Se levanta la sesión a las 18:00

Próxima sesión, miércoles 1 de septiembre a las 16:00.

*Patricio Bonelli
Secretario Técnico*

Santiago de Chile, 25 de agosto de 2010.