

LOS USUARIOS Y EL NUEVO CIRSOC 201

Ingeniero Civil Victorio Hernández Balat

Quasdam Ingeniería – Departamento de Construcciones de la Facultad de Ingeniería
de la Universidad Nacional de la Plata

Ingeniero Civil Juan Francisco Bissio

Quasdam Ingeniería – Departamento de Construcciones de la Facultad de Ingeniería
de la Universidad Nacional de la Plata

Resumen: El nuevo CIRSOC 201 ha significado un importante avance en cuanto al enfoque para el análisis y dimensionamiento de estructuras de hormigón armado y pretensado. Sin embargo, el nuevo reglamento presenta dos inconvenientes desde el punto de vista de su facilidad de abordaje y utilización. Por una parte, este documento está basado en el ACI-318 reglamento que es el producto de evoluciones sucesivas por lo que su ordenamiento interno no siempre resulta suficientemente amigable. Por otra parte, el tratamiento del hormigón armado y del pretensado sin ser estrictamente simultáneo ocupa los mismos capítulos. La transición hacia el nuevo reglamento puede resultar algo engorrosa para usuarios interesados solamente en el hormigón armado. Asimismo, para la enseñanza en facultades de Arquitectura y en escuelas técnicas los inconvenientes antes citados tienen relevancia y dificultan el cambio. Para subsanar estas situaciones y para crear una herramienta que, manteniendo los criterios generales del nuevo CIRSOC 201, permita un acceso más fácil y ordenado a su enfoque del hormigón estructural, el CIRSOC ha encarado la redacción de un reglamento simplificado o limitado. En este artículo se listan enfoques y propuestas para la redacción de este documento muchos de las cuales ya han sido tratados en el Comité Ejecutivo del CIRSOC.

Abstract: New CIRSOC 201 involves a step forward in terms of structural concrete analysis. Nevertheless, the new document has two shortcomings in terms of easy to use. The new code is based on ACI-318 code. Product of successive evolutions the internal structure of ACI's code is not friendly for non customary readers. Although not simultaneously, Reinforced and Prestressed Concrete are treated in a non totally separate way. Transition between present and new code could be troublesome for users interested in reinforced concrete only. Both shortcomings could be also a barrier for educational purposes at Architecture faculties and technical high schools. Keeping intact basic assumptions of new CIRSOC 201 the CIRSOC is facing the development of a more friendly reinforced concrete only oriented new document. This paper deals with proposals for the new CIRSOC's document. Many of them have been already discussed in the Executive Committee.

INTRODUCCIÓN

Un primer paso que debió dar en su momento el CIRSOC cuando emprendió la redacción de una nueva versión del Reglamento 201 (Estructuras de Hormigón) fue tomar partido entre alguna de las corrientes europeas (fundamentalmente entre los Eurocódigos, la EHE y el Model Code FIB) y la norteamericana dada por el reglamento ACI 318. En mayor o menor medida todos implicaban diferencias importantes respecto al reglamento del año 1982. Luego de un período bastante prolongado de análisis y consultas este primer paso culminó con la elección de la corriente ACI.

Un segundo paso, casi tan importante como el primero, consistió en optar entre una adaptación del ACI 318 o una traducción del mismo tan literal como fuera posible. Para facilitar la utilización de la bibliografía y el software existente y para agilizar futuras actualizaciones se eligió el camino de la traducción literal.

Dado que el ACI no es un reglamento en el sentido en que lo concebimos en Argentina (emitido por un ente estatal) sino un documento de referencia generado por un instituto no gubernamental cuyas modificaciones periódicas son votadas por sus socios, todos sus cambios se han venido realizando en forma paulatina tratando de alterar lo menos posible la numeración de los artículos y su estructura. Esto ha facilitado las cosas para quienes han estudiado y crecido profesionalmente junto con el ACI 318 pero ha hecho que el formato actual del reglamento no sea todo lo “ordenado” que podría pretenderse para usuarios que toman contacto por primera vez con el mismo. Asimismo el hormigón armado y el pretensado son tratados consecutivamente en los diferentes capítulos y no en capítulos diferenciados lo que complica la lectura, búsqueda y referencia para aquellas personas interesadas solamente en el hormigón armado.

Durante el período de discusión del nuevo 201, el CIRSOC recibió inquietudes de profesionales y educadores indicando que encontraban al nuevo texto poco “didáctico” a la hora de utilizarlo como reglamento de referencia en la enseñanza, particularmente a nivel de enseñanza técnica y de facultades de arquitectura donde la temática se concentra sobre el hormigón armado. Aunque en menor medida, algunos profesionales habituados al reglamento anterior han argumentado que la estructura general no es “amigable” al momento de iniciar un proceso de actualización.

Por lo antedicho el CIRSOC ha creído conveniente encarar el desarrollo de un nuevo documento “simplificado” o “de alcance limitado” que sirva al mismo tiempo como escalón intermedio para el abordaje del nuevo 201 y como herramienta de apoyo para la enseñanza. En principio el reglamento mantendría la filosofía, notación y buena parte de las expresiones del 201 pero limitaría, como se verá más adelante en este artículo, la resistencia de los hormigones y otros factores que permiten una gran simplificación y condensación. Asimismo se reubicarán contenidos de modo de facilitar la lectura y posterior referencia.

En el presente artículo se desarrollan algunas de las ideas que se están empleando en la redacción de esta versión simplificada o de alcance limitado. Se hará referencia exclusivamente a los aspectos “estructurales” aclarando, sin embargo, que un grupo de especialistas está encarando una tarea similar en lo que hace a los aspectos “tecnológicos” del nuevo texto.

PRINCIPALES PUNTOS

1.- Mantenimiento de la notación general y ecuaciones del CIRSOC 201

En el nuevo documento se está manteniendo en todo lo posible la notación del 201. En aquellos casos en que ha resultado necesario se han agregado algunos símbolos pero no se han modificado los presentes en el 201.

En algunas situaciones el 201 presenta la posibilidad de elegir entre expresiones simplificadas y otras más elaboradas. En esos casos se ha optado por mantener las expresiones simplificadas eliminando a las de uso más laborioso. La idea es que un eventual pasaje del nuevo documento al 201 sea lo más sencillo posible haciendo que el reglamento simplificado actúe como un paso intermedio para que un usuario pueda acceder al reglamento base más fácilmente.

2.- Eliminación de algunos capítulos y especificaciones. Ordenamiento

Se eliminan algunos capítulos correspondientes a estructuras poco usuales y/o particularmente complejas y todo lo referente a pretensado. A título de ejemplos se citan: cáscaras, plegadas, pretensado, anclajes especiales, verificación de estructuras existentes, premoldeados, etc.

Se está analizando actualmente el enfoque a dar al tema de elementos compuestos (entrepisos compuesto por viguetas premoldeadas, elementos inertes y capa de compresión, losetas pretensadas, etc.), para decidir si el mismo se incorpora a este documento o bien si formará parte de un documento independiente que sirva de apoyo general para el proyecto de este tipo de elementos.

En general se ha tendido a que cada capítulo sea autosuficiente concentrando cuantías y armaduras mínimas y criterios de armado.

3.- Entrepisos sin vigas

En nuestro país un usuario medio de un reglamento de uso limitado o simplificado y buena parte de los constructores no acreditan experiencia en este tipo de estructuras por lo que no se ha considerado prudente un tratamiento simplificado de los entrepisos sin vigas. Por estos motivos, los mismos no serán contemplados en este documento.

4.- Resistencia de los Hormigones

Una forma indirecta de limitar la complejidad e importancia de las estructuras que se aborden con este documento es limitar la resistencia del hormigón a 30 MPa.

La limitación anterior se corresponde con la mayor parte de los usos en estructuras comunes e introduce las siguientes simplificaciones “automáticas” dentro del marco del 201:

- a) Valor único de β_1 en flexión ($\beta_1 = 0,85$). El valor anterior, multiplicado por la resistencia especificada para el hormigón “ f'_c ” se utiliza para la determinación

de la resistencia del hormigón a utilizar en los cálculos de resistencias (el concepto es similar el β_R del CIRSOC 201-82)

- b) Cuantía mínima única en flexión
- c) Cuantía mínima única en corte y torsión

5.- Deformación mínima del acero más traccionado

Para asegurar una adecuada ductilidad, en algunos reglamentos se exige que, en flexión simple, la armadura traccionada se encuentre en fluencia.

Un criterio ligeramente diferente se empleó en el CIRSOC 201-82 donde se penalizan las roturas con deformaciones menores a 3 ‰ con coeficientes de seguridad crecientes.

En la nueva versión del CIRSOC 201 también se establecen penalizaciones que comienzan para deformaciones menores que 5 ‰ y se realizan a través de un coeficiente variable de reducción de resistencia denominado " ϕ " que para el caso de flexión simple adquiere valores entre 0.65 y 0.90.

Al analizar el tema se observa que el coeficiente " ϕ " ha sido calibrado de modo de desalentar totalmente el uso en flexión simple de deformaciones menores a 5 ‰ por lo que en este documento se ha decidido fijar este valor como deformación mínima en el acero más traccionado (si se requirieran deformaciones menores para lograr el equilibrio de la sección se deberá recurrir al uso de armadura de compresión, o a aumentar la altura de la sección).

La deformación límite anterior combinada con la limitación de resistencia máxima del hormigón a 30 MPa lleva a un valor único de profundidad máxima del eje neutro: $c_{m\acute{a}x} = 0,375 d$ y a la definición automática de una cuantía máxima.

6.- Eliminación de las columnas zunchadas

El nuevo CIRSOC 201 no permite obtener mediante un zunchado un incremento de resistencia sensible por sobre la de una columna simple con igual sección transversal y armaduras longitudinales por lo que no se prevé que tenga sentido mantener este tipo de columnas en un documento simplificado.

7.- Expresiones explícitas de cálculo

El criterio que se está empleando consiste en incluir expresiones de cálculo explícitas para los cálculos de dimensionamiento y verificación evitando, siempre que resulte posible, recurrir en forma obligada al uso de tablas o ábacos. La idea es que los trabajos rutinarios puedan sistematizarse a través del uso de planillas de cálculo de fácil confección.

Para no complicar la lectura del documento algunas de estas expresiones se han incluido en anexos. En términos generales, siempre que ha sido posible, se ha recurrido a expresiones "exactas" y, en los que no lo ha sido, se ha tratado de que las mismas se mantengan en un rango de precisión de $\pm 5\%$.

8.- Ábacos

El nuevo documento incluirá tablas para el cálculo de armaduras en flexión simple y ábacos para la determinación de armaduras en flexión compuesta recta y oblicua en secciones rectangulares. Para el caso de flexión compuesta recta se incluirán también ábacos para secciones circulares. El número necesario de ábacos se ve

notablemente reducido al adoptar el valor de resistencia máxima del hormigón en 30 MPa.

9.- Eliminación de columnas compuestas

El CIRSOC 201-2005 no analiza estructuras mixtas por lo que las columnas compuestas resulta un tema, que además de no estar modernamente resuelto, queda fuera de contexto en el reglamento antes citado y también en su versión simplificada.

10.- Corte

Además de utilizar solamente las expresiones más sencillas de cálculo (aún teniendo en cuenta la presencia de esfuerzos axiales) se ha eliminado la utilización de elementos lineales (vigas) sin armadura de alma. El hecho de eliminar los elementos pretensados de por sí permite abreviar y reordenar íntegramente el capítulo.

11.- Torsión

Manteniendo el criterio del CIRSOC 201-82 y de los reglamentos europeos actualmente vigentes, en el nuevo documento se permite despreciar la torsión de compatibilidad. Como contrapartida no se admite la utilización de elementos en los cuales la torsión sea necesaria para el equilibrio estático. No se trata de una limitación demasiado excluyente dado que son raros los casos en que se presenta torsión de equilibrio en estructuras de bajo compromiso.

12.- Elementos de gran altura

El CIRSOC 201-2005 es pobre en el tema en el cuerpo central y excesivamente general y poco práctico en el Apéndice A. En el nuevo documento se tratan de manera simplificada los elementos más utilizados en estructuras tales como tabiques para tanques de reserva y cabezales para pilotines. También se simplifican las condiciones de verificación de las compresiones en el hormigón, exclusivamente a través de las zonas de aplicación de las cargas externas, activas y reactivas.

13.- Bases de Fundación

El capítulo de zapatas se concentra sobre las cuestiones relacionadas con la resistencia de los elementos estructurales. La costumbre norteamericana de hacer bases de altura constante (paralelepípedos) hace que en el 201 no se encuentren adecuadamente tratados los temas de resistencia al corte en secciones de ancho y altura variables. Se establece aquí también el ancho sobre el que se aplica la cuantía mínima de flexión. Se dan indicaciones para la verificación al punzonamiento de acuerdo con los criterios simplificados que se encuentran en el 201 referidos a entrepisos sin vigas con columnas con simple y doble excentricidad.

14.- Anclajes y empalmes

El tema se ha reordenado y simplificado pero manteniendo las ecuaciones del 201. Se han eliminado las barras recubiertas con epoxi y los cordones de pretensado. Se han simplificado los requerimientos de doblados y anclajes en flexión. En anexo se han incluido tablas con las longitudes de anclaje en función de d_b , y en metros, para permitir una utilización directa de las mismas.

15.- Sistemas de losas con vigas

Este capítulo se encuentra actualmente en desarrollo. En él se incluye la altura mínima de losas y la altura mínima de vigas para que las mismas puedan ser consideradas como apoyos rígidos de las losas. Se incluirán también algunos criterios para establecer separaciones entre juntas de dilatación. No se ha decidido aún si se incorporarán criterios para la determinación de solicitaciones en losas.

16.- Pandeo

Se dan aquí dos posibilidades, que la estructura cumpla unas ciertas condiciones geométricas (que incluyen tamaños de columnas) y que puedan despreciarse en consecuencia los efectos del pandeo o bien se da un camino para el cálculo de las acciones de segundo orden que, como en casos anteriores, puede resolverse mediante el uso de planillas de cálculo sin necesidad de recurrir a ábacos y/o nomogramas.

CONCLUSIONES

El CIRSOC se encuentra avanzado en la redacción de una versión “simplificada” o “limitada” del reglamento 201 basada fundamentalmente en una limitación en las resistencias de los hormigones y en la eliminación del hormigón pretensado en su alcance. Asimismo se ha procedido a un reordenamiento de contenidos a la eliminación de algunas tipologías de uso poco frecuente y/o de delicado tratamiento como para ser incluidas en un documento simplificado. Asimismo, este nuevo documento respeta los conceptos básicos y la notación del 201 de modo que servirá como paso intermedio para aquellos que encuentren al 201 no suficientemente amigable como para encarar el cambio a un nuevo reglamento.