

Comentarios al Proyecto del Código Colombiano de Estructuras (Parte II)

Por el Dr. Elkin Castrillón O.
Profesor Asociado
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad Nacional de Colombia - Medellín.

1. Introducción

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Icontec, ha publicado la segunda parte del Proyecto del Código Colombiano de Estructuras¹, invitando, entre otros, a este autor para participar en la discusión pública.

Esta segunda parte contiene los capítulos 10 a 18, que según el Director Ejecutivo del Icontec, Javier Henao Londoño, en la introducción, completan la parte fundamental del código, quedando por elaborar únicamente un apéndice.

Aunque no se anota en la introducción, puede asumirse que el proyecto de código está ordenado en 18 capítulos, porque el código norteamericano ACI 318-77², base indiscutible del proyecto, también consta del mismo número de capítulos.

Dada la gran importancia de esta norma, que eventualmente puede adquirir carácter legal en Colombia, es necesario analizarla críticamente, a fin de evitar, al máximo, errores.

El autor de estos comentarios ya había participado en la discusión de la primera parte del código³, pero sin conocer hasta el momento el correspondiente concepto de la Unidad de Estudio o del mismo Icontec.

Por limitaciones de tiempo, se hacen a continuación algunas observaciones al capítulo 10, haciendo resaltar algunas características importantes, que en concepto del autor deben considerarse y si es del caso corregirse. Buena parte de estas observaciones seguramente se justifica también en los capítulos restantes.

Aunque prácticamente sólo se presentan aspectos negativos, son precisamente éstos los que deben corregirse. Mediante estas pocas observaciones se pretende participar en la discusión pública de esta norma, que en este caso particular está orientando el Icontec en forma que debe destacarse.

2. Desconocimiento de observaciones hechas durante la discusión de la primera parte

Llama nuevamente la atención el título del trabajo, ya que se hace referencia a las estructuras en general, donde sólo se tratan las de hormigón armado y hormigón pretensado. Como también hay estructuras de acero, de madera, de tierra, etc., el título de la norma debe limitar claramente su alcance a las estructuras de hormigón anotadas.

Esta observación ya se había hecho en los comentarios a la primera parte del código y, aparentemente, como muchas otras, no fue aceptada.

Por esta razón, y a fin de orientar la participación en la discusión posterior, deben darse a conocer las bases y la forma de trabajo de la Unidad de Estudio y del Icontec.

En los países industriales, por ejemplo, el grupo o comité responsable de la elaboración de una norma discute las diferentes observaciones y, según sea el caso, las acepta o las rechaza. Este procedimiento normalmente queda consignado, al menos en breve forma, en actas que se difunden entre los participantes.

Aunque no corresponde precisamente dentro de este contexto y este autor en sus comentarios a la primera parte del proyecto ha manifestado su conformidad con la inclusión del numeral 8.4, en el que se especifican las cargas para considerar en el diseño, actualmente lo considera inapropiado.

Las cargas, exceptuando naturalmente el peso propio, deben ser las mismas para todas las estructuras de diferentes materiales. Por esta razón no es necesario incluirlas en una norma para estructuras de hormigón, sino más bien elaborar una especificación independiente para las cargas.

3. Aceptación incondicional de las expresiones inglesas originales

Casi incondicionalmente se acepta la redacción original de la norma norteamericana ACI 318-77, sin considerar que en ella pueden utilizarse expresiones inadecuadas.

Por ejemplo, el título en inglés del capítulo 10 es Flexure and axial loads, cuya traducción literal al español es Flexión y cargas axiales. Al considerar el sentido usual de las cargas se observa que este título, tanto en inglés como en español, corresponde solamente a un reducido número de estructuras. El alcance del capítulo queda definido más clara y ampliamente titulándolo Flexión y fuerza axial.

El significado de los títulos debe estudiarse más cuidadosamente. Qué significa, por ejemplo, el título del numeral 10.8.3 "Equivalent circular compression member" o su traducción española "Miembro circular equivalente a compresión". Probablemente se aproxima más al contenido del numeral, el título "Sección circular equivalente en elementos a compresión".

La definición de la cuantía balanceada, como "cuantía del refuerzo que produce condiciones balanceadas de deformación", aunque corresponda literalmente a la definición norteamericana, es, al menos para este autor, inapropiada, ya que es difícil imaginar una cuantía produciendo condiciones de falla. ¿No sería más adecuado, por ejemplo, referirse a la cuantía en las condiciones de falla balanceada?

4. Estricta traducción del inglés al español

La estricta traducción del inglés al español no co-

responde en muchas ocasiones a las formas generalmente utilizadas en el último idioma.

En la norma norteamericana se hace referencia, por ejemplo, a "flexural members", que en el proyecto se traduce como "miembros a flexión". Aunque aceptable, no es usual denominar miembros a elementos o piezas estructurales⁴. En el capítulo 10, exceptuando el numeral 10.0, prácticamente sólo se hace referencia a miembros.

Curiosamente en el numeral 10.0 Nomenclatura, no se utiliza en parte alguna la palabra miembro al hacer las definiciones. Sólo se utiliza la palabra elemento o su plural.

También hay una incorrecta utilización de expresiones, debida probablemente a la rigurosa traducción y a la falta de conocimiento de las expresiones españolas adecuadas. Las palabras inglesas "stress" y "tension", se traducen respectivamente como "esfuerzo" y "tensión", en vez de tensión y tracción. Esta última palabra prácticamente no aparece en todo el capítulo 10. El profesor Eduardo Torroja en su libro de elasticidad⁵ presenta algunas definiciones que eventualmente pueden utilizarse.

A fin de lograr una redacción clara, correcta y ágil en español, sería conveniente contar con la colaboración de un lingüista.

5. Especificaciones diferentes

En el numeral 10.8.4 del proyecto colombiano se especifican dimensiones mínimas de la sección transversal de columnas. La sección de columnas de sección rectangular debe tener una dimensión mínima de 20 cm y un área mínima de 600 cm². Las secciones rectangulares deben tener, según esto, dimensiones mínimas de 20 x 30 cm. Esta especificación no se establece en el código ACI 318-77. Considerando las condiciones colombianas, ¿es necesario establecer este requisito en forma tan general, aun para construcciones de poca importancia?

El numeral 10.11 Evaluación aproximada de los efectos de esbeltez del proyecto colombiano, es bastante diferente en orden y contenido al correspondiente numeral de la norma norteamericana ACI 318-77.

Como se presentan criterios diferentes, es importante dar a conocer la sustentación teórica de todos ellos, o, al menos, las referencias bibliográficas utilizadas. Sin esta información la comprobación de los criterios sólo es posible mediante su aplicación, eventual deducción y revisión de literatura, lo que requiere más tiempo.

Sin embargo, tras una rápida lectura, pueden sacarse las siguientes conclusiones:

- a) Según el numeral 10.11.1.3 "Miembros a compresión considerados arriostrados" no presentan, aparentemente, en ningún caso problemas de inestabilidad.
- b) La esbeltez no es criterio para especificar los métodos de diseño, ya que el numeral 10.11.4, "Consideración de los efectos de esbeltez", del código norteamericano, no aparece en el proyecto colombiano.

En caso de interpretar la primera conclusión en el

sentido correcto del proyecto, se está cometiendo un grave error, ya que el comportamiento de elementos arriostrados depende también de su esbeltez.

Los métodos del código norteamericano y del respectivo comentario para elementos arriostrados, se presentan, sin embargo, en el numeral 10.11.23 del proyecto colombiano, sin especificar claramente que se trata de estos elementos.

En este numeral se especifica, además, la consideración en el análisis estructural de cargas horizontales equivalentes a diferentes acciones.

Debe haber, entonces, una confusión en el proyecto colombiano, ya que sistemas arriostrados deben ser esencialmente insensibles a las cargas horizontales.

Probablemente se confunden los efectos de la Teoría de 2o. Orden con el llamado efecto P- Δ , aplicado en Norteamérica, especialmente para el cálculo, según la Teoría de 2o. Orden, de los desplazamientos laterales en sistemas no arriostrados. Los efectos de 2o. Orden se presentan, sin embargo, en todos los sistemas pero son más desfavorables en los no arriostrados.

Al no considerar, de acuerdo con la segunda conclusión, la esbeltez como criterio para la selección de los métodos de diseño, prácticamente se establece que todos los elementos deben ser diseñados aproximadamente según la Teoría de 2o. Orden, aun aquellos donde prácticamente no se necesita.

En el reglamento norteamericano, además, se limita la aplicación de los métodos aproximados a esbelteces inferiores o iguales a 100. Este mismo límite se establece en el proyecto colombiano para el método modificado del factor de reducción o "Método R Modificado" (Modified R Method). Para el Método de Amplificación de Momentos, en cambio, no se establece límite alguno, admitiendo, entonces, la aplicación del método, aun para casos en los que su validez no se ha comprobado.

La inclusión en el proyecto colombiano del Método R Modificado, menos general y más limitado que el Método de Amplificación de Momentos, debe tener, además de su sencillez, otras justificaciones más acordes con el estado actual de la tecnología, especialmente si se considera que no se incluye desde 1971 en el código norteamericano.

6. Falta de orden y claridad

El numeral 10.11, al cual se hizo referencia antes, está dividido en los numerales:

- 10.11.1 Por efectos de cargas laterales solas.
- 10.11.2 Por efectos de cargas verticales solas, y
- 10.11.3 Por efectos de combinación de cargas laterales con cargas verticales.

En el primero de ellos, sin embargo, al calcular el índice de estabilidad Q, se consideran también cargas verticales.

En el segundo se consideran, en el numeral 10.11.2.1 defectos de construcción, en el numeral 10.11.2.2 asimetrías, asentamientos diferenciales, cambios de temperatura y otras causas. Los efectos correspondientes, obviamente, no se deben únicamente a las cargas verticales, sino también a las causas anotadas.

Debe resaltarse más el factor de amplificación, si es del caso asignarle un numeral, ya que tal como está en el numeral 10.11.1.4 del proyecto, prácticamente pasa inadvertido. Este numeral es además demasiado extenso, ya que ocupa cinco páginas del texto.

Aparentemente hay errores en el cuadro sinóptico de la página 16, ya que los numerales 10.11.1.2 y 10.11.1.3 no corresponden en el texto a los sistemas arriostrados y no arriostrados respectivamente. En el texto los títulos son:

- 10.11.1.2 Procedimiento alternativo para el cálculo.
- 10.11.1.3 Miembros a compresión considerados arriostrados, y
- 10.11.1.4 Miembros a compresión considerados no arriostrados.

7. Falta de simplicidad

En el numeral 10.11 se presentan diferentes criterios y métodos, algunos de ellos no especificados en la norma norteamericana.

Para las condiciones colombianas, seguramente es más conveniente y adecuado para la práctica especificar un solo criterio o un solo método, aunque presenten algunas deficiencias. Ofrecer la posibilidad de alternativas, eventualmente puede conducir a confusión.

El método aceptado actualmente en la práctica norteamericana está indicado en el numeral 10.11 y por tanto debe conservarse, simplificándolo aún más, si es posible.

8. Inconvenientes de orden legal

Conscientes de las deficiencias en criterios y métodos de diseño, los comités responsables de la elaboración de normas o especificaciones, evitan la incorporación en las mismas de criterios y métodos sobre los que el consenso no es general.

En el numeral 10.11 del proyecto colombiano probablemente, especialmente mientras no se demuestre lo contrario, se ha procedido, en forma bastante li-

beral. Es probable que la Unidad de Estudio no considere la publicación, como en los Estados Unidos, de comentarios al código y, por tanto, haya optado por incluirlos parcialmente en la norma colombiana. Si es esta en realidad una tendencia de la Unidad de Estudio, el verdadero sentido de una norma eventualmente quedaría deformado.

Para considerar aspectos legales es conveniente asesorarse de un jurista.

9. Conclusiones

Sin entrar en detalles se han revisado aspectos generales del proyecto colombiano y, más particularmente, conceptos básicos del capítulo 10.

Como se observa, es necesario suministrar más información sobre los criterios y métodos especificados en el numeral 10.11.

En caso de considerar razonables algunas de las observaciones hechas, puede concluirse que su número sería bastante mayor al considerar los capítulos restantes.

El autor recomienda, entonces, proceder a la revisión de los capítulos posteriores utilizando los criterios expuestos.

10. Referencias bibliográficas

- (1) Icontec: Proyecto del Código Colombiano de Estructuras. (Parte II). Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá, 1982.
- (2) ACI 318: Building Code Requirements for Reinforced Concrete. American Concrete Institute, Detroit, Mich., USA, 1977.
- (3) Castrillón, Elkin: Comentarios al Proyecto de Código Colombiano de Estructuras. DYNA. (Revista de la Facultad Nacional de Minas), Medellín No. 100, P. 5-15, Nov., 1981.
- (4) Jiménez, P., García, A. y Moran, F.: Hormigón Armado. Décima Edición. Gustavo Gili, Barcelona, 1979.
- (5) Torroja, Eduardo: Lecciones elementales de Elasticidad con aplicación a la técnica de la construcción. Dossat, Madrid, 1963.