

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA

IV ENCUENTRO DE INGENIEROS DE SUELOS Y ESTRUCTURAS

“Las Fundaciones en los Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ACI 318S-05 y su relación, como referido, con las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98”

Por: Ingeniero Jorge Ignacio Segura Franco
Profesor Escuela Colombiana de Ingeniería y Universidad Nacional de Colombia
Gerente de Jorge Segura Franco y Cía. S. en C. – Ingenieros Civiles

Introducción:

Teniendo en cuenta la importancia de las estructuras de concreto reforzado en nuestro país, es fundamental adoptar un mecanismo para la actualización de la normativa para su diseño y construcción contenida en el TÍTULO C – CONCRETO ESTRUCTURAL - de las “NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE (NSR-98)” a fin de obtener una norma vigente y permanentemente actualizada. La circunstancia anterior ha motivado que se estén realizando en el país diversos estudios que detecten y analicen las diferencias con la Norma “REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-05)” a fin de facilitar el análisis que debe realizar la Ingeniería Colombiana en el caso en que se pretenda usar el ACI 318S-05 como referido al CAPITULO C de las Normas NSR.

Por tratarse de un encuentro entre Ingenieros de Suelos y Estructuras, en el presente artículo se relaciona sólo los aspectos que corresponden a este tema, refiriéndonos en primer lugar al ACI 318S-05, en un segundo lugar a las Normas Colombianas NSR-98 y finalmente se exponen algunas conclusiones al respecto.

ACI – 318S-05:

En el CAPÍTULO 1 – REQUISITOS GENERALES Sección 1.1.5. se expresa que el Reglamento no controla el diseño y construcción de los pilotes de concreto, pilas excavadas y cajones de cimentación que se encuentren en el subsuelo, excepto para estructuras ubicadas en regiones de riesgo sísmico alto o a las que se les ha dado un comportamiento o categoría de diseño sísmico alto. En el CAPÍTULO 21, Sección 21.10.4, se expresan los

requisitos para pilotes de concreto, pilas excavadas y cajones de cimentación en estructuras ubicadas o a las que se les ha dado este comportamiento de Riesgo Sísmico Alto.

En el CAPITULO 15 – ZAPATAS –en la Sección 15.5.3 del Reglamento, se incluye la alternativa de diseño de los cabezales de los pilotes por medio del APÉNDICE A - MODELOS PUNTAL–TENSOR con una exigencia lógica de altura del cabezal (distancia ente el eje del pilote y el eje de la columna mayor a dos veces la distancia entre la parte superior del cabezal y el extremo superior del pilote). En la Sección 15.8.3 se presenta la posibilidad, para estructuras prefabricadas, de diseñar los pernos de anclaje según los requisitos del APÉNDICE D – ANCLAJE AL CONCRETO - .Adicionalmente, en lo referente a los Muros de Contención en Voladizo, solo hace referencia a que su diseño se debe efectuar de acuerdo al CAPITULO 10 – FLEXION Y CARGAS AXIALES.

En el CAPÍTULO 21 – DISPOSICIONES ESPECIALES PARA DISEÑO SISMICO - En la Sección 21.10 – CIMENTACIONES – y específicamente en las Secciones 21.10.2.1, 21.10.2.2 y 21.10.2.3 el ACI 318 se refiere a la extensión del refuerzo de las columnas y muros estructurales que resisten fuerzas inducidas por los efectos sísmicos dentro de zapatas, losas de cimentación o cabezales de pilotes con longitud de desarrollo por tracción, y ganchos de refuerzo a 90° orientados hacia el centro de la columna y requerimientos de extensión del refuerzo transversal dentro de la zapata, losa de cimentación o cabezal de pilotes.

En la Sección 21.10.3 – VIGAS APOYADAS SOBRE EL TERRENO Y LOSAS SOBRE EL TERRENO – y específicamente en las secciones 21.10.3.1, 21.10.3.2 y 21.10.3.3, el ACI 318 se refiere a las características del refuerzo longitudinal de las vigas apoyadas sobre el terreno actuando como acoples horizontales entre zapatas o cabezales, especificaciones de sección y refuerzo transversal y el requerimiento de su diseño como parte del sistema de resistencia sísmica.

En la Sección 21.10.3.4, el Reglamento establece el criterio de diseño de las losas sobre el terreno para resistir fuerzas sísmicas provenientes de los muros o columnas que, a su vez, hacen parte del sistema de resistencia sísmica, los cuales deben diseñarse como diafragmas estructurales integrantes del sistema resistente a fuerzas laterales.

En la Sección 21.10.4 – PILAS Y CAJONES DE CIMENTACION – y específicamente en la Sección 21.10.4.2, el ACI 318 establece criterios para el refuerzo longitudinal de pilotes, pilas y cajones con algunas diferencias con la Norma NSR. Igualmente, la Sección 21.10.4.4 establece las zonas donde se debe proporcionar refuerzo transversal, también con algunas diferencias con la NSR, y la necesidad de la colocación del refuerzo transversal en pilotes prefabricados.

NSR-98:

A diferencia con el ACI 318S-05, en el CAPÍTULO 15 – FUNDACIONES – de la NSR-98 se encuentran la Sección C.15.11 – PILOTES Y CAISSONS –y C.15.12 MUROS Y

ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN, cuyo alcance, de acuerdo a sus títulos y sin analizar su aplicabilidad, es mayor que el previsto en el capítulo análogo del ACI 318.

Por otra parte, además de las diferencias enunciadas en los CAPÍTULOS 15 de ambas Normas, si se combinan con las especificaciones del CAPÍTULO 21, se puede apreciar en mayor o menor cantidad diferencias que pueden involucrar criterios diferentes para los diseños en el caso de Amenaza Sísmica y, por consiguiente, la forma de tratarlos.

Aun cuando, esta presentación sólo se refiere al ACI 318 como referido del Título C de la NSR-98, es importante aclarar que en la Norma NSR-98 existe también el Título H – ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, que contiene Definiciones, Requisitos sobre la Investigación del Subsuelo, Diseño Geotécnico, Suelos licuables y Otros Efectos Sísmicos, Suelos con Características Especiales, Vegetación, etc...

Conclusiones:

1.- En lo referente a las Fundaciones, consideramos que organizado en un solo Capítulo en la Norma NSR, se puede incluir, haciendo las diferencias para las diferentes Amenazas Sísmicas, las diferentes propuestas contenidas en ambas Normas y en diferentes capítulos, tales como el Capítulo 15 y el 21, una vez que hayan sido analizadas por la Ingeniería Colombiana, análisis que además debe incluir actualizaciones o cambios en lo existente de acuerdo a una tecnología de punta con adaptaciones propias o que sean aplicables a nuestro medio.

2.- No sobra aclarar que, por otros aspectos, se puede considerar importante la adopción del ACI 318 como referido, con las modificaciones y salvedades que se adopten de acuerdo a una consulta amplia y suficiente, si se tiene en cuenta que en muchos aspectos representa una actualización importante, la cual estaría disponible cada tres años, con una tecnología de punta. Como ejemplo, en el momento nos podemos referir a los siguientes cambios, que consideramos especialmente relevantes:

- La inclusión en el CAPÍTULO 9 del ACI 318S-05 de factores únicos de carga y de factores de reducción de resistencia cuya ventaja radica en que facilita el diseño para estructuras de concreto que incluyan o no elementos en materiales distintos a este material.
- La utilización por el ACI 318S-05, en todos los casos, de especificaciones para diseño cuando se emplea concreto con agregado liviano.
- El APÉNDICE A del ACI 318S-05 – MODELOS PUNTAL-TENSOR – constituye una alternativa de diseño en muchos elementos estructurales, con modelos matemáticos racionales que conducen a la obtención de cantidades de refuerzo con base en diagramas de flujo para fuerzas y su transferencia acorde con la capacidad del material.

- El APÉNDICE D del ACI 318S-05 - ANCLAJE AL CONCRETO – que puede reemplazar al CAPÍTULO 23 de la NSR-98 y que está concebido con una tecnología de actualidad, con la posibilidad de su actualización permanente.

Adicionalmente existen numerosos factores y ventajas que se pudiera obtener con esta referencia, pero nos abstenemos de mencionarlos en este artículo por considerar que hacen parte de un foro distinto al convocado.

Bogotá D.C., Abril de 2006.