

LOS EDIFICIOS DE MUROS DELGADOS DE CONCRETO Y LAS NUEVAS NORMAS PARA SU DISEÑO

Por: Ing. Antonio Blanco Blasco

Director Gerente de Antonio Blanco Blasco Ingenieros EIRL, ex Decano del Colegio de Ingenieros del Perú e integrante del Consejo Directivo Nacional de SENCICO en representación de las Universidades Peruanas

Antecedentes

DESDE HACE CUATRO años aproximadamente se ha generalizado el uso de edificaciones destinadas a vivienda multifamiliar, teniendo como sistema estructural a los muros de concreto armado de espesores reducidos.

Tradicionalmente los edificios de vivienda económica se hacían con muros de albañilería confinada, pues este sistema está plenamente difundido en nuestro país. También se han hecho varios programas de vivienda económica con muros de albañilería armada, con unidades de albañilería sílico-calcáreos y con bloquetas de concreto vibrado.

En los años 1985 y 1986 se hicieron varios programas de vivienda con muros de concreto armado, pues en esos años se congeló el precio del cemento y resultaron atractivos económicamente. Sin embargo poco a poco se dejó de usar este sistema por las variaciones de los precios relativos entre el cemento y el ladrillo y porque se requería de encofrados metálicos que pocas empresas disponían.

A partir del año 2001, con el impulso dado por el Gobierno para fomentar la construcción de vivienda popular, se comienza a usar nuevamente el sistema de muros portantes, pero en este caso con muros de concreto armado en lugar de muros de albañilería. Las razones que impulsan este cambio se circunscriben a una mejora de la tecnología del concreto que permite hacer vaciados con espesores reducidos, a la posibilidad de alquilar encofrados metálicos o de aluminio, a la toma de conciencia de la importancia de evitar los tiempos muertos en las obras, al mayor uso de concreto premezclado y al hecho que con concreto se pueden hacer muros mas delgados que con unidades de ladrillo, lo que redundará en un mayor espacio útil en las viviendas.

Se generaliza entonces el uso de muros delgados de 10 a 12 cm. de espesor, para edificios de 5 pisos, que son los más requeridos para la vivienda multifamiliar económica. Paralelamente se introduce en el mercado las mallas electrosoldadas, que reemplazan el fierro convencional, permitiendo mayor rapidez en la obra.

Frente a esta realidad, surgen algunos problemas con las disposiciones de las normas vigentes, sea en el área del diseño sismorresistente (Norma Diseño sismorresistente E030) y en el área del diseño especificado en concreto armado (Norma de Diseño de Concreto Armado E060).

En el año 2003 se hacen ajustes en la Norma de Diseño Sismorresistente E030, introduciendo el término de muros de ductilidad limitada. En esta modificación se indica que para obtener el valor de la fuerza cortante en este tipo de edificios no debe usarse un valor de $R = 6$ (que es el usado para muros o placas con estribos en los extremos) sino de $R = 4$, reconociendo que los muros delgados no pueden confinarse con estribos en los núcleos reforzados y que se está usando mallas de acero electrosoldadas que no tienen

las características de ductilidad del fierro de punto de fluencia 4,200 kg/cm², que es el usado en el Perú.

Así esta Norma señala que este valor $R = 4$, se usará para edificios de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.

Sistema Atractivo

El sistema se vuelve atractivo y se generaliza para edificios de mayor altura. Se comienza a hablar de losas de transferencia.

Entre los años 2003 y 2004, los promotores y constructores que ya han usado este sistema, reconocen las ventajas de plazo, economía y ordenamiento de la obra, por lo que se plantean la opción de usarlos en edificios de 7, 8 y más pisos.

Los espesores en algunos casos se mantienen en 10 cm y en otros comienzan a crecer a 12 ó 15 cm siendo igualmente atractivo y competitivo el sistema.

Se tiene el problema que cuando son necesarios sótanos o primeros pisos para estacionamientos, no se pueden usar los muros portantes pues son necesarias columnas y vigas por los espacios requeridos para los vehículos. Sin embargo la vehemencia y la falta de comprensión del comportamiento sísmico de edificios, hacen que se comience a hablar en muchos círculos profesionales del sistema de losas de transferencia, indicándose que es posible usar pórticos en el primer nivel y luego el sistema de muros.

Se piensa que reforzando la losa “de transferencia” está resuelto el problema y que los muros se apoyarán en ésta, teniéndose solamente algunos que llegan hasta la cimentación.

Varios de estos edificios se construyen en distritos de mayor poder adquisitivo, donde se requiere de mayor número de estacionamientos y donde mayormente no hay terrenos de grandes áreas o a precios que permitan usar un espacio importante para estacionamientos, fuera de la planta que constituye el edificio propiamente dicho.

Surgen, en mi concepto lo que llamo “desviaciones a un buen sistema” pues no se tienen muros continuos desde la cimentación y se pierde la densidad de muros requerida en las dos direcciones de la planta estructural, la cual es básica para tener muros de espesor reducido.

Por otro lado, algunos diseñadores no conocen los cambios introducidos en la Norma Sísmica del año 2003 y siguen diseñando estas edificaciones con fuerzas sísmicas menores (valores de R mayores).

Necesidad de cambios en las Normas

A raíz de una carta enviada por el suscrito al Decano Nacional y Departamental de Lima del Colegio de Ingenieros de Perú, sobre esta problemática, se realiza un conversatorio sobre el tema de las edificaciones con losas de transferencia, la necesidad de lograr una buena densidad de muros en las dos edificaciones, el uso de mallas de acero electrosoldadas, etc... convocando a los delegados del CIP ante Comisiones Revisoras de Proyectos de los Municipios de Lima y a un buen número de ingenieros dedicados al

diseño estructural, conformándose luego en el Capítulo de Civiles, una comisión para efectuar planteamientos de modificación a las normas vigentes.

Esta comisión realiza diversos planteamientos, gracias a la participación de profesionales convocados por el Capítulo a través de su presidente, ingeniero Jorge Alva Hurtado y de su vocal, ingeniero Alejandro Muñoz Peláez, quien en su condición de directivo y especialista en diseño estructural dirige y coordina los aportes. Participan activamente los ingenieros Julio Rivera Feijoo, Javier Piqué del Pozo, Luis Zegarra Ciquero, Gianfranco Otazzi Pasino, Raúl Ríos Jiménez, Carlos Casabonne Rasselet, Luis Vargas y el suscrito. Posteriormente se obtiene un documento final, que el decano CIP presenta a SENCICO, que es el órgano oficial peruano encargado de la Normalización de las Edificaciones.

Finalmente en el mes de diciembre de 2004, el Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento publica en el diario El Peruano, la resolución respectiva dando valor oficial a estas nuevas normas.

Principales Novedades de las Normas sobre edificios de Muros de Ductilidad Limitada

Las Nuevas Normas estipulan entre otras especificaciones las siguientes:

Se limita el uso de mallas electrosoldadas, hechas con acero que no cumple con los requisitos de ductibilidad equivalentes al fierro convencional ($f_y = 42000 \text{ kg/cm}^2$) a un máximo de tres pisos. Se permite usar estas mallas en los pisos superiores de una edificación de más de tres pisos. Se permite usar estas mallas en los pisos superiores de una edificación de más de tres pisos.

Se limita el uso de muros de espesor 10 cm, a los casos donde luego de calcular el bloque comprimido de cada muro, sometido a flexocompresión por las fuerzas horizontales del sismo, se determina que no es necesario confinar sus núcleos con estribos, En los casos donde sea necesario confinar con estribos los núcleos, se requiere de un espesor mínimo de 15 cm.

Se limita la deformación lateral relativa entre pisos de un edificio a 0.005 veces la altura del entrepiso, mientras que para los edificios normales se especifica 0.007.

Se indican limitaciones específicas sobre la continuidad de los muros desde la cimentación, exigiéndose que el área de los muros en un determinado nivel sea por lo menos el 90% del área de los muros en el siguiente nivel, y que se cumpla con un 50 % de muros continuos en cada dirección.

Se permite excepcionalmente el uso de losas de transferencia solamente en el caso de sótanos y siempre y cuando se haga un diseño de losa y vigas del nivel de transferencia, considerando las resistencias nominales de los muros superiores. Esto significa que se debe calcular que se debe calcular los momentos y fuerzas nominales de cada muro que nace desde la losa, para luego diseñar el sistema de transferencia con esos valores.

Se dan lineamientos para realizar los modelos para el análisis sísmico señalando los anchos contribuyentes de los muros transversales y aletas de los mismos.

Se señalan expresiones para el diseño por cortante de los muros, las cuantías mínimas de acero vertical y horizontal, etc.

Se duplica la longitud de empalme por traslape de los fierros de los muros, cuando se haga empalme en una misma sección, como actualmente se hace cuando se usan mallas electrosoldadas.

Bondades del sistema y necesidad de mejorar los procesos constructivos

Es importante señalar con claridad que este sistema de muros de concreto, permite obtener edificios con gran rigidez lateral y gran resistencia frente a acciones sísmicas. Resulta muy conveniente en relación a los edificios aporricados, por su mayor rigidez y resistencia y resulta más atractivo que los edificios de albañilería portante, por el hecho de lograr con menos espesor más resistencia y evidentemente espacios más útiles mayores.

Es necesario divulgar que en muchos edificios hay una muy buena densidad de muros en una dirección, pero una deficiente densidad en la dirección transversal, por lo que no se puede generalizar que en todos los casos los muros sean de 10 cm, pero en la dirección transversal es posible que se requiera muros de 12 ó 15 cm, si hay poca densidad de muros.

También es posible que en edificios de siete pisos se tengan muros de 10 cm y también es posible tener edificios de 14 ó 15 pisos con muros de espesor variable, comenzando con 20 ó 15 cm en los primeros niveles y terminando con 10 ó 12 cm en los últimos. Esto permite además poder colocar estribos en los extremos de los muros que tienen mayor esfuerzo.

Las dificultades de tener espesores reducidos se advierte en las obras, por los defectos del vaciado del concreto, dado el poco espesor se advierten problemas de cangrejas y segregación, siendo importante controlar y reparar estos defectos. Es posible que sea mejor engrosar ligeramente los muros y tener menos problemas en el vaciado.

Asimismo se advierten problemas de fisuración en los muros y losas debido a los efectos de retracción de fragua y cambios de temperatura, por lo que es conveniente el uso de concretos de contracción controlada y de fibras de polipropileno. Sin embargo es necesario recalcar que las fisuras que se presentan, no representan problemas de seguridad estructural y que en muchos casos son inevitables. Lo que se debe hacer es minimizarlas para no afectar la parte estética de la obra.

Finalmente debo resaltar en este artículo, el compromiso de Aceros Arequipa de producir varillas de acero de punto de fluencia 4200 kg/cm², con ductilidad adecuada en diámetros reducidos, con el fin que se puedan hacer mallas electrosoldadas, similares a las que usamos actualmente, pero con acero de la ductilidad requerida.

Si cumplimos las nuevas normas y se consiguen las mejoras en los materiales y procesos, estaremos dando un paso positivo para lograr una vivienda económica y a la vez muy segura, en bien de la sociedad y la ingeniería nacional