Muros portantes:

Buenas prácticas en el diseño de vivienda industrializada

Carlos Palomino A., M.Sc., P.E.
Gerente de Proyectos, P&P Proyectos
Presidente Asociación Colombiana de Ingenieria Estructural - ACIES

Foto 1. Al pensar en eficiencia, se piensa el sistemas industrializados de construcción.
FLICKR - ERIC HAGLUND

Cuando en Colombia se piensa en eficiencia y economía en la construcción, se piensa en sistemas industrializados de construcción. Allí figuran en primer lugar los conocidos sistemas industrializados de muros portantes donde se alcanzan grandes rendimientos de obra, mano de obra reducida y se aprovechan los recursos por el uso de procesos constructivos sencillos y repetitivos; adicionalmente se obtiene una rápida rotación de formaleta, bien sea tipo túnel o mano-portable. Es común que las losas y muros se fundan monolíticamente en un solo proceso, incluso con la frecuencia de varios apartamentos al día. Se logra, además, gran apariencia en la superficie de acabado de los muros y losas debido al uso de formaletas metálicas.

Foto 2. Sistema Formaleta Mano-portable.
CARLOS PALOMINO A.

Este sistema se define en el reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente como el de muros portantes de concreto, y consta de muros de concreto (reforzados con barras de acero o mallas electrosoldadas) y generalmente de losas macizas de concreto. Hace ya varias décadas que tal sistema constructivo se popularizó en Colombia –prácticamente desde el último cuarto del siglo pasado– para desarrollar el mercado inmobiliario de vivienda, sobre todo en los estratos socio económicos medio y bajo en todo el país. Gracias a esta tecnología se han desarrollado grandes proyectos de vivienda, se han aportado estabilidad al gremio de la construcción y gran cantidad de mano de obra en el país. Reportes de Camacol y del Ministerio de Vivienda demuestran que se han impulsado sus programas de vivienda basados en proyectos de este tipo y son millones de viviendas las ya construidas bajo esta metodología. De hecho, es el sistema que más ha estimulado del mercado de la construcción en los últimos años, marcados por una baja notoria en la construcción en otros sectores.

El sistema industrializado, además de aportar grandes beneficios a la eficiencia de la construcción y de la economía, tiene ventajas significativas desde el punto de vista del comportamiento estructural. Algo que resta atractivo a la estética y la arquitectura en los proyectos de muros es la poca flexibilidad en el uso de los espacios interiores, pero esta es precisamente la característica que lo hace estructuralmente favorable. Dentro de las grandes ventajas se pueden mencionar la redundancia estructural lograda con las configuraciones que se acostumbran en Colombia, gran rigidez ante efectos de fuerzas horizontales y gran resistencia estructural. Pero solo es posible lograr todo esto si se cumplen en el proyecto procesos adecuados de análisis estructural, de diseño y de preparación de especificaciones técnicas; y se desarrollan los procesos constructivos plasmados en los planos estructurales. Por el contrario, un diseño defectuoso del producto puede ser de alto riesgo para la sociedad.

En Colombia, este sistema estructural se encuentra normalizado desde 1984 con la publicación del primer Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente, CCCSR-84. Desde mediados de la década de 1960 se ha venido estudiando el comportamiento de los muros estructurales en el mundo. Se les ha llamado muros de rigidez, muros estructurales, pantallas y hasta, por su traducción del inglés, muros de cortante. Esta última denominación se explica porque los muros toman la mayor parte de la fuerza cortante generada en las edificaciones por efecto del sismo. Sin embargo, no debemos confundir este aspecto con el hecho de que el cortante no siempre es la condición crítica de diseño o de resistencia en dichos muros.

Aunque las primeras investigaciones y diseños se basaban en el comportamiento elástico de los muros, bastante se ha avanzado en los ensayos que realizan los laboratorios de universidades y centros de investigación en todo el mundo, y los resultados han llevado a un enorme conocimiento técnico sobre su comportamiento y a lograr diseños muy eficientes basados en el comportamiento inelástico de los muros, y a utilizar diversas geometrías y disposiciones de refuerzo. Adicionalmente, se han estudiado los efectos de construir muros con aberturas, muros de sección variable y muros acoplados mediante vigas importantes llamadas vigas de acople. Se han investigado en detalle el comportamiento inelástico, la ductilidad y la capacidad de absorción y disipación de energía sísmica de este tipo de elementos, que son ampliamente utilizados en el diseño contra terremotos. Estos aspectos se incluyen en los códigos vigentes de diseño sismo-resistente.

noticreto
LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

Foto 3. Sistema Formaleta Túnel.
CORTESÍA P&P PROYECTOS

Foto 4. Dificultad en colocación de malla viajera por instalaciones en losas.
CORTESÍA P&P PROYECTOS

El ingeniero estructural tiene otro gran aliado en los sistemas industrializados de muros portantes, pues de estos resulta una buena combinación de elementos estructurales que, ubicados estratégicamente, logran un excelente sistema estructural de resistencia ante cargas gravitacionales y efectos sísmicos o de viento. En este tipo de construcciones los muros suelen considerarse como muros en voladizo, empotrados parcial o totalmente en la base, dependiendo de varios factores, y son diseñados para soportar principalmente las cargas verticales por efecto de cargas vivas y muertas y fuerzas laterales que provienen de los diafragmas de piso, para luego ser transmitidas a las cimentaciones de los edificios. En orden de importancia, las fuerzas internas en los muros se pueden resumir principalmente en fuerzas cortantes, fuerzas axiales y momentos flectores, aunque no son despreciables otros efectos que se describirán más adelante. Los muros se diseñan para el efecto de los terremotos con cargas dinámicas producidas por los sismos de diseño particulares para cada región, que se especifican en los reglamentos de construcción como el actual Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, los Estudios de Microzonificación Sísmica de las diferentes ciudades, o los Estudios Particulares de Sitio.

Una buena práctica en este tipo de sistema estructural es garantizar, mediante un trabajo conjunto con el equipo arquitectónico del proyecto, que existan muros estratégicamente localizados en toda el área de la edificación, con bastantes muros en ambas direcciones, bien proporcionados y con muros "largos" en ambas direcciones. Algunos estudios han propuesto con acierto cuál es la "densidad" de muros adecuada para diferentes configuraciones geométricas de edificaciones de este tipo. Se busca también que la localización en planta de los muros sea lo más simétrica posible con el fin de no generar torsiones indeseables que van en detrimento de un buen compartimento estructural ante cargas horizontales como las descritas anteriormente.

No solo es importante garantizar un adecuado diseño y comportamiento estructural de los muros de concreto. Es igualmente significativo diseñar las losas de piso como elementos tipo diafragma. Aunque no se tenga en cuenta la rigidez lateral que aporta el sistema de losa plana generalmente maciza y de bajo espesor (10 o 12 cm), hay que considerar su responsabilidad en la transmisión de las fuerzas de inercia desarrolladas durante la ocurrencia de los sismos a través de las placas a los muros o elementos de resistencia sísmica. También ha tenido gran desarrollo el diseño de diafragmas. Para ello existe hoy incluso un capítulo nuevo completo en el Código del Instituto Americano del Concreto ACI 318/14 (capítulo 12), dedicado exclusivamente al diseño de diafragmas no preesforzados y preesforzados (con requisitos adicionales para diafragmas en estructuras sismo-resistentes en el capítulo 18). Allí se incluyen requisitos acerca de las fuerzas de diseño sísmico para diafragmas, el estudio de la trayectoria de las fuerzas sísmicas, requisitos para elementos colectores, requisitos para afinados de piso compuestos y no compuestos, el espesor mínimo de los diafragmas y los requisitos para el acero de refuerzo utilizado para reforzarlos, así como las exigencias de diseño a flexión y cortante. Este aspecto será incluido en la actualización de nuestro reglamento NSR en su próxima versión proyectada, para el año 2019 o 2020. Precisamente por la responsabilidad que tienen las losas de entrepiso macizas se recomienda analizar con atención la conveniencia o no de utilizar como refuerzo mallas electro-soldadas de tipo "viajero" (las que se colocan con trayectorias onduladas tratando de seguir el diagrama de momentos de las losas con una sola malla), debido a la necesidad de tener refuerzos especiales en algunas zonas para una correcta transferencia de las fuerzas a través del diafragma y para evitar la fisuración que generalmente se observa en este tipo de proyectos en las losas macizas por desplazamientos de las mallas viajeras durante los procesos de fundida, o porque las instalaciones hidráulicas o eléctricas impiden lograr los perfiles especificados en los planos de diseño para las mallas, como se ilustra en la imagen. Se motiva al diseñador estructural a que utilice bien sea doble malla o mallas adicionales en sectores donde se requieren refuerzos adicionales, pero evitar confiar siempre en que todo el trabajo lo hace la malla viajera.

Debe prestarse especial atención al proceso de análisis estructural, diseño y detallado estructural mediante los planos de despiece y colocación del acero de refuerzo. En este sistema estructural se debe verificar la estabilidad y resistencia de los muros, ya que prácticamente todos los muros son responsables de transmitir y resistir los efectos sísmicos. Como generalmente hay tanta redundancia

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

de muros, su espesor resulta delgado y en ocasiones lleva a condiciones difíciles de construir y presenta inconvenientes para garantizar un comportamiento dúctil debido a la falta de confinamiento del concreto en los bordes o zonas con esfuerzos considerables, y a la dificultad e imposibilidad de lograr elementos de bordes adecuados. Resulta entonces de la mayor relevancia en estas edificaciones con muros delgados (además de las verificaciones de cortante y flexo-compresión), el control del diseño basándose más en limitar los esfuerzos en los bordes de los muros y en garantizar que no existen problemas de estabilidad o pandeo ya que ellos, por economía y eficiencia del producto y por razones comerciales, tienden a resultar con espesores muy delgados en proyectos residenciales de varios pisos en el medio colombiano. Hoy en día, y desde el año 2010, el Reglamento no permite espesores de muros de menos de 10 cm.

Como una aproximación inicial, tanto el comportamiento a flexión como a cortante de un muro alto de sección rectangular constante se puede simplificar y asumir como el de una viga en voladizo. Podrían llegar a ignorarse aspectos como el aporte de la carga axial o el aporte de los refuerzos concentrados en los extremos, así como la restricción (y, por ende, ayuda) de las losas de entrepiso al desplazamiento lateral libre. Sin embargo, deben tenerse en cuenta diversas condiciones que afectan seriamente su comportamiento estructural y en ocasiones ayudan a obtener mejor desempeño estructural. Son estos la estabilidad lateral del muro, la existencia de las losas de entrepiso y la transmisión de efectos a los elementos que los conectan. El primer aspecto que afecta su comportamiento y aplica sobre todo a los muros de edificios altos con muros delgados, tiene que ver con la estabilidad propia del muro debido a los grandes esfuerzos de compresión en los bordes de los muros. Es por esto que los reglamentos de construcción –por ejemplo, en Colombia desde el año 1984– limitan los esfuerzos en los bordes, y en caso de sobrepasar dichos limites se exige un elemento de borde particular que debe contar con acero longitudinal adicional confinado adecuadamente por estribos especiales. Se debe proveer de estribos laterales de confinamiento a compresión para evitar el pandeo de las barras longitudinales en estas zonas donde se puedan generar articulaciones plásticas en el momento de un sismo severo. El segundo aspecto relevante que afecta el comportamiento real de los muros de edificios de varios pisos es la existencia de las losas de entrepiso, que de alguna manera aportan una restricción a los muros como diafragmas horizontales que igualan los desplazamientos de los muros, suministrándoles apoyo lateral. Dicha restricción ayuda a disminuir la tendencia a la falla por inestabilidad en compresión descrita anteriormente, disminuyendo la longitud critica de pandeo, a la altura entre las losas de entrepiso.

Otro aspecto de vital importancia en el diseño de una estructura que cuente con muros es la correcta transferencia de los efectos y fuerzas internas que resulten en el muro a los elementos de conexión. El diseñador estructural no puede olvidar diseñar la cimentación para los momentos de vuelco correspondientes en la base de los muros, así como para los cortantes horizontales desarrollados. El refuerzo en la base de los muros debe despiezarse adecuadamente para garantizar una correcta transmisión de fuerzas

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

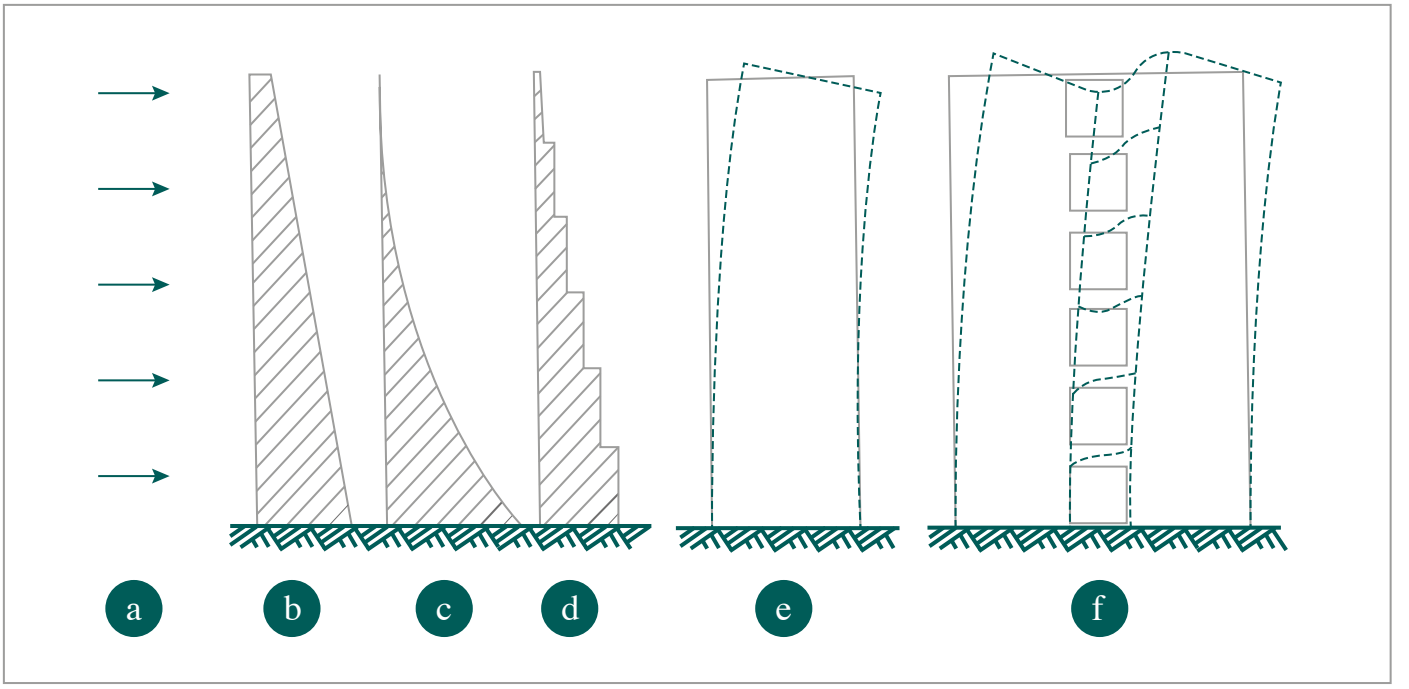


Figura 1. Fuerzas internas y estructura deformada para sistema de muros. (a) Cargas laterales (b) Diabrama de cortante (c) Diagrama de momento (d) Cargas axiales (e) Muro aislado (f) Muro acoplado.
ADAPTADA DE FERGUSON

entre los muros y sus cimentaciones. Finalmente, se debe prestar atención al comportamiento de las juntas de construcción que se generan a medida que los muros se van fundiendo en altura piso a piso. Dichas juntas generan, por un lado, zonas de menor resistencia, aspecto demostrado en sismos recientes como un problema cuando no se han tomado las precauciones del caso. En este caso se puede hacer una revisión de esfuerzos como un problema de cortante por fricción, en el cual toda la resistencia a corte la aporta el acero de refuerzo longitudinal del muro; y en casos críticos también se puede tener en cuenta un porcentaje de la carga vertical como ayuda. Por otro lado, en las juntas entre muros y losa debe tenerse la precaución de revisar la resistencia del nudo, pues en ocasiones la resistencia de los concretos de las losas resulta diferente al de los muros, lo que genera zonas débiles con problemas de aplastamiento del concreto en el nudo, entre otros.

Los mecanismos de falla en los muros estructurales de edificios pueden ser de diversos tipos, los más relevantes de los cuales son: falla por corte, falla por combinación de corte y flexión, falla por aplastamiento del concreto, falla por fractura del acero de refuerzo, falla por pandeo del acero de refuerzo longitudinal y falla por pandeo del muro como tal, entre otros.

Un adecuado diseño de los muros de concreto se podría resumir, entonces, en cinco pasos básicos:

1. **Revisión del dimensionamiento del muro.** Comprobar que las dimensiones de los muros y elementos de borde deben ser tales que cumplan la resistencia, funcionamiento, fuerzas causadas por deformaciones impuestas y análisis, descritas en el numeral B.1.2 de la NSR-10, con el propósito de garantizar su estabilidad y seguridad. Así mismo, el diseñador debe verificar que el elemento de borde sea construible, que el refuerzo se pueda colocar cumpliendo adecuadamente con los recubrimientos y separaciones mínimas entre barras permitidas y, si se supuso un comportamiento dúctil del muro, pues que exista un confinamiento real.
2. **Revisión de esfuerzos cortantes en el muro, sección por sección.** Dicha resistencia la aportan tanto el concreto como el acero de refuerzo, dependiendo del nivel de esfuerzos actuante.
3. **Revisión de flexo-compresión en el muro, aspecto que se revisa de la misma manera como se estudia dicho fenómeno en una columna.** Desde hace varias décadas aparece en los reglamentos de construcción, y aún se mantiene, la recomendación de colocar una cuantía mínima de acero de refuerzo tanto horizontal como vertical. El mencionado acero de refuerzo se coloca usualmente repartido en la longitud y altura del muro. En ocasiones es recomendable concentrar acero de refuerzo en las esquinas con el fin de mejorar tanto la resistencia, la eficiencia estructural a momento y curvatura y, por ende, la ductilidad, aspectos de vital importancia en zonas de amenaza sísmica.
4. **Revisión de esfuerzos en el borde del muro en compresión.** Se debe verificar la necesidad o no de usar elementos especiales de borde en los limites verticales de los muros.
5. **Revisión de estabilidad lateral o pandeo en el muro.**

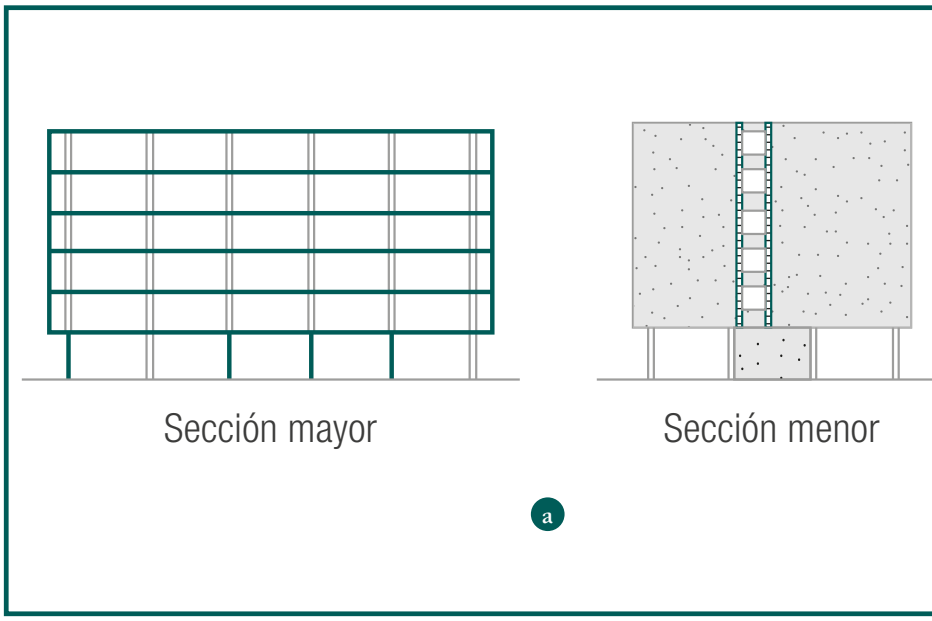
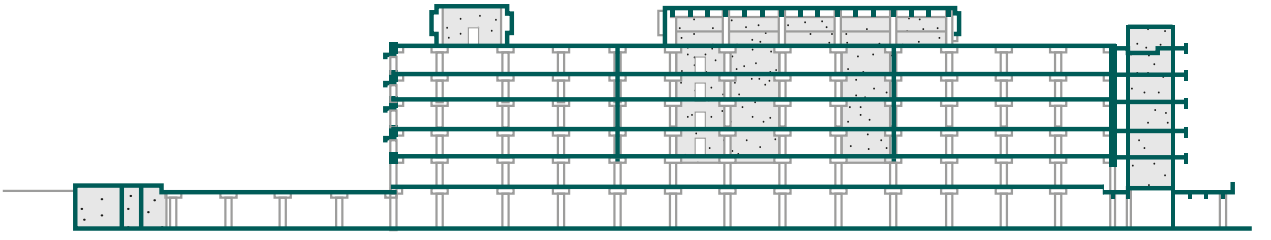


Figura 2. (a) Alzados Imperial County Services Building y (b) Olive View.
CARLOS PALOMINO A.

Otro aspecto muy importante a resaltar es que, por razones arquitectónicas, comerciales o por restricciones geométricas impuestas por el urbanismo, existen casos en que se interrumpe la continuidad de elementos estructurales en altura, como los muros estructurales. En ocasiones –por estacionamientos en los pisos inferiores de este tipo de edificaciones de muros portantes o, en algunos casos, por la existencia de locales comerciales en los pisos bajos– es necesario interrumpir algunos muros portantes. Esta eliminación de los muros en los primeros pisos para lograr mayor amplitud de espacio resulta en la necesidad de adición de columnas combinadas con muros de mayor dimensión, gran rigidez y resistencia, por debajo de los muros interrumpidos. Los muros de la parte superior de la edificación, como ya se ha anotado, tienen gran responsabilidad sísmica y por ellos bajan fuerzas gravitacionales y sísmicas de gran magnitud. En estos casos en que se interrumpen los muros, la

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN



b

trayectoria de cargas deja de ser directa desde el punto donde se producen las cargas hasta la cimentación, creando sectores donde se generan comportamientos estructurales complejos que deben ser estudiados con mucho cuidado. Estos cambios abruptos de geometría o de trayectoria en la transferencia de cargas causan sobreesfuerzos importantes en los puntos de discontinuidad, como pueden ser las vigas o placas de transición o trasferencia. Todos los efectos de interrumpir la trayectoria directa de cargas de un muro estructural deben estudiarse con cautela. Varios casos de fallas estructurales por este tipo de fenómeno mal estudiado se han reportado a lo largo de la historia por no haber tomado las precauciones del caso y por no haber analizado o diseñado correctamente las estructuras con el efecto de la discontinuidad de los muros. En los dos casos que se muestran a continuación a manera de ejemplo, se interrumpieron los muros completamente sin haber estudiado su efecto sobre una estructura en primer nivel de tipo flexible. Un caso concreto fue reportado después del sismo de San Fernando en California en 1971, cuando en el Hospital Olive View se presentaron fallas graves y daños estructurales importantes debido precisamente a una discontinuidad completa de muros portantes. En las dos secciones del edifico que muestran las imágenes (Figura 2-b Foto 5-b) se observa la discontinuidad total de los muros, generando grandes desplazamientos y sobreesfuerzos en las columnas de los primeros niveles con consecuencias desastrosas para el proyecto. Otro caso clásico de este tipo de fallas es el del Imperial County Services Building en California, donde se presentó un caso similar en el terremoto de 1979. Las imágenes siguientes ilustran claramente la configuración de la edificación, interrumpiendo nuevamente los muros en primer nivel (Figura 2-a y Foto 5-a).

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

Foto 5. Imperial County Services Building (a) y Hospital Olive View (b).
WIKIPEDIA

a b

Fotos 6 y 7. Es importante diseñar las losas como elementos de diafragma.
CARLOS PALOMINO A.

Aunque nuestro reglamento de construcción sismo-resistente prohíbe los sistemas estructurales cuya parte superior tiene una mayor rigidez estructural que el sistema de la parte inferior, la NSR-10 no prohíbe explícitamente los sistemas de vigas o placas de transferencia cuando se cumplen ciertos requisitos que se describirán a continuación. Estos sistemas son duramente "castigados" por la NSR-10 y hay que llevar a cabo análisis y chequeos para garantizar una correcta transferencia de cargas; de lo contrario los efectos serán catastróficos, como se ilustró anteriormente. Adicionalmente, en estos casos se presentan varias de las irregularidades geométricas que castiga nuestro reglamento. Podrían llegar a presentarse efectos de piso débil (5A), piso flexible (1A), desplazamiento del plano de acción de elementos verticales (4P) y desplazamientos dentro del plano de acción (4A). Lo que aparece claramente en la NSR-10 como sistema prohibido es la utilización de estructuras en que se combinan diferentes sistemas estructurales en altura donde la parte superior tiene mayor rigidez estructural que el sistema de la parte inferior. La diferencia de rigideces de manera práctica se puede medir bien sea por comparación de periodos de vibración, o por comparación de desplazamientos horizontales (no hay que olvidar el efecto de vuelco cuando sea relevante). El reglamento NSR-10 es muy claro en este aspecto, a diferencia de la NSR-98 que daba mayor libertad al ingeniero estructural. Siempre hay que garantizar que la estructura inferior sea más rígida que la superior y que las fuerzas se transmitan de manera adecuada. Debe tenerse un gran criterio ingenieril en el diseño de este tipo de sistemas y revisar todos los efectos de las irregularidades durante los procesos de análisis, diseño y detallado estructural. Se deben continuar en estos casos de interrupción, la mayor cantidad posible de muros hacia los sótanos o pisos inferiores con el fin de mejorar la rigidez del sistema inferior. Se recomienda tener siempre como premisa de análisis y diseño el cumplimento de las 10 veces de rigidez del sistema inferior respecto al superior para mejorar el comportamiento estructural. En los casos cuando no se logre cumplir con este requisito, la NSR-10 permite un valor menor de rigideces relativas, y se incluyen en estos casos castigos mayores, que incrementan el costo de las estructuras y de su construcción, pero en ocasiones, y por razones comerciales, los proyectos se ven obligados a sacrificar costos en este tema para obtener beneficios en otros aspectos como la vialidad comercial de los proyectos. Como ya se dijo, siempre se busca que en los pisos inferiores existan sistemas de muros bastante rígidos en combinación con pórticos, de lo contrario sería prácticamente imposible cumplir con las restricciones de rigidez impuestas por los códigos de construcción. Precisamente los requisitos impuestos por el reglamento en este sentido están orientados a que la solución estructural planteada se apoye en el mejor criterio ingenieril del diseñador estructural, respetándolo y sin llegar taxativamente a prohibir ese tipo de sistemas de transición de cargas. Dentro de los criterios más importantes a tener en cuenta en estos sistemas de transferencia o transición, está la verificación de que los diafragmas puedan garantizar la trasferencia de la diferencia de cortantes de piso que se transfiere, por ejemplo, a los muros de contención, cuando éstos últimos se cuentan como aportantes a la rigidez lateral de los pisos inferiores. Así mismo debe verificarse que las conexiones entre el diafragma y los muros de contención tengan la capacidad de trasmitir el cortante diferencial en cada punto de conexión.

LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

7

El reglamento de concreto más reciente –usado como guía a nivel mundial, que presenta el estado del arte de investigaciones recientes y las lecciones aprendidas en los últimos sismos importantes de Chile y Nueva Zelanda– es el código "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, del Instituto Americano del Concreto ACI 318-14" (en proceso de actualización para este año). En este documento se incluyeron varios cambios técnicos relacionados con el diseño de estructuras de muros portantes, especialmente para muros de concreto detallados como "especiales" (algo cercano a nuestro detallado DES de la NSR-10). Cabe recordar que nuestra NSR-10 maneja tres tipos de capacidad de disipación de energía sísmica (DMI, DMO y DES), mientras que el código del ACI se basa en Categorías de Diseño Sísmico. Se observaron en dichos eventos sísmicos, así como en ensayos hechos en un edificio a escala real, que se presentaba descascaramiento del concreto, pandeo del refuerzo vertical en las esquinas de los muros y pandeo del muro por fuera del plano. Como resultado de estos hechos, en el código del ACI se modificaron los requisitos de diseño de los muros de concreto "especiales", aspectos que seguramente serán adaptados a nuestro medio e incluidos en la próxima actualización de la NSR con algunos ajustes. Dentro de las modificaciones más importantes están: el cambio en la relación de esbeltez del muro para cuando se utiliza la metodología basada en desplazamientos, la modificación más restrictiva del límite impuesto para requerir elementos especiales de borde, el aumento del requisito de espesor mínimo de muros basado en observaciones de comportamientos frágiles en muros delgados, cambio en el límite de las relaciones de esbeltez para las zonas de borde confinadas y cambios en el límite para tener que colocar dos mallas de refuerzo, entre otros.

Finalmente se insta al ingeniero estructural a seguir estrictamente lo establecido en los reglamentos de construcción; en Colombia, el reglamento NSR-10, la reciente Ley 1796 de 2016, el Decreto 945 de 2017 y la Resolución 017 de diciembre de 2017 donde se discuten y aclaran temas que afectan el diseño, revisión de diseño, supervisión técnica y construcción de sistemas de muros portantes, entre otros aspectos. Históricamente los gobiernos en Colombia han tenido muy claro el concepto de la gestión integral del riesgo, y por eso el país siempre se ha caracterizado por producir reglamentos de construcción de excelencia, que son ejemplo en todo el continente. Hay que aprovecharlos. Mientras se sigan todas las recomendaciones de nuestro reglamento NSR y se aplique un criterio juicioso de ingeniera responsable, se pueden lograr proyectos seguros y eficientes de muros de concreto portantes.

Lo que la Asociación Colombiana de Ingeniería Estructural (ACIES) no permite ni patrocina son las malas prácticas de la ingeniería basadas en la aplicación de los criterios técnicos a conveniencia de las economías de los proyectos, acudiendo a artimañas para hacerle el quiebre a los requisitos mínimos que exigen los códigos de construcción con el fin de lograr un objetivo económico. Tampoco apoya la modalidad de proyectos basados en bajos costos de honorarios (resultando en baja calidad de los diseños) u honorarios basado en los ahorros en cuantías de materiales de construcción que el ingeniero calculista ofrezca en sus diseños a los constructores o promotores de proyectos. ACIES vela por el justo reconocimiento de las labores realizadas en el ejercicio de la Ingeniería Estructural y vigila que el ejercicio profesional de la Ingeniería Estructural se lleve a cabo dentro de las más estrictas normas técnicas, éticas y legales. Aplicando todos los principios descritos a lo largo de este artículo, lograremos proyectos exitosos de muros portantes.

LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN