LA CONSTRUCCION CON TIERRA EN EL ECUADOR

Patricio Cevallos Salas
TECNOVIVA - INGENIERIA ALTERNATIVA
patriciocevallos@andinanet.net

Palabras clave: efectos del sismo - viviendas de tierra

Introducción

Hasta fines de la década de los sesenta, la tecnología tradicional de construcción de viviendas urbanas y rurales era de “muros portantes” de adobe, tapial, ladrillo, bahareque, con entrepisos de madera o losa y cubiertas de losa o madera y teja. La vieja ciudad de Quito y aquellos barrios que crecieron hasta fines de aquella década y parte de los setenta, conservan y mantienen “muros portantes”. Con el surgimiento de la época petrolera (1972) se inicia un proceso de modernización y de crecimiento de las principales ciudades que desencadenan la migración campo-ciudad.

El importante flujo externo de capitales y en especial el requerimiento de mano de obra para la construcción posibilitan la realización de programas de vivienda para distintos sectores sociales y, en la línea política de entonces, los llamados programas de vivienda de interés social. Para esos años la tecnología cambia en pro del hormigón armado que incide en los costos de construcción. Algunos técnicos proponen reducir costos con el uso de terro-cemento, iniciativa apoyada por el sector privado y las ONG’s.

En 1987, el sismo que afecta al norte de la Provincia de Pichincha, da la oportunidad de aplicar e investigar tecnologías en la construcción de aproximadamente 7.000 viviendas en su mayoría de tapial y adobe. En el área rural renace la efervescencia por el uso de la tierra y en la urbana se fortalece la construcción de residencias para sectores de clase media. Los argumentos económicos, ecologistas y de “casa sana” empiezan a tomar importancia y así se amplia un sector de la construcción, mirado con mucho recelo. En la actualidad, la construcción de viviendas rurales se ejecuta, como tradicionalmente se lo ha realizado, mediante mingas y uso de la tierra como material principal y, en general, sin mejoras tecnológicas de sismo resistencia.

En el espacio urbano se incursiona en el uso de esta tecnología orientándola hacia el servicio de clientes de clase media. En el Centro Histórico de Quito, Patrimonio de la Humanidad -declarada hace 25 años por la UNESCO-, se desarrolla un proceso de recuperación con el aporte de técnicos nacionales e internacionales que generan una importante escuela en la restauración de los distintos monumentos históricos.

En los primeros casos, los de la vivienda de clase media, es evidente la necesidad de capacitar y normar el uso de estas tecnologías y en el segundo, referido al patrimonio histórico de la ciudad, cabe el aprovechamiento de los avances logrados.

Fig. 1- Fig.2: Vista del centro histórico de Quito y de un ejemplo de arquitectura religiosa, se puede apreciar la presencia de construcción en muros portantes, típica de la época.

El Gobierno Nacional por intermedio del Fondo de Solidaridad Social (FISE), pretende llevar adelante un programa de infraestructura social con el uso de materiales locales y por consiguiente de la tierra, este proyecto que cuenta con fondos del BID se ha visto limitado en su ejecución por la falta de técnicos capacitados en el manejo de este tipo de tecnologías.

El sector rural

En el área rural las construcciones que se han mantenido en pie han sido las de "mayor edad", aquellas construidas con criterios adecuados al uso de de la tierra. En las viviendas "nuevas" donde los constructores han tratado de simular viviendas modernas y urbanas, se han suprimido varios elementos vitales de permanencia constructiva como la cimentación, las soleras y todos aquellos que, en su criterio, son innecesarios y evidentemente consumen recursos económicos que casi siempre resultan escasos e insuficientes.

Fig.3 - Fig.4: Estas viviendas son un ejemplo de construcciones que pese a no tener ningún servicio de mantenimiento, se han conservado.

En todo caso, las experiencias vividas a raíz de los sismos de 1987 y de 1996, durante los cuales vastas áreas rurales fueron fuertemente afectadas, han propiciado la conciencia de revisar errores y la necesidad de reforzar muros y demás elementos, lográndose un uso más adecuado de la tierra en especial dentro del sistema de autoconstrucción en lo que respecta al diseño de la planta arquitectónica y a los refuerzos utilizados.

La presencia de técnicos no siempre ha sido provechosa, la falta de conocimientos y de rigurosidad constructiva en los proyectos por ellos asistidos, han dado lugar a mantener errores que venían arrastrándose, de manera reiterativa en los procesos de autoconstrucción como lo evidencian los daños ocasionados a programas de viviendas.

Fig.5: Vivienda auto construida en la zona andina del Ecuador

Fig.6: Viviendas debidamente conservadas, cuya condición de estabilidad es adecuada.

El sector urbano

En el sector urbano, la construcción con tierra está siendo aceptada por los técnicos. Por la presión existente en el mercado (de altos costos y pocos recursos financieros), el cliente solicita la construcción de una vivienda con tal o cual material, viéndose los

profesionales obligados a incursionar en el manejo de estas tecnologías y, varios carentes de la capacitación requerida, se han aventurado a “copiar” elementos constructivos en tierra sin considerar el planteamiento general de una estructuración sismorresistente de muros portantes.

Fig.7 -8 : Vivienda de construcción mixta (madera/adobe) y vista de una vivienda de tapial

Existen ejemplos de un buen manejo de tecnologías con tierra, sin embargo, la realidad permite constatar que se cometen errores de concepto, pues prima la formación académica en hormigón y acero. Por ello es importante propiciar la capacitación a nivel de universidades y colegios profesionales.
La poca capacitación iniciada en algunas ciudades se caracteriza por ser parcial, temporal y dispersa y de la dictada no se puede derivar la existencia de un verdadero y sistemático interés por la temática.
Pese a lo señalado, la tierra es considerada como parte importante del sector de la construcción y los técnicos conocedores del tema son invitados a dictar conferencias, seminarios y cursos en distintas universidades, bienales de arquitectura, colegios profesionales y, en general, en foros donde el tema de la construcción es aludido.
De ahí la necesidad de sistematizar y organizar de manera sostenida y consistente la capacitación profesional en el uso de la tierra.

Las patologías
Es evidente que si una estructura de tierra, madera u hormigón armado no está debidamente capacitada para soportar un sismo, ésta se daña severamente y colapsa. El material utilizado en la construcción no es sinónimo de seguridad.
Los errores patológicos encontrados en la construcción en tierra se ubican generalmente en las fases y en los elementos que tienen relación con la implantación, la cimentación, la elaboración de adobes, muros, esquinas, encuentros de paredes, vanos, diseño y construcción de la cubierta y, evidentemente, las características de la mano de obra.

Fig.9: Estructura colapsada por mal diseño y errores los tijerales constructivos. Cubierta liviana de asbesto cemento mal diseñada.

Fig.10: Cubierta liviana mal diseñada, con colapso en el encuentro de hormigón armado, falló la unión y el anclaje a las vigas-solera de la cubierta

Fig.11: La falta de mantenimiento de la madera, especialmente de la expuesta a la intemperie causa su pudrición, se fractura y ocasiona colapsos en parte o toda la estructura.

La ubicación o implantación de la vivienda es de vital importancia. La vivienda debe estar retirada de taludes, ríos y cualquier accidente geográfico que pudiere, en algún momento, afectar su estabilidad.

Las viviendas que se adosan a otra deben tener una junta mínima de 10 centímetros, de manera que en la presencia de un sismo, los muros de adosamiento no se golpeen entre sí, pues los muros tienen o pueden tener diferentes períodos de vibración y diferentes tipos de rigidez, lo que provoca que uno de ellos martille al vecino.

Fig. 12: Vivienda implantada muy cerca del talud. Su en el muro correspondiente al talud fue debido al iento del suelo. La vivienda de hormigón construida de adobe golpeó y fracturó el muro de adobe.

Como se conoce la cimentación es el elemento que permite que la vivienda se sujete contra el suelo y que las cargas sean transferidas de manera eficiente. El cimiento, en consecuencia, tiene especial importancia para evitar que las viviendas “caminen”.

Esto ocurrió -por ejemplo- en la comunidad de La Gloria en Pujilí – Ecuador, donde las viviendas por efecto del sismo no resistieron el deslizamiento y destruyéndose todas las existentes en el área.

En toda vivienda es necesaria y debe existir una cimentación implantada sobre un suelo duro o medianamente duro y estable.

La cimentación debe tener una profundidad mínima de 60 centímetros y un ancho 40 centímetros.

Debe estar construida con hormigón ciclópeo o con mampostería de piedra, dejando un sobrecimiento mínimo de 20 centímetros sobre el nivel natural del terreno, para evitar el ascenso de agua por capilaridad y el deterioro respectivo de la base del muro de tierra.

Los muros deben estar construidos con adobes estabilizados o no, pero que necesariamente cumplan los requisitos de una elaboración adecuada.

Deberán tener la suficiente capacidad para soportar los esfuerzos de tracción que se producen en un sismo, por lo que para ello deben tener algún tipo de refuerzos, sean de caña, madera, acero, malla exterior, etc.

Estos refuerzos deben anclarse en el cimiento y llegar hasta la viga solera, los verticales y los horizontales se colocarán cada 3 ó 4 hiladas, de manera que el muro tenga la capacidad requerida para disipar los esfuerzos de tracción y su

comportamiento sismorresistente mejora de manera sustancial, evitando la disgregación de los elementos constitutivos del muro y el colapso total de la vivienda.
Las esquinas y encuentros de paredes son los sitios donde se concentran los esfuerzos y por lo tanto deben tener suficientes refuerzos, de forma que éstos funcionen como “costura” de las paredes.

Fig.13: Nótese la esquina de 30 x 30 ¿resistirá a empuje lateral?

Fig.14: Trabe esquinero mal elaborado

Los contrafuertes deben ser lo suficientemente resistentes para evitar el desplazamiento lateral del muro, deben convertirse en un verdadero apoyo con la debida resistencia. De no ser así, los contrafuertes son despedidos o se fisuran con mucha facilidad, quedando el muro expuesto a esfuerzos de flexión.
En la construcción de los muros en especial, la mano de obra debe ser debidamente calificada. Los errores en la elaboración del mortero y de la colocación de los adobes, son causas muy comunes para la fisuración y colapso de paredes de adobe. En las fotografías se observan como la falla es potenciada debido a errores constructivos.

Esquinas con defectos por trabajos de albañilería.

Mala calidad del mortero, las juntas no están debidamente selladas. Varios adobes presentan las caras limpias, eso indica que no existía ninguna vinculación entre hiladas.
Las puertas y ventanas deberán llegar, de preferencia, hasta la solera y si se requiere dinteles, éstos deben rebasar a cada lado del vano 40 centímetros, de lo contrario los dinteles romperán las esquinas de los vanos. Esta fisura es a 45°.
Cuando los vanos son mayores que la tercera parte de la longitud del muro, se concentran muchos esfuerzos y la rotura es casi inevitable, transformándose este vano en un posible plano de falla.
Es recomendable que se coloque algún tipo de refuerzo en el antepecho.
Las soleras o cadenas de cubierta que pueden ser de madera o de hormigón armado deben estar debidamente ancladas a las paredes, así se logra que se consolide y

sujete la cubierta contra el muro y que la transmisión de los esfuerzos sea más uniforme, ala vez que la solera actúe como un collar superior que evite la fisuración de las esquinas y encuentros de muros.

La cubierta mal diseñada, las soleras sin anclaje a los muros, los muros de mala calidad y con mucha altura.

En el caso de los muros con un extremo libre, la solera tiene una vital importancia. Si el anclaje no es adecuado el muro flamea y colapsa.
La cubierta debe ser diseñada de manera que no produzca empujes laterales en los muros que pueden desestabilizarlos.

Este elemento, tradicionalmente pesado ya sea porque se lo construye con madera y teja de barro y, en muchos casos, se lo usa en la cumbrera como bodega de granos, produce importantes fuerzas de tracción que en ausencia de un elemento que las equilibre, expulsan al muro y colaboran con la fisuración de las esquinas, provocando en muchos casos que la cubierta se precipite al interior de la vivienda.
Las fotografías son elocuentes, en especial, respecto de cómo la cubierta mal diseñada provoca la expulsión de los muros y como éstos se desplazan fuera de su plano y colapsan.
Cabe en especial señalar que los muros colapsados corresponden a los que soportan la estructura de la cubierta y por su mal diseño no permiten absorber los esfuerzos de tracción que desplazan finalmente a los muros.
Por lo tanto en las cubiertas que usan el sistema de tijerales, es conveniente y necesario que “el sistema estructural del techado garantice la estabilidad lateral de los tijerales”.
Los muros de adobe o de bloques de terro-cemento (BTC) tienen la particularidad de fisurarse por las juntas de albañilería, por lo que es importante que los morteros tengan como mínimo la misma calidad que la de los adobes o BTC.
La mala calidad de trabes en el muro produjo una falla tipo sandwich y colapsó la mitad de éste.
Actualmente y pese a las dolorosas experiencias en los sismos pasados, la calidad de construcción, no en todos los casos, se mantiene con errores que antes se han señalado, como se puede observar en las fotografías siguientes.

Nótese como la construcción tiene poca mampostería y las esquinas son poco estables.

La Norma Ecuatoriana de construcción con Tierra

Por lo señalado varias instituciones nos hemos reunido con el propósito de elaborar una propuesta de Norma Ecuatoriana de Construcción con Tierra y, para tal fin hemos integrado el grupo **NORMATIERRA** conformado por:

- Escuela Politécnica Nacional
- ECOSUR
- FUNHABIT
- Ingeniería Alternativa/PROTERRA
- Markahábitat

El grupo debidamente reconocido por el Código Ecuatoriano de la Construcción dentro del "Capítulo de Norma para viviendas de uno y dos pisos" ha trabajado desde fines del año anterior y cuenta para la fecha con un borrador de Norma.

Esperamos lograr el debido aporte económico para realizar varios ensayos y simulaciones en el muro de reacción del laboratorio de la Politécnica, para verificar lo mandante mediante la Norma.

Se pretende que la Norma regule la construcción con adobe, tapial y mixta al igual que la restauración y recuperación de monumentos históricos.

Conclusiones y recomendaciones

El análisis de los casos observados, con frecuencia lamentablemente, torna necesario advertir sobre la importancia de que las construcciones en y con tierra se ajusten a normas técnicas y, en caso de no existir recomendaciones expresas, se rijan por lo menos a los criterios fundamentales de sismo resistencia en la construcción.

Es importante e imperativo –por responsabilidad con la comunidad- que se logre normar la construcción con tierra y en general con materiales alternativos y de esta manera "formalizar" el uso de estos materiales y exigir la capacitación de los técnicos en todas las instancias de formación.

El trabajo comunitario debe ser debido y responsablemente organizado. No cabe la improvisación cándida o audaz, ni la presencia de trabajos de obreros no calificados que ejecuten tareas para las que no están capacitados.

Esto sucede con frecuencia en la construcción de viviendas generalmente promovidas por organizaciones que en el afán de reducir los costos utilizan mano de obra comunitaria no capacitada, carente de supervisión, cuyos resultados, en algunos casos, son expuestos en este documento.

La construcción en tierra debidamente ejecutada, es estable. Lamentablemente la carencia de normas hace que se omita mucha información existente sobre criterios adecuados para su construcción.

En la modalidad muy común de la minga en el área rural, donde las tareas de construcción se hacen de manera comunitaria y en el caso de las viviendas, todos hacen las casas de todos, es necesaria la capacitación a los líderes o jefes de construcción de las comunidades. Las experiencias personales de estas acciones han sido satisfactorias.

En el trabajo comunitario, la organización de tareas debe ser hecha técnica, y profesionalmente a conciencia, ya que éste garantiza la calidad de la construcción.

Quito, 20 de mayo de 2006