

Técnicas constructivas Prismoresistentes de bajo costo

Arq. Carlos A. Ríos Roux

GRUPO ALUHA, QUITO, ECUADOR, MAYO 2006

Perspectivas

Debemos generar nuevas formas de habitar, que respeten y utilicen la menor cantidad de recursos naturales. Tendremos que revalorizar las formas de habitar ancestrales y reconocer que los recursos naturales son agotables y que debemos cuidar y preservar como un legado preciado. Debemos mitigar el consumo irracional y transformarnos en seres que aportemos a la realización de la vida. Debemos reaprender a soñar e invocar, a sembrar y a cosechar, a diseñar y construir, a agradecer, festejar y compartir. Es indispensable potenciar nuestros recursos locales: identificándolos y promoviéndolos teniendo en cuenta las condicionantes del ecosistema, las características socioeconómicas y culturales de la población que lo habita y promover un democracia participativa local responsable que impulse la cogestión comunitaria de los recursos, lo cual permitirá el compromiso de la sociedad civil de aportar al desarrollo sustentable.

Es prioritario reconocer que la sociedad ecuatoriana es plurinacional y pluricultural y que es necesario resolver los problemas de los habitantes desde su realidad local y con su participación integral.

Es posible el desarrollo sustentable si existe participación integral y comprometida de la comunidad. No existe participación de la comunidad, si ésta no está involucrada en la gestión de los recursos y en el control sobre los procesos y productos.

Si queremos un sistema político participativo debemos implementar mecanismos jurídicos,

que permitan que la comunidad organizada conjuntamente con el poder político local y nacional, los demás organismos y gremios de la sociedad civil, las universidades, las empresas y otras, realicen proyectos de interés comunitario.

Uno de estos proyectos tiene que ver con la construcción. Es sabido que estos proyectos, especialmente los de vivienda generan ocupación de mano de obra y contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Si se avanza a proyectos participativos en el ámbito de la construcción, podremos tener soluciones integrales que generen proyectos prioritarios, empresas de la comunidad y diseños que potencien los recursos locales.

Los proyectos de construcción de infraestructura, equipamientos o viviendas, propuestos por el Estado en cada localidad deberán ser elaborados con la comunidad involucrada y en su realización ocupar mano de obra local e incorporar procesos de capacitar y transferir conocimientos y otros recursos de forma que se genere un efecto multiplicador positivo en la comunidad y se consiga sustentabilidad de los proyectos a mediano y largo plazo.

Se debe promover asentamientos que refuercen la gestión comunitaria y que respeten las culturas propias de la localidad y el ecosistema. En el ámbito barrial desarrollar urbanizaciones que contribuyan a revalorizar los espacios comunales reforzando los lazos solidarios y el control grupal, mejorando las condiciones de vida del barrio y además realizar organizaciones de habitación, producción y de servicios que mejoren el ingreso familiar.

En el área de la construcción de viviendas populares hay que tratar de potenciar los recursos locales, sean estos de materiales de construcción, de técnicas apropiadas, tanto para la edificación como para el uso de las energías y diseñando espacios y formas que respondan a la cultura y al ecosistema local.

Hay que procurar transferir técnicas constructivas a la población para generar empresas comunitarias y vincular a la vivienda, con la producción y el empleo. Como respuesta a los múltiples problemas, las NNUU proponen que: " Es irrealista imaginar que podemos comenzar lograr un desarrollo sostenible si los países no reconocen la necesidad de preparar y ejecutar planes nacionales de utilización de las tierras. La protección efectiva y uso óptimo de los recursos de tierras frágiles solo puede ser posible con una planificación". "Muchos recursos de tierras valiosas estarían mejor protegidas a través de una política que promoviera asentamientos urbanos de alta densidad y la consolidación de asentamientos mas pequeños en áreas rurales. Una política de gestión de tierras eficiente tiene que tener como meta la racionalización de tenencia de tierras, mejorando las condiciones del pobre, tanto en áreas rurales como urbanas. Sin un acceso a la tierra, la necesidad de vivienda de poblaciones crecientes en los países en desarrollo, produciría un desarrollo caótico, especulación de tierras, ocupación de tierras marginales y ecológicamente frágiles y el empeoramiento de la situación ambiental de los grupos desfavorecidos y económicamente vulnerables".

"Además esto involucra reconocer que los problemas son, a menudo más claramente solucionados a nivel local que a nivel nacional. El primer paso es otorgar poderes de decisión y recaudación de ingresos a ciudades y pueblos de todos los tamaños. Esto le permitirá identificar y usar las nuevas fuentes de ingreso para buscar oportunidades de desarrollo sin las excesivas restricciones de las autoridades centrales y regionales". Si se enfoca la problemática integralmente y se obtienen recursos económicos adecuados y se minimizan tiempos y gastos de

intermediación, se promueva el empleo y se potencie los recursos locales, se contribuirá a elevar la calidad de vida de los sectores sociales mas carenciados.

Algunas de estas técnicas han sido premiadas a nivel de Ecuador y de la región Andina..

Técnicas Apropriadas de Construcción

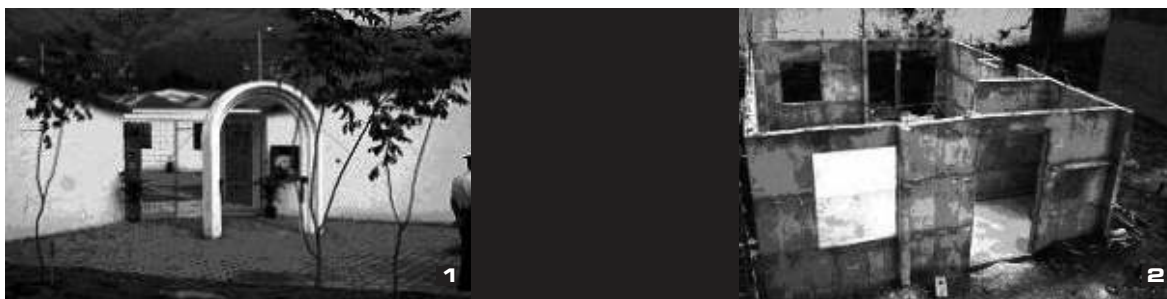
Si bien existen muchas técnicas desarrolladas las cuales convienen identificar, hemos realizado en equipo varias investigaciones que se han plasmado en propuestas que han sido aplicadas en algunos proyectos.

Antecedentes Constructivos

Ecuador es afectado por vientos, deslaves y sismos, los que generan en las construcciones, empujes horizontales. Los suelos por lo general son heterogéneos y tiene una morfología variable. El diseño de las estructuras presenta problemas si son concebidas como sistemas planos. No siempre se investiga la ubicación del centro de masa (donde se genera la acción), ni la del elastocentro (centro elástico donde se genera la reacción) y por eso cuando la distancia entre los dos centros es del orden de 2 metros se produce un girógeno o momento de fuerza que tiene dos componentes: una paralela al eje vertical del edificio y otra perpendicular, las que producen efectos flexores y torzores, provocando desastres en los pisos centrales de edificios altos.

En los edificios en altura, por lo general, las placas horizontales entregan su carga mediante columnas por las que baja la presión al suelo por intermedio de plintos aislados. En suelos heterogéneos a veces se producen hundimientos diferenciales que pueden invertir la marcha de los girógenos o momentos de fuerza.

En vivienda individual de crecimiento vertical progresivo muchas veces se comienza con un tipo de sistema constructivo y materiales determinados y se cambian en los pisos sucesivos. Esto hace que la estructura sea heterogénea y se comporte de forma débil frente a los empujes laterales.



Todos estos antecedentes nos han llevado a diseñar algunas técnicas constructivas a las que llamaremos "prismoresistentes", las cuales resisten movimientos sísmicos de la décima magnitud de la escala Mercalli Modificada, con una aceleración de 1.001 a 2.5m/s². Estas técnicas son de menor costo que las similares, se adapta a las condiciones medioambientales, pudiendo inclusive ser utilizadas en terrenos de fuerte pendiente, actuando como muro de contención y también se puede construir edificaciones separadas del suelo natural.

En lugares donde el costo del acero es elevado, es conveniente tener en cuenta para el diseño estructural, la utilización de los siguientes materiales: la madera, la caña guadua, las mamposterías armadas (mampuestos de tierra estabilizada, cerámica y hormigón) y el hormigón débilmente armado. En el caso de utilizar madera, se debería optimizar su uso eligiendo maderas semiduras y blandas (crecimiento del árbol en tiempo no mayor a 20 o 30 años). No se debería utilizar las maderas duras, porque nadie está interesado en plantar un árbol que se coseche en un periodo mayor al señalado.

Resumen de Sistemas Constructivos Prismoresistentes Propuestos

En el espacio la figura indeformable es el tetraedro. Esta figura es la base de la resistencia estérea articulada y por esto el nombre de prismoresistencia.

La idea de una estructura de resistencia uniforme se funda en una distribución de esfuerzos igualmente uniformes, en las que todos los elementos se sostienen a sí mismos y colaborando con el resto. Estas formas uniformes tienen menos volumen construido

en relación al espacio habitable, existe articulación total entre elementos verticales y horizontales que dejan solo continuidad en las placas de entresuelo y cubierta. El centro de masa y el elastocentro coinciden, lo que evita los efectos torzores en caso de sismos.

El sistema diagonal contra diagonal extendido a todas las membranas, sean horizontales o verticales, proporciona una extraordinaria resistencia al conjunto imposibilitando los asentamientos diferenciales. Las paredes, al estar armadas, pueden funcionar como vigas de apoyo con sección doble "T" que les permite aberturas y obtener grandes luces y voladizos con reducción de materiales y costos. Se puede separar las construcciones del suelo natural lo que potencia su uso para fines agroproductivos y ecológicos. Este tipo de estructuras permite edificaciones de crecimiento progresivo con incremento de la seguridad de por lo menos dos veces en la parte estática y casi diez en la experimentación dinámica.

Sistemas Constructivos Prismoresistentes

Merecimientos y autores

1. Sistema Constructivo ALAHUA en madera. Primer premio Concurso Acuerdo de Cartagena, Lima – Perú, 1987
Premio Bienal de Arquitectura de Quito, 1983
2. Prismoresistente de hormigón armado. Primer premio concurso nacional GTZ-JNV-BEV, Categoría Sistemas Constructivos de Bajo Costo, Ecuador, 1992
Premio Bienal de Arquitectura de Quito, 1992
3. Mampostería sin juntas. Primer premio concurso nacional GTZ-JNV-

BEV, Categoría Componentes de construcción de bajo costo, 1989.

Adicionalmente hemos desarrollado técnicas constructivas utilizando como material fundamental, la caña y la tierra estabilizada, tipo tapial reforzado con madera. Con apoyo de las NNUU estas técnicas fueron difundidas en el Simposio CIB-RILEM, México 1989. Además se han presentado en diversos eventos en Ecuador, Francia, Argentina, Honduras, Cuba y Uruguay.

Con apoyo de la Red CYTED XIV C, de Transferencia Tecnológica para el Hábitat Popular, se realizó en Octubre del 2003, un Seminario Iberoamericano de Postgrado en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, donde se difundieron estas tecnologías desarrolladas en Ecuador.

Estas técnicas son parte del programa de estudios y conferencias periódicas en la FAD-PUCE.

Sistema Constructivo Alahua en Madera

El Sistema Constructivo ganador del Primer Premio del Concurso Internacional convocado por el ACUERDO DE CARTAGENA, fue concretado en un proceso de diseño, aplicación y mejoramiento progresivo desde el año 1981 en Ecuador por el Grupo ALAHUA, básicamente los Arqs. Carlos Ríos Roux, Fernando Chaves, Luis Gallegos y la colaboración de la Arq. Ana Falú.

Para el concurso subregional sobre sistemas constructivos a base de madera del Acuerdo de Cartagena, se hizo algunos aportes al sistema de parte del Arq. Carlos Ríos Roux e Ing. Alberto Larrea y colaboró el Ing. Carlos Bastidas. Los diseños arquitectónicos para el concurso fueron realizados por el Arq. Carlos Ríos Roux.

Los aportes al sistema constructivo se realizaron en la placa de entepiso, creando alternativas de utilización de madera de diferentes longitudes así como el reforzamiento de dicha placa con una platabanda inferior



Antecedentes y Criterios Básicos 3

La Asociación Latinoamericana para la promoción del Hábitat, el Urbanismo y la Arquitectura (ALAHUA) diseñó un sistema constructivo en madera enmarcado en un programa de desarrollo integral llevado a cabo conjuntamente con la gestión de la Municipalidad del Puyo, período 1981-85 presidida por el Sr. Rafael Sancho y con la participación de algunas organizaciones populares locales: CONFENIAE, OPIP y AITAP. Algunos de los objetivos del programa eran potenciar los recursos locales, generar mayor valor agregado a la región y fomentar las posibilidades de empleo en la zona. Para el programa habitacional la propuesta contemplaba la utilización de la madera abundante en la zona, como recurso idóneo para las construcciones y utilizar los recursos humanos conocedores del procesamiento de la madera.

Se buscó desarrollar un modelo basado en un sistema constructivo integral que permita la producción en taller de un sistema abierto de componentes de madera intercambiables, que establezca un número mínimo de componentes con máximas posibilidades de combinaciones, que se base en un sistema de coordinación modular; que posibilite el crecimiento dentro de una red de soportes, sin afectar espacios habitables existentes y sobre todo sin levantar o rehacer cubiertas de techo; que permita el mejoramiento progresivo mediante el reemplazo de componentes; que sea flexible admitiendo fáciles transformaciones, que pueda montarse simplemente sin requerir equipos de izaje sofisticados, posibilitando la

terminación rápida del montaje de la cubierta permitiendo el trabajo bajo techo, de terminaciones, cerramientos, pisos e instalaciones; que se base en elementos livianos, cuyo peso máximo no sobrepase a los 150 Kg.; que sea de costo accesible para el usuario, que permita independizar las construcciones y las formas de utilización de los espacios, de los accidentes y de los problemas y dificultades climáticas, minimizando los movimientos de tierra, las cimentaciones, los drenajes o las redes técnicas emplazadas, posibilitando una ocupación intensiva del suelo, una densidad máxima óptima, y una maximización de las áreas de uso colectivo.



Descripción del Sistema

El sistema constructivo denominado ALAHUA, se compone esencialmente de bastidores de pared, entepiso y techo, los que se complementan con elementos lineales de columnas, vigas y tensores.

La estructura es estérea, y está conformada por la interrelación de estos componentes que trabajan en forma interdependiente para contrarrestar y resistir las cargas verticales y horizontales.

El sistema se basa en la aplicación de una coordinación modular ajustada sobre una trama escocesa de 10-30 cm. y una subtrama de 2 cm., con una trama estructural de: 0.40 - 3.20 - 0.40 m.; 0.40 - 6.80 - 0.40 m. Esto genera un sistema abierto permitiendo una gran combinación de posibilidades espaciales con un mínimo de componentes, o simples variaciones de los mismos.

Esencialmente es un sistema de tablas con

secciones de 0.02 m. La sección mas gruesa de los elementos está en el centro de la columna y tiene 0.06 x 0.06 m.

Es factible usar solamente maderas de longitudes 2.40 - 2.50 m., aunque en bastidores de entepiso, techo y vigas puede simplificarse su construcción con madera de 3.30m. de largo. La coordinación modular posibilita además usar diferentes tipos de materiales en sus cerramientos, así admite paredes de madera, de bahareque, bloque, adobe, ladrillos y en los techos diferentes tipos de materiales de cubierta. Esta versatilidad permite realizar mejoramientos progresivos del espacio construido mediante el reemplazo de componentes y materiales. El sistema es totalmente desarmable en sus componentes originales, permitiendo un fácil traslado y sustituir cualquier elemento sin afectar la construcción.

La cubierta inclinada está pensada para tener un crecimiento similar al de una plana, es decir, crecer en dos direcciones.

El sistema está planteado para llegar a viviendas de hasta tres pisos de altura. Los componentes del sistema constructivo son elementos livianos. Los bastidores más pesados no sobrepasan los 80 Kg. lo que los hace manejables. Son de fácil transporte y no requieren equipos especiales para su montaje. Es factible armar la estructura y techar en tres pisos de altura en 8 días. En caso de ser posible usar algún sistema de izaje mecanizado, esto permitiría acelerar los plazos de montaje.

La producción en taller permite un control de la calidad del producto y la reducción del tiempo. El cálculo de la viga del bastidor de entepiso nos da que el volumen necesario es de 0.006 m³ y el existente es de 0.018 m³, lo cual es tres veces más que el volumen necesario para una carga de 5 KN por m², que tiene en cuenta una carga viva de 4 KN, correspondiente a una escuela o similares.

El sistema constructivo ha sido probado en viviendas de interés social, aulas, centros comunitarios, lavanderías, puestos de salud, paraderos, etc., demostrando sus posibilidades.

SISTEMA CONSTRUCTIVO PRISMORESISTENTE DE HORMIGÓN DÉBILMENTE ARMADO

EL ECUADOR ESTÁ AFECTADO POR SISMOS PORQUE SU TERRITORIO CONTINENTAL SE ENCUENTRA EN UNA ZONA DE PLEGAMIENTO PERMANENTE Y SUS ISLAS SON DE ORIGEN VOLCÁNICO.

HEMOS CREADO UNA TÉCNICA CONSTRUCTIVA A LA QUE LLAMAREMOS "PRISMORESISTENTE" LA CUAL POSIBILITA LA APLICACIÓN AL HORMIGÓN DÉBILMENTE ARMADO; QUE RESISTE MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE LA DÉCIMA MAGNITUD DE LA ESCALA MERCALLY MODIFICADA, CON UNA ACELERACIÓN DE 1.001 A 2.5 M/S²; DE MENOR COSTO QUE SUS SIMILARES; QUE MINIMIZA EL CONSUMO DE ACERO; QUE SE ADAPTA A LAS CONDICIONANTES MEDIOAMBIENTALES, PUDIENDO INCLUSIVE SER UTILIZADO EN TERRENOS DE FUERTE PENDIENTE SOSTENIENDO EL EMPUJE DEL SUELO CON EL PESO DEL EDIFICIO Y QUE PUEDA APLICARSE A DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES.

Prismo Resistencia en Hormigón Débil

Definimos el hormigón débilmente armado como el que tiene un área de acero menor a 9 milésimas del área de hormigón correspondiente.

Para el análisis estructural de construcciones de este material planteamos como celosía estérea fundamental, láminas regulares de prismas de n. pisos como punto de partida.

Modelo Regular

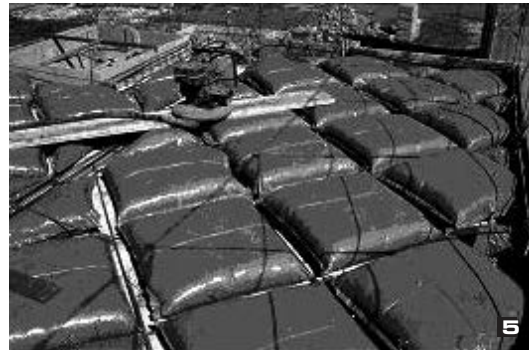
Llamaremos celosía estérea regular a aquella en la cual todas las barras verticales coinciden piso a piso.

En toda celosía estérea estructural hay tres direcciones de barras: verticales, horizontales y diagonales. En el caso del hormigón armado tanto las barras horizontales como las verticales, cuando son cruce de dos placas verticales las llamaremos pseudo-columnas, en el del cruce de una horizontal con una vertical las llamaremos pseudo-vigas.

Todas las diagonales deben estar extendidas por consiguiente son la armadura de acero de todas las placas y. está formada por un sistema diagonal contra diagonal para que trabajen alternativamente en caso de una sollicitación sísmica.

Para la conformación de la celosía estérea básica, eliminamos las contradiagonales superabundantes de las caras exteriores

sirviéndonos de la fórmula de la isostacia, $B=3N-6$ que dice que el número de barras de la celosía debe ser igual al triple del número de nudos menos seis.



La idea de una estructura de resistencia uniforme, se funda en una distribución de esfuerzos igualmente uniforme, en las que no hay elementos soportantes y soportados, elementos estructura y elementos carga. En la estructura uniforme cada elemento se sostiene a si mismo y ayuda a soportar el conjunto. Esto se obtiene haciendo toda la construcción dentro de un mismo plano, íntegramente de un solo material y compaginando las variaciones de materiales, en distintos planos.

El sistema diagonal contra diagonal extendido a todas las membranas, sean horizontales o verticales, proporcionan una extraordinaria resistencia al conjunto haciéndolo monolítico, imposibilitando así hundimientos diferenciales, cualquiera que

sea el suelo de apoyo. Se comprende que para el análisis de una estructura dinámica como un objeto tetradimensional que es, necesita un estudio estático estéreo y una comprobación dinámica. La estructura se la verifica solicitando un modelo no menor que un vigésimo y no mayor que un décimo de la realidad, con cargas normativas para lo estático y con un modelo acelerado horizontalmente en una mesa de oscilación con una aceleración de por lo menos un m/s^2 . Esto permite obtener diseños con incremento de la seguridad de por lo menos dos veces en la parte estática y casi diez veces en la experimentación dinámica.

Cálculo de las Placas

La cubierta, los entrepisos y a veces la placa de cimentación de las estructuras prismo resistentes están formadas por cajetonados de armadura reticular oblicua con respecto a las paredes con cuyos ejes hace un ángulo constante de 45 grados. El apoyo normal de las placas horizontales está a lo largo del perímetro rectangular de las paredes, cruces y vanos de las placas verticales, así apoyadas las placas horizontales se pueden calcular sus girógenos de vano y de apoyo, flexores y torsores que se presentan al armarlas con acero dispuesto diagonalmente, que reparte la carga que soporta la placa, igual en ambas armaduras.

En estas circunstancias se pueden calcular tanto los girógenos de campo como los de

apoyo, usando como luz común de las dos direcciones del ancho de la placa por $1,4142$, que es la raíz cuadrada de 2.

Con todo esto, todas las armaduras tienen la misma sección de acero cualquiera que sea la relación largo - ancho del rectángulo base, que por esa causa funciona elásticamente como una placa cuadrada, lo cual es muy importante en la economía de la armadura. En las esquinas, como disminuye la longitud, la sección del acero se puede disminuir. Esta disposición de la armadura permite obtener menor magnitud de oscilación. El cajetón más económico y seguro está entre los 90 y 70 cm dependiendo esto en mucho del sistema de modulación o material de aliviamiento que se ha seguido al diseñar el proyecto arquitectural.

Las bovedillas de hormigón deben prefabricarse al menos con 30 días de anticipación antes de que se pongan en obra, los burbujones de polietileno rellenos de aserrín, producen cielo raso liso y las bovedillas un artesonado característico.

Diseño de Seudocolumnas

En las estructuras prismoresistentes como en todas las demás, el largo de la columna es el dato arquitectural prefijado, el diseño solo comprende el dimensionamiento del área y de su forma para determinar su esbeltez. Para el diseño del área y de la forma de lasseudocolumnas debemos diseñarlas como si carecieran de armadura, es decir como si fuera de hormigón simple dejando la



armadura para que neutralice las presiones de corte que se presentan al ser acelerado horizontalmente el edificio por un sismo.

Cimentación

La prismoresistencia es compatible como estructura espacial solo con cimentaciones lineales. Para terrenos fuertes las vigas bandas de cimentación resultan sumamente económicas, para terrenos débiles las placas livianas o pesadas son soluciones apropiadas.

Generalidades

Hay dos aspectos importantes que influyen sobre la trabajabilidad y por lo tanto la economía del hormigón armado: la utilización de mojantes apropiados y cofres herramientas.

Los hormigones son de tres tipos que denominaremos: tres (contrapiso), cuatro (paredes) y cinco (entrepisos y losas), que se definen por el número de quintales de cemento que cada uno de ellos contiene por cada m³ de hormigón que se complementa con 800 lt. de grava, 550 lt. de arena, 120 lt. de agua y 120 gr. de detergente (mojante). El hormigón 4 y 5 debe vibrarse a una frecuencia de por lo menos 60 Hz.

Para comprobar la esbeltez de estas piezas las clasificamos en la siguiente forma: la de esquina o ángulo, la cruz y la te. Todas estas formas funcionan al pandeo como rechonchas por ser sus esbelteces siempre del orden de las unidades y su altura siempre menos que 5m. El área de las columnas rechonchas se calcula en m² dividiendo la carga en MN para la presión de seguridad en MPa. Las paredes forman con los entrepisos vigas cuya sección es una I que es el perfil mas resistente para piezas flejadas, esta condición hace que cuando se han diseñado correctamente se puedan alcanzar luces de hasta 20 m. libres y voladizos significativos a costos reducidos en relación a otras técnicas.

Una novedad especial de estas vigas pared es la posibilidad de colocarlas sobre el piso que van a sostener y pueden tener aberturas las cuales es conveniente ubicarlas en los os

tercios medios de la luz que salvan. Las directrices de estas vigas pared pueden ser líneas rectas o quebradas y en este último caso en cada cambio de dirección se debe contrarrestar la torsión que este cambio implica. Por la gran altura de estas vigas en relación a los vanos que deben salvar, el consumo de acero en ellas no llega a la décima parte de la economía que produce el acortamiento de las luces.

Resultados en Edificios

A la técnica constructiva prismoresistente de hormigón débilmente armado la hemos venido desarrollando desde tiempo atrás. En los últimos años se han realizado modificaciones para adaptar la técnica a vivienda de interés social.

Con la técnica prismoresistente de hormigón débilmente armado se han construido diferentes edificaciones. El mayor número de pisos construidos hasta la fecha es ocho. El vano mayor edificado es de 12x14m.

En el proyecto Turubamba de Monjas, auspiciado por el I. Municipio de Quito, en el año 1990 se construyó con esta técnica un prototipo de vivienda de interés social, habitable y de crecimiento progresivo. Esta edificación tiene dos pisos y un área construida de 68 m². La planta baja consta de sala, comedor, cocina, baño y escalera. La planta alta tiene espacio para tres dormitorios divididos por la viga pared. Las cantidades de materiales utilizadas en entrepiso, paredes, cimientos y pisos del prototipo son: 9 qq. de hierro (de 5.5 mm y 8 mm), 125 qq. de cemento, materiales pétreos: 10m³ de polvo de piedra y 10m³ de ripio.

Tiempo de construcción de prototipo: 60 días laborables. Si se realizan las viviendas en serie, los costos y tiempos de ejecución disminuyen. Si se dispone de cofres suficientes se pueden construir un grupo de casas habitables en 40 días laborables.

TAPIAL DE TERROCEMENTO ESTRUCTURADO CON MADERA DE EUCALIPTO ROLLIZO

CRITERIOS TECNICOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

EL SISMO ES UN MOVIMIENTO ONDULATORIO, DE LA CORTEZA TERRESTRE QUE TRASMITE PRESIONES DE COMPRESIÓN Y CORTE, LAS QUE PRODUCEN FUERZAS HORIZONTALES Y VERTICALES.

Para fines constructivos la magnitud, que más interesa en cuanto a sismos es la aceleración. Según la escala internacional de doce magnitudes de Mercalli, debemos tasar todos los sismos habidos en el Ecuador como de novena magnitud o menor (en los epicentros) por lo cual parece necesaria y suficiente una fuerza que esté entre el décimo y el vigésimo del peso de la construcción como fuerza horizontal de cálculo estático.

El peligro mayor, cuando las construcciones están sometidas a una fuerza horizontal, es el volcamiento del muro, lo cual ocurre en las paredes esbeltas y largas de más de tres metros sin trabas, o en los muros que carecen de contrafuertes y cuyo alto contenga más de diez veces a su ancho.

El Tapial

El tapial debe ser autoportante por su forma y dimensiones y debe estar estructurado de tal manera que la construcción actúe como un todo monolítico.

Se obtiene al consolidar en una tapialera apropiada una mezcla de una parte de gravilla que pase por una criba de 1,5 cm. y retenida íntegramente en una de 5 mm. con 19 partes de terrocemento producto de una mezcla de 30 partes de tierra con una de cemento.

La compactación se hace por capas de no más de un decímetro de espesor ya consolidado o lo que es lo mismo 16 cm. sin

consolidar. A las mezclas homogéneas de tierra areno-arcillosa o en su lugar limo-arcillosa, de granulometría apropiada, con proporciones de cemento que estén entre 1/10 y 1/30 del volumen de la tierra, debe agregarse la humedad crítica de compactación; siendo este, factor principal para su resistencia a la compresión y al desgaste. Aparte de la humedad, la homogeneidad de la mezcla es muy importante y ella sólo puede obtenerse si la tierra esta seca y finamente desmenuzada.

La tierra debe contener 50% de arena-limo por una parte y 50% de arcilla por otra. Este material se emplea para: cimientos, pisos y tapias. El tapial estará estructurado internamente por rollizos de eucalipto preservados de 5 cm. de diámetro y que van desde el cimiento hasta la solera. Debe tener una resistencia a la compresión de por lo menos 1 Mega Pascal lo cual es muy fácil de obtener en un muro de terrocemento de entre 30 y 50 cm. de ancho.

El terrocemento cuando se seca libre de toda presión se agrieta en proporción directa a la humedad que contenga durante la consolidación. La mínima contracción observada es aproximadamente de 0,005 de la longitud del muro y esta es la causa de las grietas verticales que ninguna traba puede evitar. Las grietas pueden eliminarse con juntas de ladrillo o de madera preservada.

Cimientos de Terrocemento

La mezcla de terrocemento para tapias con proporción doble de cemento, es un excelente material para cimientos de tapias y muros de bloques de este mismo material. Se debe corregir su exagerada capilaridad con una lámina de polietileno pegada al sobrecimiento con el mismo mortero. Sobre la lámina puede compactarse directamente el tapial.

Como en todo cimiento debe limpiarse el suelo de todo signo de vida vegetal y en cuanto al ancho debe ser mayor de 10 cm. al del muro que soportará.

Autores del Sistema Constructivo: Ing. Alberto Larrea Borja, Arq. Carlos A. Ríos Roux, Arq. Roberto Andrade y grupo ALAHUA, Sistema de madera. Coordinador técnico Arq. Carlos Ríos.

c a r l o s a l f r e d o r í o s r o u x

Uruguayo de nacimiento y Ecuatoriano por nacionalización. Arquitecto de la Universidad Central del Ecuador (1981). Coordinador Área Técnica FADA-PUCE 2006-2007. Profesor Pontificia Universidad Católica-Facultad de Arquitectura 1997 al 2006 y Coordinador Área de diseño de Universidad Intercultural Indígena 2002-2006.