

REPUBLICA DEL ECUADOR

**SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO
DE SEGURIDAD NACIONAL**

**INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS
NACIONALES**



PROPIEDAD DE LA
BIBLIOTECA DEL I.A.E.N.

**XIX CURSO SUPERIOR DE SEGURIDAD NACIONAL
Y DESARROLLO**

TRABAJO DE INVESTIGACION INDIVIDUAL

TECNOLOGIAS APROPIADAS AL SERVICIO DE LA
VIVIENDA DE BAJO COSTO

ARQ. LYLIA GUAMAN CORREA

1991-1992

DEDICATORIA

Al sacrificio de mis amados hijos,
María Fernanda y Juan Sebastián y
al amor y comprensión de mi esposo
Juan.

Lylia

INTRODUCCION.

El Ecuador se ha caracterizado históricamente, como un país eminentemente agrícola, dependiente siempre del avance tecnológico extranjero; existiendo por tal razón, problemas concretos en el ámbito regional y seccional, lo que ha traído como consecuencia un crecimiento desordenado de la estructura socio espacial, acentuando la crisis urbana y la implantación de la industria, sin ninguna reglamentación situación que no ha generado un desarrollo equitativo dentro del área urbana.

Los grupos migratorios campo-ciudad, en busca de fuentes de trabajo, contribuyen a acrecentar los problemas de los centros urbanos, principalmente en Quito y Guayaquil. Son estos grupos los que crean en las ciudades los cinturones de marginalidad carente de servicios básicos, infraestructura, comunicación, transporte, etc. A esto se suma el éxodo campo-ciudad que acentúa la crisis urbana manifestada por el crecimiento desmesurado de estas áreas con las consecuencias anteriormente anotadas.

Dentro de las varias manifestaciones de la crisis urbana, se encuentra el de la vivienda, problema que aflige a todos los sectores populares, cuya demanda, en la actualidad ha generado un déficit en cifras globales de

939.000 unidades.

Dentro de este déficit están las viviendas que no cumplen con los requerimientos de superficie habitable por persona, en las que se registran carencia de: agua potable, energía eléctrica, servicios básicos, eliminación de aguas servidas; lo que demuestra que una gran parte de la población carece de estos servicios de infraestructura.

Tradicionalmente el gran conglomerado, es decir los estratos sociales de menores ingresos, no han tenido la posibilidad de acceder a una vivienda debido a los altos costos que éstas representan, viviendas que han sido encarecidas por la introducción de modelos y tecnologías de los países desarrollados, por las imposiciones de los organismos financieros internacionales, por las normas, ordenanzas convencionales, por el uso de materiales importados y por no existir una ley que regule el valor del suelo.

El proceso evolutivo de las técnicas constructivas hacia la prefabricación o industrialización de las viviendas, es irreversible, en la medida que aumenta el mercado, experiencia que ya ha sido iniciada en otros países de América Latina. Mas no ha resultado una solución eficaz para la vivienda económica.

Los precios de las viviendas construidas con sistemas prefabricados e industrializados han resultado más

caras que las construidas con sistemas convencionales.

Surge la necesidad entonces de rescatar los sistemas constructivos tradicionales, introduciendo variaciones tanto en la elaboración de materiales como en los sistemas constructivos. Buscar Tecnologías Apropriadas que permitan abaratar los costos de las viviendas y tecnologías que se basen en conocimientos populares con un ponderado nivel entre técnicas ancestral y moderna.

CAPITULO I

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA VIVIENDA TRADICIONAL

SERRANA

La vivienda así como el desarrollo urbano es un proceso en el que se integran a través del tiempo, recursos de distinta naturaleza y, lo que es más importante, de variados agentes que se relacionan a componentes ambientales propios y yuxtapuesto en un lugar.(1)

Partiendo de este concepto tan amplio de lo que es una vivienda, considero necesario realizar un análisis general de la región donde se localiza la vivienda en estudio.

La caracterización de la vivienda se explica a través de las influencias de carácter histórico y de medio ambiente. En el análisis de esa historia tenemos que antes de la época de la colonia el espacio estuvo ocupado por asentamientos localizados cerca de sitios estratégicos que les permitían subsistir. Realmente, es muy poca la información que existe respecto a los asentamientos poblacionales serranos.

Algunos estudios señalan que la vivienda primitiva

(1) Consejo Superior de Investigaciones Científicas Eduardo Torroja. Tecnología para la vivienda de Interés Social en Iberoamérica.

debió ser construida con materiales vegetales que existían en la zona; posteriormente, evoluciona la vivienda y los sistemas constructivos. Encontramos el bahareque, tal como subsiste en la actualidad, el bloque de cangahua, cimientos de piedra con mortero de barro, el muro de piedra con cubierta de paja y la pared de mano. Aparece aquí la influencia española en los sistemas constructivos.(2)

Durante el siglo XV, época de la Colonia, se construye masivamente en adobe, luego en ladrillo y ocasionalmente en tapial que es de origen español. Debo aclarar que el tapial viene a ser prácticamente la pared de mano que mucho antes fue desarrollada por nuestros aborígenes.

Es necesario señalar que no hay unidad de criterio en los investigadores. Respecto a la presencia del adobe, se señala que posiblemente ya existió antes de la llegada de los españoles.

Del análisis del uso del espacio y sistemas constructivos encontramos en la Sierra dos zonas claramente definidas. Una zona baja comprendida entre los 2.000 y 3.000 metros de altura y otra que va desde los 3.000 hasta los 4.000 metros, es decir la zona de los páramos zona alta.

(2) Fernando Flores Gonzáles - Manuel Pérez Zaldumbide.- Sistemas Tradicionales de construcción
Informe 1 febrero/84.- pág. 5

El clima dominante de la zona baja es el ecuatorial mesotérmico-húmedo, la temperatura varía entre 10 y 20 grados. También se observa una zona más baja de los 2.000 metros de altura caracterizada por un clima mesotérmico seco, con temperaturas entre los 18 y 22 grados.

La zona alta se caracteriza por tener un clima ecuatorial de alta montaña, la temperatura media es 6 grados con variaciones entre los 0 grados y 20 grados, las lluvias son permanentes pero de débil intensidad, los materiales vegetales que dispone esta zona son la paja y madera de arbustos de monte.

Las dos zonas poseen una diversidad de suelos aptos para la construcción en tierra y el desarrollo de técnicas como el adobe y el tapial limitándose el empleo del bahareque, ya que la madera es un material de paulatina extinción en la parte alta.

Con la venida de los españoles aparecen los términos área rural y urbana. Es pues, en la Colonia con el desalojo de tierras a las comunidades, donde se produce el desplazamiento de la población indígena hacia las estribaciones de la cordillera, ocupando la zona alta de la

región andina, la comprendida entre los 3.000 hasta los 4.000 metros de altura. Aparece así, el área rural.

El área urbana viene a constituir la zona baja de la región, comprendida entre los 2.000 y 3.000 metros de altura, que es ocupada por la población mestiza. Se establece así dos formas de vida diferentes, consecuentemente características propias de la vivienda urbana y de la rural.

La marginación de la población indígena a ocupar las altas tierras improductivas subsiste hasta el momento, es donde prácticamente no ha existido influencia española en los sistemas constructivos ya que en la actualidad aquí se localizan los sistemas constructivos precoloniales.

La transferencia tecnológica de la época de la Colonia se manifiesta con mayor intensidad en los sistemas constructivos empleados por la población urbana, en la habilidad de los artesanos especialmente de las provincias de Azuay y Tungurahua.

1.1. LA VIVIENDA URBANA TRADICIONAL

La vivienda estudiada, se localiza en la región de la Sierra, área urbana poblaciones de origen mestizo y ocupa los valles interandinos comprendidos entre los 2.000 y 3.000 metros de altura, es la zona en donde se han implantado las principales ciudades como Quito, Cuenca, Riobamba, Ambato y Latacunga. Esta área dispone de una gran cantidad de

materiales vegetales y especies forestales así como de una gran cantidad de pétreos. Esta zona posee una diversidad de suelos aptos para la construcción en tierra y el desarrollo de técnicas como el adobe, tapial y bahareque.

La ciudad colonial existió con algunos asentamientos indígenas tanto en el aspecto espacial cuanto en la complementariedad de sus funciones económicas, aspectos que influyeron en los procesos de crecimiento demográfico y de densificación urbana.

La conquista española, destruyó todo lo existente en el continente Americano, se impuso la cultura colonial y la trama octogonal. Trama ortogonal definida por manzanas y calles, organizadas por un sistema de plazas principales y secundarias rodeadas de edificios públicos, religiosos y de gobierno, fueron la manifestación de la expresión urbana y arquitectónica de la época.(4)

La estructura colonial típica de los trazados coloniales se superpuso a los asentamientos, espacios de producción intercambio, residenciales, autóctonos y a la topografía accidentada.

Este período de nuestra arquitectura , está caracterizado por la implementación de modelos urbanos

(4) Moya Tasquer Rolando/Peralta Evelia.- Arquitectura Contemporánea 20 Arquitectos Pág. 12 - 13

arquitectónicos correspondiente a un modo de vida, cuya célula era una familia de tipo patriarcal.

La vivienda fue desarrollada como unidad de manzana siguiendo un esquema organizativo básico, de soporte al trabajo y vida familiar de acuerdo al nivel socio económico, y estructurando los espacios alrededor de patios y puertas. Las casas eran de forma rectangular en otros casos cuadrada, el material básico era la tierra, piedra y madera. En esta época se origina una ocupación vertical del espacio, tal es la nobleza de estos materiales y sistemas constructivos que, a pesar de las condiciones climáticas y desastres naturales, permanecen hasta la actualidad.

1.2. TIPOLOGIAS DE VIVIENDA TRADICIONALES.

Es necesario señalar que se pueden encontrar varias tipologías determinadas por la organización del espacio, por funcionalidad y por el sistema constructivo, pero al conjugar todos estos factores se ha determinado una sola tipología.

La tipología de la zona, considerando los aspectos de organización del espacio, funcionalidad y sistema constructivo, es la vivienda de tipo rectangular de tierra (adobe) que se asientan sobre una cimentación corrida de piedra. En algunos casos, se observan zócalos sobre cimientos en piedra; en algunos casos la vivienda es de dos pisos y los entrepisos se construyen colocando las

vigas de madera de eucalipto, directamente sobre las paredes de tierra, la cubierta es generalmente de teja y a cuatro aguas.

CAPITULO II.2. TECNOLOGIAS APROPIADAS TRADICIONALES.

Se dice que una tecnología es apropiada si se adapta a las condiciones específicas de un lugar determinado. Se debe destacar que el concepto de tecnología apropiada se refiere a diversos procesos. Puede implicar transferir técnicas exógenas, cuando las condiciones del contexto original coinciden con las del lugar de aplicación, o recuperar técnicas empíricas de valor potencial, dentro de cierto contexto, o innovar métodos y procedimientos de aplicación determinadas técnicas, o por último generar nuevas técnicas mediante procesos de investigación y desarrollo cuando los conocimientos existentes no sean suficientes para resolver demandas tecnológicas específicas.(5)

Muchos concuerdan en que la tecnología apropiada se debería llamar Tecnología Adecuada. "Tecnología Adecuada es un término que implica una visión particular de la sociedad y de tecnología.

Sugiere que esta última no es natural, ni evoluciona en una dirección única. Reconoce que los distintos grupos culturales y geográficos, tienen

(5) Consejo Superior de Investigaciones Científicas.- Instituto Eduardo Torroja.- Tecnología para viviendas de Interés Social en Iberoamérica

tecnologías diversas que son apropiadas a sus circunstancias, y que la autodeterminación tecnológica es especial para la identidad cultural y la independencia política. (6)

Hoy en día presenciarnos un abandono de las técnicas tradicionales y de saber popular, debido a una búsqueda por mejorar el modo de vida. Pero la respuesta al mejoramiento del propio habitat, no está en el cambio de materiales y técnicas sino en el desarrollo y mejoramiento de los propios métodos tradicionales de construcción.

El desarrollo tecnológico que la ciencia ha experimentado puede y debe ser útil para proponer métodos tradicionales que hemos heredado del saber popular.

La tecnología apropiada es autónoma por naturaleza, y es de gran utilidad, no solo para reducir los altos costos de los materiales importados y de materiales que necesitan un alto consumo energético para producirlos como es el caso del cemento, hierro, asbesto cemento etc, sino también para promover la reintegración de la arquitectura a la cultura y tradición popular.

Actualmente existe la preocupación por recuperar

(6) Consejo Superior de Investigaciones Científicas.- Instituto Eduardo Torroja.- Tecnología para viviendas de Interés Social en Iberoamérica

la sabiduría popular, en técnicas constructivas y plantearlas a manera de nuevas alternativas, no convencionales y de bajo costo.

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

Al referimos a las características generales de las tecnologías, encontramos que las podemos agrupar dos grandes grupos de tecnologías:

Un primer grupo, las que fueron desarrolladas hasta el siglo XV, es decir, hasta antes de la llegada de los españoles. Aquí se encuentra la técnica del bahareque que fue desarrollada tal como se la encuentra en la actualidad. Otras como el bloque de cangahua, muro de piedra y pared de mano piedra pómez, se encuentran en proceso de extinción o han desaparecido.

En un segundo grupo están, las tecnologías que se desarrollaron desde el siglo XV hasta 1930, que es a partir de donde aparece el hormigón y el hierro, de uso popular hasta la actualidad.

Estas tecnologías tienen influencia española y entre ellas constan el adobe, tapial y ladrillo. En su mayor parte se les localiza en el área urbana, en las zonas cercanas a las ciudades del Callejón Interandino.

Las tecnologías del bahareque, adobe y tapial han

sido los sistemas constructivos dominantes empleados con mayor frecuencia, transmitidos de un grupo a otro que forman parte de la tradición, de la cultura del pueblo, por lo que serán motivo de un análisis más profundo posteriormente.

Al referirnos al primer grupo, tenemos el sistema constructivo con bloque de cangahua. La cangahua es un material que solo en ciertas zonas interandinas se lo encuentra, se caracteriza por ser un excelente aislante térmico, es tierra endurecida por la humedad y la presión, es una mezcla de pequeñas rocas calcáreas de estructura porosa, esponjosa y seca, de color amarillento.

Es de fácil trabajo y se la empleaba en la construcción de los muros de la vivienda. Algunas viviendas con este sistema se encuentran en la provincia de Tungurahua como en la del Chimborazo, en donde se observa que se la utiliza para proteger a la vivienda del viento en una especie de cerramientos bajos, se observa que son colocados los bloques de cangahua unos sobre otros, tal como lo han tomado de la tierra. Es decir, son pedazos amorfos de aproximadamente 40 y 60 centímetros. (7)

La pared de piedra fue utilizada también como mampostería pero básicamente fue empleada en cimentación.

(7) Flores González/Pérez Zaldumbide.- Sistemas Tradicionales de Construcción Informe 1 febrero/84

Las piedras eran unidas con mortero de tierra.

La pared de mano fue otro sistema constructivo que, actualmente se encuentra en proceso de extinción, se basa en la construcción de muros con tierra del sitio, tierra que es apisonada con anterioridad para obtener plasticidad en la misma.

El ancho de esta pared es de 40 centímetros y nace desde la cimentación con 60 centímetros de profundidad; son muros que se levantan manualmente en capas de 80 centímetros de alto, que son colocadas una sobre otra, pero hay que tener la preocupación de que antes de colocar la siguiente, la anterior se haya secado; conforme avanza la altura, el ancho del muro disminuye.

Actualmente, muy rara vez se encuentra esta técnica en la construcción de muros de cerramiento por la zona aledaña a Tumbaco, en la Provincia de Pichincha.

Otro proceso constructivo que se desarrolló principalmente en la zona de Latacunga y sus alrededores fue de la piedra pómez, material de origen volcánico. Se utilizaba este material, en combinación con la piedra común, en la construcción de muros de viviendas concentradas y dispersas, así como en la cimentación de los mismos.

La contextura de este material es porosa, de poco

peso , de fácil labrado y de color blanco gris, permite realizar construcciones de varios pisos.

Hay dificultades de producción y deficiencias en el mercado de la piedra pómez y toda la producción del momento es llevada a Colombia.

Este material ha sido reemplazado en la zona por la producción del bloque de granillo y cemento.

Un proceso constructivo que no presenta características especiales, pero que fue común en la construcción de las viviendas antiguas, fue el de la mampostería de tierra con cubierta de paja (choza).

Encontrada con mucha frecuencia en el área rural, existió en gran variedad desde la planta circular de 4 o 5 metros de diámetro, hasta la rectangular de 60 metros. Las viviendas más grandes utilizan en la cubierta, una estructura de madera sobre la cual se amarra un malla de chaguarquero y sobre ésta una capa de carrizo amarrado cuidadosamente, para finalmente colocar la paja.

2.2 TECNICAS:

Analizadas las diversas tecnologías o procesos desarrollados en la construcción de las viviendas es necesario referirnos a sus técnicas, es decir, conocer como se realizan cada una de ellas.

Las técnicas que mayor representatividad han tenido en la construcción de viviendas han sido el bloque, adobe y tapial.

El bahareque, técnica que prácticamente no ha tenido influencia, la encontramos tal como originalmente se la construía.

El adobe es una técnica que tiene influencia española y fue la más difundida durante la época de la Colonia.

El tapial, se dice que esta técnica es de origen árabe y que fue traída por los españoles a América.

Estas tres técnicas han sido las más difundidas entre la población por lo que merece un estudio más exhaustivo.

2.2.1. Técnicas del adobe.

La tecnología constructiva del adobe, tiene su origen en América Latina en el siglo XV con la llegada de los españoles. Consiste básicamente en fabricar bloque de tierra con una consistencia suficiente como para construir mamposterías soportantes a una cubierta cuya estructura está hecha con madera de eucalipto con teja de barro cocido.

Las dimensiones y proporciones así como el sistema de trabajo son muy variados dependiendo la región donde están localizadas las construcciones (40x20x13; 60x38x17; 50x20x20; 45x20x20; etc).

Se ha podido detectar una acentuada uniformidad en dimensiones del adobe, a lo largo de la Región Interandina, desde el norte del país, parte de la zona central y sobretodo en las provincias del Cañar, Azuay y Loja.

Generalmente, se utiliza la misma tierra del sitio de construcción, a pesar que no todos los suelos son buenos para la fabricación de adobes; pues de acuerdo a varios estudios realizados se ha llegado a concluir que la proporción óptima de los componentes de la tierra para adobes es la siguiente: alrededor del 70% de arena y el 30% restante entre arcilla y lino. (8)

No se deben utilizar suelos cuyo contenido de sales supera el 30%.

2.2.1.1. Proceso de fabricación.

Selección de materiales necesarios.- La tierra para hacer adobes debe ser limpia conformada por

(8) Departamento Técnico Caritas Nacionales.- Normas para la Construcción en adobe.- Guatemala S.f. 1-37 Pág.

arena y arcilla preferentemente tamizada, retirándose las piedras, basura o residuos de la capa vegetal.

Los moldes deben estar hechos de madera dura (eucalipto), pueden ser individuales dobles o triples con asideros que faciliten su manejo y contruidos solamente por un cajón con paredes laterales lisas sin fondo ni techo. Las dimensiones interiores del molde, serán las dimensiones del adobe y los estudios realizados al respecto recomiendan que la longitud sea el doble del ancho más el espesor de una junta para facilitar el trabajo; en cuanto a la altura igual se recomienda no pasar de los 10 cm. para mejorar las condiciones de asentamiento de la mampostería.

Se debe disponer también de fibras vegetales o similares como paja, crines bagazo de caña, etc; en cantidad suficiente.

Preparación de materia prima.— Sobre un suelo firme triturar la tierra seleccionada, agregando agua y amasando barro con los pies o con la ayuda de animales, hasta conseguir una mezcla homogénea y plástica, a este barro agregar las fibras escogidas en cantidad suficiente (generalmente paja).

La mezcla preparada de esta manera, se la deja reposar de 4 a 8 días antes de proceder a elaborar los adobes.

Moldeado de adobes.- Es necesario disponer de un piso completamente plano y compacto para esentar el adobe. Hay que empezar batiendo nuevamente el barro agregando agua poco a poco hasta obtener una consistencia plástica para proceder a llenar el molde en forma homogénea y compactarla con las manos, luego se emparea la superficie empleando una regla o codal que a la vez sirve para quitar el excedente. Pasamos a desencofrar con un movimiento hacia arriba y si el adobe se deforma es porque la mezcla contiene mucha agua y si se quiebra está muy seca.

Para evitar que el adobe se pegue al molde es necesario limpiar éste con un trapo húmedo y espolvorear arena seca antes de cada uso.

Secado.- El adobe debe permanecer en el sitio de fabricación de 3 a 5 días, al cabo de los cuales se los puede parar y voltear para acelerar el secado. El tiempo total del secado dura aproximadamente 3 semanas, dependiendo de las condiciones atmosféricas. Luego de este tiempo se los puede cargar y apilar. (9)

Control de calidad.- A las cuatro semanas, la remesa de prueba tiene sus resultados: si el adobe tiene grietas o está deformado se debe agregar arena o paja respectivamente.

(9) Departamento Técnico Caritas Nacionales.- Normas para la Construcción en Adobe.- Guatemala

Sin en las mismas cuatro semanas el adobe no resiste el peso de un hombre normal, se debe agregar arcilla a la mezcla.

2.2.1.2. Comportamiento estructural y técnico

El diseño de la vivienda en adobe es bien concebida estructuralmente, porque conforma una caja resistente a esfuerzos laterales en las dos direcciones y porque no tienen una excesiva altura en relación al espesor de sus muros; las aberturas para puertas y ventanas siempre que guarden las medidas normativas, no debilitan a los muros.

Las construcciones con paredes de tierra tienen un buen comportamiento térmico; el coeficiente de conducción marca desplazamientos de 8 a 12 horas en un muro de 40 cm y una amortización térmica del 10% de la transmisión del calor.

Para lograr el óptimo comportamiento estructural y técnico es necesario observar las siguientes recomendaciones para la construcción de una vivienda en adobe:

- a) Construcciones de un solo piso
- b) Usar cimiento y sobrecimiento de hormigón ciclópeo, de tal forma que las paredes de adobe no tengan contacto con la humedad del suelo.
- c) La principal condición es el correcto trabado en la

mampostería de muros, existen varias maneras que ilustran este requisito (ANEXO 1).

- d) Los vanos para puertas y ventanas deben ser pequeños, estarán alejados de las esquinas.
- e) La altura de los muros no será mayor a 8 veces su espesor y la longitud será máximo 10 veces su espesor.
- f) Se debe usar una cadena superior de amarre preferiblemente de hormigón armado, y que puede a la vez servir de dintel.
- g) El adobe tendrá una altura aproximada de 10 cm. y será de buena calidad.

2.2.1.3. Recursos materiales, adquisición y mano de obra.

Los recursos materiales para vivienda en adobe son de carácter elemental: tierra del sitio, moldes de madera de eucalipto paja, o cabuya y agua.

Dadas las condiciones espaciales y socio-económico esta tecnología se encuentra vigente en las zonas rurales donde se desarrolla la autoconstrucción y la construcción con participación comunitaria.

De allí que no es factible la comercialización del adobe como tal.

Generalmente, existen en estas zonas, mano de obra especializada en adobe a pesar de que los conocimientos

sobre los mismos son muy difundidos en la población y se requiere únicamente albañiles con conocimientos sobre el uso del nivel, la plomada y el trabado de adobes.

2.2.1.4. Ventajas.

- a) La principal ventaja es la económica, ya que la base de la fabricación del adobe es la tierra, por lo que el costo no es elevado.
- b) No usa materiales ajenos a la zona, exceptuando el caso de que se quiera mejorar la resistencia del adobe añadiendo una pequeña proporción de cemento.
- c) Presenta un buen comportamiento térmico, apropiado para el clima frío de la serranía ecuatoriana.
- d) Buen comportamiento antisísmico, que deben ser consideradas en las recomendaciones de construcción.
- e) Especialización elemental de la mano de obra, lo cual hace factible la autoconstrucción.
- f) Posibilidad de mejorarlo (terrocemento).

2.2.1.5. Desventajas

- a) En razón de que el mortero que se utiliza en las juntas es elaborado con la misma tierra del adobe; estos presentan como una gran desventaja la poca adherencia del enlucido a la mampostería, produciéndose problemas de impermeabilización y deterioro. En el caso del adobe mejorado, lógicamente se mejorará también el mortero para las juntas y para el enlucido,

solucionándose con esto el problema de adherencia.

- b) Por sus condiciones, las paredes son muy anchas (48 cm), lo que dificulta su uso en el área urbana.
- c) Problemas de iluminación por las dimensiones pequeñas de las ventanas.
- d) Limitaciones en cuanto a diseño pues los vanos para puertas y ventanas a mas de pequeñas deben estar a cierta distancia de las esquinas 1.20 m.

2.2.2. Técnica del tapial

Este sistema es utilizado en la construcción de muros, está ampliamente difundido en el país a lo largo de la región interandina, sobrepasando su localización los 3.200 m. de altitud en el sector rural. Está identificada con el trabajo comunitario de las comunidades indígenas y es usado en las paredes de viviendas como en muros divisorios o cerramientos que delimitan la propiedad de los solares.

En cuanto a las variantes regionales, éstas son muy pequeñas, están determinadas por los moldes o tapialeras cuyo tamaño tiene muy poca variación sobretodo en el espesor 60cm; también se da el empleo de aditivos con el propósito de dar mayor consistencia al tapial.

La proporción óptima de componentes de la tierra para tapial debe contener el 45 al 50% de arena 15 a 25% de arcilla y hasta 30% de lino. En muchos casos, la construcción desde los cimientos se realiza con el mismo

material.(10)

2.2.2.1. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación del tapial es muy simple y se realiza en el sitio mismo de construcción, por tanto muchas veces se aprovecha la necesidad de nivelar el terreno para conformar la plataforma donde se asentará la vivienda obteniendo de esta manera el material para el tapial.

Es aconsejable realizar la cimentación con piedra a no menos de 40 cm. de profundidad.

a) Selección de materiales

Extracción, trituración y humedecimiento de la tierra con la ayuda de palos y picos; luego de lo cual se deja reposar la mezcla por lo menos un día.

La tapialera se la construye con madera seca de eucalipto y consiste en cuatro tableros (dos de 1,20x2,40 y dos de 1,20x0,60), además de varios listones y soguillas para arrastramiento de los tableros.

Una vez construídos los cimientos, se arma y nivela la

(10) Sotomayor, María Eugenia/Coello, María del Carmen.- Proceso Constructivo en Tapial: Cartilla para Autoconstrucción Cuenca 1985

tapialera.

b) Llenado y compactado.

La tapialera del tamaño anotado anteriormente, se llena con 30 palas de tierra y se compacta con la ayuda de un pisón, desde la periferia al centro; en caso de necesitar mayor compactación, por ejemplo cuando se realiza la cimentación del mismo material, se reduce a 20 el número de paladas para la misma operación anteriormente descrita, obteniéndose una capa compactada de alrededor de 10 cm de espesor; se repite la operación hasta llenar el módulo; se desmonta la tapialera y se comienza la operación en un módulo lateral.

Para continuar en sentido vertical es necesario dejar secar el módulo inferior por lo menos por un día.

Es el caso de viviendas de dos pisos, se deja secar los muros de la planta baja por lo menos 6 días antes de comenzar con el segundo piso.

La tierra compactada de esta manera, logra una resistencia a la compresión superior a 8 KG/cm².

c) Construcción de muros

Al continuar con la construcción de muros es necesario tener precaución de que el módulo superior quede

sentado sobre la junta de unión de los módulos inferiores, que permita tener un trabado regular en las esquinas, que es una de las fallas más comunes, el trabado se lo consigue haciendo una excavación de aproximadamente 10 cm x 10 cm, es una especie de canal a todo lo alto de la tapialera; canal que es llenado cuando se construya el nuevo módulo de pared quedando de esta manera trabados los muros entre sí.

En esta técnica deben ser previstos donde irán las puertas y ventanas, por lo que se deberá dejar los dinteles de madera embutidos en los sitios que correspondan, cuando se están elaborando los moldes.

Es necesario esperar que el muro del tapial se seque para proceder a excavar los vanos de ventanas y puertas.

Cuando las viviendas son de dos pisos, las vigas del entrepiso descansan directamente sobre los muros y se las coloca cada 60 cm. La cubierta puede ser a dos o cuatro aguas, pero es necesario señalar que la cubierta a cuatro aguas es la más apropiada para la construcción con tapial. Generalmente se emplea el eucalipto en la construcción de vigas y cubierta.

2.2.2.2 Comportamiento estructural y técnico.

El diseño común de la planta

simétrica permite obtener un sistema resistente a cargas laterales en las dos direcciones.

Algunas viviendas colocan una solera perimetral sobre, la que se coloca la estructura de la cubierta.

Se considera que un muro de 50 cm tiene un coeficiente de transmisión global de: 1k cal /h m² con un muro de 50 cm se obtendrá un desplazamiento de 13 horas y una amortización del 10% de la transmisión del calor entre las casas.

2.2.2.3 Materiales, adquisición y mano de obra.

El material base de la técnica del tapial es la tierra, la que se obtiene en los mismos sitios.

Para compactar la tierra se utiliza el pizón, herramienta construida en madera y su forma responde a la zona donde se va ha compactar. Para la construcción de los muros o módulos superiores se lo hace con la ayuda de una plataforma intermedia.

Las dimensiones de las tapialeres varían, pero las más comunes son de 2,20 x 1,70 x 0,6 m y de 2,40 x 1,20 x 0,60 m el espesor oscila de 50 a 60 cm.

Las tapialeras como el pizón son construidas con

madera de eucalipto, por lo que su fabricación es fácil, pero se requiere de personas que conozcan muy bien esta técnica para que puedan construir correctamente la tapialera. (11)

En lo referente a la mano de obra, si bien es cierto que esta técnica se desarrolla mediante el sistema de participación comunitaria, requiere de un equipo mínimo para su realización conformado por un técnico del lugar, viene a ser la persona que más práctica tiene en la ejecución del tapial, forma parte de este equipo un apisonador y dos paleadores, responsables de preparar la tierra y llenar la tapialera.

2.2.2.4 Ventajas:

- a) Es una técnica que permite la participación de la familia en la construcción de la vivienda, lo que representa un ahorro en mano de obra y a su vez la vivienda tiene un valor social diferente del que tiene una vivienda en la que no participa el usuario.

- b) Es una técnica de fácil asimilación por parte de la población los materiales son del lugar, por lo tanto fácil de conseguirlos.

2.2.3.5 Desventajas:

La principal es la referente a la disminución o espesor de sus muros; pues, sus diseños exigen áreas que dentro del área urbana, resulta casi imposible contar con terrenos amplios para construir viviendas de interés social.

Quedan muy pocos "TECNICOS LOCALES", por lo que hay una tendencia a que desaparezca esta técnica.

2.2.3 Técnicas del bahareque.

Es una técnica de origen preincaico es de tipo mixta en base de tierra y estructura vegetal.

2.2.3.1 Proceso de fabricación:

Generalmente, los cimientos son de tierra con una cimentación corrida, la profundidad de los cimientos depende la calidad del suelo. Sobre estos cimientos se coloca estructura de madera (eucalipto) la fabricación y montaje es el siguiente:

La cimentación corrida sobresale del piso de un 15 a 20 cmts y vienen a constituir los zócalos de cimentación sobre la cual se coloca la solera baja, o viga de madera de eucalipto, recibe las columnas que también son de eucalipto de 14 x 14 cmts, la unión de la viga o solera con la columna se la realiza con la técnica de unión de caja y espiga.

En la solera inferior debe hacerse unos orificios redondos donde se colocan los maderos verticales del tabique (pared).

En la parte superior las columnas se amarran con una solera superior, hay que tener cuidado de que queden bien hechos los ensambles de la solera inferior y superior; quedando así conformada la estructura.

Sobre la solera superior se asienta la estructura de cubierta, los elementos principales de la estructura de cubierta son de eucalipto, las vigas de madera se amarran con los chaguarqueros que son colocados horizontalmente cada 1,5 mts, sobre estos se sujeta el tiriado de chaguarquero cada 40 cmts, este tiriado recibe a una capa de carrizo que es amarrado al chaguarquero y finalmente se realiza un enlucido de tierra desde el interior y a veces también para el exterior; antes de proceder a colocar la teja.

a) Elaboración de tabiques (barequeado)

En la conformación de tabiques se utiliza el carrizo con el que se conforma una superficie continua, generalmente el carrizo se lo coloca horizontalmente a una distancia de 6 a 10 cmts distancia que permitirá el relleno del tabique, el carrizo es amarrado con soguilla, aunque en algunos lugares lo realizan con cabuya, quedando así conformada la estructura de los tabiques. Se procede luego a rellenar con barro los espacios internos dejados por el barro, una vez que ésta superficie se haya secado se realiza el

revestimiento de los tabiques con un mortero de barro con paja cortada en pedazos de hasta 5 cms de largo, el revestimiento permite obtener una superficie uniforme sobre la cual se coloca el empañetado.

El empañetado se lo realiza con un mortero que requiere una preparación especial, la tierra es escogida y mezclada con majada de caballo en una proporción de 1:1, con el fin de obtener un mortero de excelente calidad y duración.

2.2.3.2. Comportamiento estructural y térmico:

El bahareque es, entre los sistemas constructivos, el más apropiado para regiones sísmicas o suelos de mala calidad, debido a los materiales empleados, al bajo peso, al diseño y elasticidad de las juntas.

El diseño tradicional de la planta de la vivienda permite un correcto aislamiento lateral y superior.

Respecto a su comportamiento térmico no se han realizado mediciones pero hay el criterio generalizado de que las viviendas en bahareque tienen un confort térmico satisfactorio.

2.2.3.3. Materiales, adquisición y mano de obra.

Los materiales base para la construcción de ésta técnica son:

- La tierra, de fácil consecución, se la obtiene del sitio.
- Madera de eucalipto, debido a que la mayoría de las casas campesinas y gran parte del sector urbano emplean este material en la construcción y ante la extinción de las especies forestales han obligado a la siembra de bosques artificiales.
- Carrizo es una especie de caña que tiene de 2 a 3 cm de diámetro, alcanza una altura 3 mtrs , se lo encuentra abundantemente en las quebradas de la región andina posee una alta durabilidad natural y es utilizada como elementos soportantes del enlucido de cielo raso.
- Chaguarquero, se produce en la planta de cabuyo alcanza una altura de 4 a 6 mts y un diámetro aproximado de 10 ctms, posee una alta durabilidad natural contra insectos y hongos.
- Cabuya, la fibra de cabuya se la extrae de la hoja del cabuyo, con la que se elabora soguilla o se la utiliza como simple fibra para amarrar los ensambles de la

estructura puntual y la estructura de paneles del bahareque.

Estos materiales en su mayor parte existen en el lugar pero hay serias dificultades para conseguir el carrizo y chaguarquero, por lo que se realizan innovaciones para reemplazar el tabique de bahareque por otros materiales, que si bien pueden resultar económicos, no presentan una solución técnica satisfactoria, debido al distinto comportamiento de los materiales. Se plantea por ejemplo la utilización de bloque en vez del carrizo y barro.

- En lo que respecta a la mano de obra es factible conseguirla pues, no requiere personal especializado como tampoco exige la utilización de herramientas particulares, requiere de un buen porcentaje de trabajo manual y de carpintería.

- El grupo de trabajo generalmente se compone de tres personas.

2.2.3.4. Ventajas.

- Es una de las técnicas más apropiadas para las regiones sísmicas .

- El ancho de los tabiques es mínimo, lo que permite un

mayor aprovechamiento del espacio.

- Los morteros utilizados en el revestimiento y empaquetado, permiten obtener tabiques de gran resistencia y durabilidad por lo que tranquilamente se construye en dos pisos.

2.2.3.5. Desventajas.

Como esta técnica se basa en la utilización de materiales, cada vez es más difícil conseguirlos, ante la escasez generalizada de los recursos naturales, se puede señalar que esta técnica incentiva la sobreexplotación de los bosques; de ahí que la disponibilidad de materiales vegetales es determinante en el desarrollo de este sistema constructivo, por lo que es necesario hacer una evaluación sobre la existencia de estos materiales.

CAPITULO III3. TECNOLOGIAS ACTUALES

Si bien es cierto que el desarrollo tecnológico es importante para buscar nuevas alternativas de construcción de vivienda de bajo costo, hay que reconocer también, que las innovaciones no han avanzado en aspectos que permitan:

- Aplicación masiva
- Aprovechamiento eficaz de los materiales en obra.
- Difusión y apropiación social. Los mecanismos de difusión no han tenido los resultados esperados. No han modificado los patrones constructivos de los trabajadores de la construcción ni las expectativas de los usuarios. (12)

Los avances técnicos logrados en la experimentación, no tienen el impacto deseado en las prácticas constructivas. Las experiencias de cambio tecnológico, han tenido un carácter puntual y su difusión se ha hecho de manera aislada, cuando debieran responder ampliamente a las necesidades de las grandes mayorías de nuestro país.

Es necesario realizar una revisión de todas las experiencias que de manera separada se están realizando en

(12) Consejo de Investigaciones Científicas Eduardo Torroja.- Tecnología para viviendas de Interés Social en Iberoamérica.

el país, con el propósito de optimizarlas, evaluar el papel de la innovación tecnológica y que realmente se constituyan en alternativa para la construcción de vivienda popular.

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

Las técnicas actuales se caracterizan porque sus materiales fundamentales son el hierro y el cemento. En su mayoría están encaminadas a cumplir con especificaciones técnicas y normas que se han establecido como mínimas en cuanto a resistencia y requerimientos antisísmicos solicitados por parte de los entes reguladores para la construcción de vivienda urbana.

Al ser el hierro un material importado, todas estas técnicas resultan cada vez más costosas y de difícil acceso para los sectores populares.

Hay que señalar que las acciones emprendidas por el Estado, han sido limitadas. Se han caracterizado por la ausencia casi total de innovaciones tecnológicas que busquen el abaratamiento de las viviendas, sin menoscabo de su calidad, habitabilidad o área construida. Hace falta una política de vivienda que modifique las acciones actuales de acceso al suelo urbano y que incorpore tecnologías apropiadas, capaces de permitir a los grupos populares el financiamiento de la vivienda.

En los últimos años, la Junta Nacional de la

Vivienda, encargada de dictar las políticas de vivienda, ha realizado esfuerzos, buscando alternativas en sistemas constructivos que permitan bajar los costos de las viviendas. Dentro de estos esfuerzos vale destacar el concurso convocado por esta Institución para la presentación de "Tecnologías Apropriadas para la Construcción Colectiva de Vivienda Popular de Bajo Costo".

Del análisis de las tecnologías presentadas en el concurso, encuentro profundidad en la investigación, y es necesario hacer mención a ellas, aunque de una manera bastante resumida.

Cabe señalar, que estas tecnologías han quedado solo en investigaciones, pues hasta el momento no se las ha puesto en práctica. Es necesario, realizar primeramente algunas reformas legales, como al Código Ecuatoriano de la Construcción, a las ordenanzas y normas de los municipios y contar con la decisión política para ejecutarlas.

3.2 TECNICAS

En la actualidad existe una infinidad de técnicas que se han implementado en la construcción de viviendas y muchas son las instituciones tanto públicas como privadas que se dedican a esta actividad. De ahí que es necesario limitarlas y hacer referencia expresamente a las técnicas desarrolladas para la construcción de vivienda de bajo costo. Obligatoriamente hay que analizar la vivienda

construida por la Junta Nacional de la Vivienda, Institución rectora de las políticas de vivienda a nivel nacional y constructora de vivienda de interés social. Se puede decir que es una técnica que, básicamente consiste en una estructura de hormigón con paredes de bloque, con la que se construye el 90% de vivienda popular. Al hacer el análisis de esta técnica encontramos que alrededor de ésta se han introducido algunos cambios, principalmente en cuanto al uso de materiales en mampostería.

Otra variación en esta técnica, es la que utiliza estructura de madera, pero prácticamente el sistema constructivo y sus materiales son los mismos, por lo que no merece ser motivo de un análisis particular.

Encontramos un segundo grupo de técnicas, las que utilizan elementos prefabricados y/o fundidos en sitio. Estos sistemas constructivos han sido introducidos por la empresa privada.

Dentro de las técnicas actuales encontramos un tercer gran grupo de técnicas, que en su mayor parte se encuentran a nivel de experimentación, que se basan en las técnicas tradicionales y toman parte de las actuales, las llamadas "Tecnologías Apropriadas", llamadas también, "Tecnologías de Tierra" o "Tecnologías Alternativas", no son mas que las tecnologías tradicionales mejoradas. Estas son el resultado de la necesidad de buscar soluciones que se

alejen de la aplicación de altas tecnologías, solo asimilables por países desarrollados, ya que en países como el Ecuador se han limitado a la importación de tecnologías a precios muy elevados. Sistemas que muchas veces no se adaptan a las condiciones regionales, a la cultura, al clima de las regiones o a los recursos o materiales disponibles y en general a la idiosincracia de nuestros pueblos.

Todas las investigaciones o proyectos que tengan que ver con tecnologías apropiadas son contribuciones al desarrollo de sistemas constructivos de viviendas populares urbanas.

3.2.1 Procesos constructivos

Estructura de hormigón armado.— El proceso constructivo se compone de los siguientes aspectos:

Excavación para la cimentación: El tipo de cimentación, ya sea plintos aislados o cimentación corrida lo determina el cálculo estructural y su excavación se sujeta a lo que este estudio señale.

Luego de haber realizado la excavación de la cimentación se procede a fundir un replantillo con hormigón simple ($f'c$ 140 hg/cm²) previamente las superficies deberán compactarse hasta obtener cuando menos el 90% de la Densidad Standard.

Cimiento y zócalos de hormigón ciclópeo.- Lista la excavación se procede a construir un cimiento de hormigón ciclópeo los que son construidos empleando un hormigón simple, a este hormigón se añade un volumen máximo del 40% de piedra.

En muchos casos, bajo la cimentación, dependiendo del cálculo estructural, se realiza un mejoramiento del suelo con material Lastre Base, compactado en seco, al 90% de la densidad y en capas de máximo 15 cm, en las alturas indicadas en los respectivos planos, de acuerdo al estudio de suelos.

Relleno compactado.- Luego de que se funda la cimentación, se procederá con el relleno correspondiente, utilizando el mismo material de la excavación, libre de impurezas, en capas de máximo 20 cm, compactadas en seco hasta conseguir la densidad deseada.

Relleno Granular

Encofrados.- Se los realiza con madera de monte de eucalipto. Deberán tener suficiente rigidez para mantener su posición y resistir las presiones resultantes del vaciado y vibrado del hormigón, sin la pérdida del mortero.

Las superficies que estén en contacto con el hormigón, deberán encontrarse completamente limpias. Como material para encofrado se podrá utilizar madera

contrachapada, media duela machihembrada y cepillada, lámina o plancha metálica, que luego proporcione superficies lisas.

Los tirantes de sujeción empleados para fijar bien los encofrados se dispondrán de tal manera que al removerse los encofrados se evite el despostillamiento de las caras de hormigón. Si estos se produjeran, se debe rellenar y repararlos inmediatamente.

El sistema de ejecución y apoyo de los encofrados, deberá evitar su asentamiento y/o deformación, así como su desplazamiento de las líneas definidas en los planos.

En caso de que los encofrados sufran deformaciones por cualquier causa, desarmarlos y construir de nuevo en las condiciones requeridas.

Para facilitar la operación de curado y permitir la más pronta reparación de las imperfecciones de la superficie del hormigón, se podría remover los escombros tan pronto como el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar el estado de carga inicial; cualquier reparación o tratamiento que se requiera en estas superficies, se las hace inmediatamente y después se efectuará el tipo de curado apropiado.

En la colocación (vaciado) del hormigón, se evitará el vaciado de hormigón sobre superficies inundadas,

a menos que se disponga de equipos adecuados. No se permitirá el vaciado de hormigones sobre agua corriente y tampoco la acción de ésta, mientras no se haya alcanzado su endurecimiento.

Antes de colocar el hormigón sobre una superficie de fundición, esta deberá estar exenta de agua estancada, lodos, aceites o residuo de cualquier material.

Todas las superficies sobre las cuales se va a colocar hormigón o mortero fresco, incluyendo aquellas de hormigón ya endurecido (juntas de construcción), deberán ser rugosas, previamente limpiadas y humedecidas, y exentas de todo material suelto e indeseable.

Si las superficies de contacto con el hormigón presentan alguna zona defectuosa o contaminada, éstas deberán ser completamente removidas .

Para el proceso de limpieza se utiliza cualquier método conocido, por ejemplo, entre otros: picado, chorro de agua y de aire de alta presión, o aditivos químicos.

En caso de interrupción en el proceso de vaciado continuo se preveerá que éste se produzca fuera de la zona crítica de la estructura o en su defecto se procederá a la formación inmediata de una junta de construcción técnicamente ejecutada según los requerimientos del caso. Es

necesario el vibrado del hormigón para evitar los acumulamientos de agregado grueso o aire entrampado y acomodarlo a las formas del encofrado y de los elementos embebidos.

Curado de hormigón.- En el curado del hormigón se deberá afectar un control del contenido de humedad, temperatura, curado etc. del hormigón especialmente durante los primeros días después del vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación de cemento y de la resistencia del hormigón.

El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción.

De manera general, podrá utilizarse los siguientes métodos: esparciar agua sobre una superficie ya endurecida suficientemente durante el tiempo de 14 días, utilizar mantas impermeables de papel, compuestos químicos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón.

Hierro estructural.- El hierro para ser colocado en obra debe estar libre de escamas, grasas, arcilla, oxidación, pintura o recubrimiento de cualquier materia extraña que pueda reducir o destruir la adherencia.

Todo el hierro estructural es doblado en frío. Los

estribos y otro hierro que esté en contacto con otra armadura serán debidamente asegurados, con alambre galvanizado o negro # 18 en doble lazo, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El acero de refuerzo deberá ser laminado en caliente, corrugado un límite de fluencia.

Todo el hierro estructural es colocado en obra en forma segura y con los elementos necesarios para garantizar su recubrimiento, espaciamiento y ligadura.

Con el objeto de vincular la mampostería a las columnas, se colocarán chicotes 0 8 mm, espaciados a 0,60 m. previa la fundición de las mismas.

La mampostería se construye luego de fundidas las columnas debiéndose mantener las hiladas perfectamente alineadas y aplomadas.

Mampostería.— Para la construcción de mampostería se emplea ladrillo común o bloque de cemento arena de 15 y 10 centímetros de ancho.

Las paredes se rematan hasta la cubierta, dejando los pasos necesarios para las instalaciones sanitarias que luego son fundidas con la mampostería a fin de obtener un empotramiento uniforme. Todas las mamposterías irán

debidamente niveladas.

Todas las mamposterías van trabadas a los elementos estructurales de hormigón (columnas) por medio de varillas de hierro de 8 m.m. de diámetro por 60 cm. de largo y espaciadas entre sí a 60 cm. los mismos que deberán coincidir con los ejes de las paredes.

Las mamposterías medianeras son construidas con ladrillo común tipo mambrón.

Las mamposterías interiores pueden ser construidas con ladrillo común del tipo jaboncillo, en caso de no disponerse de este material, se emplea bloques de cemento arena de 15 cm. de ancho o su equivalente de fábrica, cuya resistencia no será menor a 20 kg/cm².(13)

Cubiertas.- La estructura de la cubierta es de madera de eucalipto sobre la cual se coloca las placas de Fibrocemento (eternit nueva tecnología sin asbesto) instalada de acuerdo a las especificaciones que los fabricantes recomiendan.

Los aleros son las prolongaciones frontal, posterior y laterales de la cubierta.

(13) Junta Nacional de la Vivienda.- Especificaciones Vivienda Tipo

Los aleros de las cubiertas se construirán mediante un revestimiento de mortero 1:1:7 cargado en malla metálica de tumbado, su acabado es tipo enlucido paleteado fino.

El contrapiso tendrá una altura de 17 cm., y se construirá previa la compactación del suelo, con un empedrado de 10 cm. una capa de arena de 7 cm., polietileno de 0,4 mm y finalmente una loseta de hormigón simple cuyo acabado será alicado.

Terminado el contrapiso se realiza el masillado y alisado sobre el cual se puede colocar cualquier tipo de acabado parket, vinyl etc.

Técnica con elementos prefabricados.

Analizada esta técnica, representa una variante sumamente ventajosa en relación con los costos, la función, su aptitud para la autoayuda y su prestigio. (14)

Los cimientos individuales de 40x40x40 cm, con una cavidad para los pilares de hormigón son prefabricados y empotrados en el terreno en la intersección de los ejes principales.

En estos cimientos se introducen, se nivelan y se hormigonan los pilares prefabricados. Estos son del mismo

(14) Técnica Document.- Sistemas Constructivos Interés Social Centroamérica

tipo de las vigas, siendo prefabricados dentro de encofrados similares.

A continuación de montar las vigas se procede a unir en cada intersección la armadura a la vista en los extremos de polares y vigas y se hormigona en cada uno de dichos vértices en obra.

Para los pilares de hormigón son fabricados y empotrados en el terreno, en la intersección de los ejes principales.

En estos cimientos se introducen, se nivelan y se hormigonan los pilares prefabricados. Estos son del mismo tipo de las vigas, siendo prefabricados dentro de encofrados similares.

A continuación de montar las vigas, se procede a unir en cada intersección, la armadura a la vista en los extremos de polares y vigas y se hormigona en cada uno de dichos vértices en obra.

La cubierta es de láminas onduladas de asbesto cemento, que se fijan las vigas mediante ganchos de alambre de aluminio.

De esta manera es posible erigir las viviendas con 3 o 4 personas en aproximadamente 4 días.

La armazón prefabricada tiene la ventaja de ser asísmica. Esto significa que aunque se derrumben los muros no se desploma el techo.

Mediante una armadura adicional se puede anclar la albañilería a los pilares de hormigón armado.

La vivienda permite ser ampliada sin destrucción del módulo básico y la distribución interior puede hacerlo el usuario de acuerdo a sus necesidades e ideas.

Las ventajas de la prefabricación de elementos muy simples in situ, especialmente en países en vías de desarrollo, son indiscutibles.

Los muros pueden ser ejecutados en diferentes materiales han habido experiencias en donde la armazón de hormigón armado se ha rellenado con bloques de adobe demostrando ser un sistema de bajo costo y de probada eficacia.

Técnica de mampostería sin juntas

Esta investigación se ha propuesto el desarrollo de un nuevo tipo de mampostería, construido con bloques de hormigón vibrado, que tenga las siguientes ventajas respecto a la mampostería tradicional:(15)

(15) Larrea/Ríos/Andrade.- Junta Nacional de la Vivienda.- Concurso Sistemas Constructivos

- La eliminación de juntas gruesas de mortero cuyo espesor varía entre 1 y 3 cm y su reemplazo, por una capa de cemento coloidal de un espesor promedio de 2 mm. Este cambio, disminuye el consumo de cemento en el muro y simplifica su construcción, pudiendo reducir también la mano de obra necesaria para levantar un metro cuadrado de muro.
- La eliminación del enlucido, que no se hace necesario, dada la regularidad de los acabados del muro. Esta mejora implica un sustancial ahorro tanto en el consumo de cemento y arena, como en la mano de obra utilizada por unidad de superficie en la pared.
- La reducción del muro a 10 cm, en lugar de los 15 cm del muro de bloques mas común, y un ligero aumento en la relación de vacíos del bloque a emplearse, conllevan también una importante disminución en el empleo de hormigón por unidad de superficie en la pared.
- El muro estudiado incluye los ductos y salidas necesarios para las instalaciones eléctricas y sanitarias, eliminando el picado de la pared, frecuentemente utilizado para su colocación. Esta ventaja proviene de la combinación de distintos tipos de bloques modulares.
- El muro incluye también las juntas necesarias para la

- colocación de puertas y ventanas, abaratando y facilitando su instalación.
- El muro y su estructura integrada permite un diseño antisísmico en construcciones no mayores de dos pisos.
 - Estructuralmente el muro es soportante y las columnetas de hormigón armado que integran, cumplen básicamente el papel de tensores en caso de sismo. En consecuencia, los requerimientos de hierro de la estructura se reducen sustancialmente.
 - El muro y su estructura, conformada por cimientos, cadenas, dinteles, columnetas y vigas superiores integran una unidad estructural homogénea, evitando así problemas de retracción diferencial, que reducen la integración entre una pared de mampostería y una estructura reticular de hormigón armado o de madera.
 - Las partes de hormigón armado se funden al interior del muro, eliminando así la necesidad de encofrado.
 - La reducción del espesor de la pared a 10 cm permite mejorar la relación área útil/área total de la vivienda. Este punto es importante en vivienda popular urbana, dado el alto costo del suelo.

- Pese a su reducido espesor la inclusión en el interior del muro de celdas estacas de aire, proporciona un adecuado nivel de aislamiento térmico.

- La tecnología requerida para la prefabricación de los bloques y la construcción de las paredes es particularmente apropiada para organizaciones populares urbanas, por ser más intensiva en el empleo de mano de obra que en capital, y por reducir el componente importado en el empleo de insumos y bienes de capital.

- Por todas las razones expuestas, el muro propuesto combina una importante reducción de costos y el mantenimiento o mejora de la calidad, en relación a las alternativas convencionales actualmente empleadas en viviendas populares urbanas en la sierra.

En lo que respecta al bloque, las características planteadas del muro se obtienen gracias al empleo de un nuevo tipo de bloque de hormigón vibrado, que debe reunir algunas cualidades particulares, que se detallan a continuación.

Desde el punto de vista geométrico el bloque debe tener un margen de variación en sus dimensiones del orden de las unidades de milímetro, que signifique un grado de homogeneidad capaz de permitir la eliminación de las juntas de mortero, y su remplazo por una capa de cemento coloidal

de espesor comprendido entre 1 y 3 milímetros.

También es necesaria la obtención de caras lisas y regulares, de aristas definidas y resistentes a los golpes originados en la construcción.

Estas características son esenciales, dado que se ha planificado que el bloque incluya su propia pintura, en sus caras visibles. Según una de las ideas centrales de la investigación, pueden obtenerse bloques que reúnan las condiciones de homogeneidad geométrica y resistencia al manipuleo planteadas, al sustituir la compactación por golpeteo, actualmente empleada en el bloque convencional, con un proceso de vibración y fraguado en un molde durante sus primeras 24 horas.

Con el empleo de un hormigón relativamente rico, el vibrado en un molde de caras lisas y muy homogéneo elimina las burbujas e irregularidades de la mezcla colocada, y permite la obtención de caras lisas y aristas definidas. La regularidad en las dimensiones se obtiene al evitar las deformaciones iniciales, desencoformando el bloque 24 horas después.

La inclusión en la pared de ductos para las instalaciones internas y componentes estructurales, se obtiene incorporando variantes del bloque, que incluyen bloques especiales para cimentación, cadenas, dinteles,

columnetas, jambas y ductos internos.

El proceso constructivo.- En esencia, el proceso constructivo consta de dos partes. La prefabricación de los bloques en un pequeño taller semi industrial, y la construcción "in situ".

La necesidad de incluir un taller, limita el empleo de la tecnología a la construcción masiva de centenares de viviendas, por parte de organizaciones populares de beneficiarios. Tanto la tecnología de prefabricación, como las inversiones de capital, son accesibles a estas organizaciones.

En la etapa de construcción "in situ" puede utilizarse la mano de obra familiar no calificada, con el asesoramiento técnico de un trabajador calificado a nivel intermedio.

Dentro del tercer grupo de técnicas actuales encontramos a las tecnologías apropiadas, que en su mayor parte se encuentran a nivel de experimentación, ya que han sido puestas en práctica preferentemente en el área rural.

De manera especial haré referencia a las tecnologías apropiadas que han sido presentadas para el concurso convocado por la JNV, ya que encuentro en ellas investigaciones bastante completas y profundas, por lo que

constituyen un aporte significativo dentro de las alternativas para reducir los costos de las viviendas.

Se distinguen las siguientes técnicas:

Técnica de bloques huecos.— La vivienda de bloques huecos estabilizado puede contemplarse como una evolución de la vivienda de bloques de adobe. (16)

La diferencia principal consiste en la composición del material y en su modelado.

Como material base se utiliza suelo inorgánico mezclado con cemento como aditivo estabilizador. Se trata generalmente de un aditamento entre 3 y 10%. A veces es recomendable añadir arena u otro material más grueso, según la granulometría y composición químico se dan resistencias de hasta 80 hk/m².

En este caso, se reemplazan los pesados bloques de adobe por bloques huecos de menor peso para ahorrar material y construir una vivienda más liviana. Los bloques huecos miden 40x20x20 cm, poseen dos cámaras grandes y una más pequeña en el centro destinado a la partición del mismo. De tal manera es posible levantar todo tipo de albañilería de suelo estabilizado utilizando un solo tipo de molde y de

bloque unitario susceptible de ser partido.

En una prensa de bloques que trabaja a compresión y a vibración es posible que fabrique un solo hombre de 30 a 40 bloques por día.

Los bloques deben permanecer 4 días en el secado para adquirir la suficiente dureza que les permita ser levantados en la albañilería. Los bloques poseen en su parte inferior una capa de proximadamente 1 cm. de espesor que impide el traspaso de las cámaras de lado a lado. Esta capa se forma durante el prensado del mismo. Al levantar la albañilería se deben colocar los bloques de tal manera que esta capa quede arriba, permitiendo la colocación de la siguiente hilada de bloques sobre una capa rica de mortero; éste es de la misma mezcla de suelo cemento que los bloques, siendo posible añadirle mayor cantidad de arena para mejorar su trabajabilidad.

En las esquinas y en los cruces de muros se perfora mediante golpes de martillo capa que cierra las cámaras de los bloques, de tal manera que se formen huecos de aproximadamente 12x12 cm, dentro de los cuales se encuentra la armadura vertical. Estos se hormigonan en obra por tramos de aproximadamente 1 m de altura. Así se obtiene junto a la viga superior, una armazón de hormigón armado que no requiere encofrado, perdida dentro de la mampostería y perfectamente adherida a ésta.

Los pilares de hormigón armado pueden ser ubicados dentro de la mampostería en cualquier punto.

Estructuralmente necesario. En zonas sísmicas son especialmente útiles en vanos de puertas y ventanas, si se levantan muros de más de 3m de longitud carentes de muros rigidizantes transversales.

Este sistema constructivo de bloques de suelo estabilizado permite ampliaciones de la vivienda para lo cual es necesario eliminar uno de los muros. Destrucciones o daños en el aparejo de los muros a causa de temblores, son factibles de ser reparados, conllevan sin embargo una pérdida de material.

La peculiaridad de este tipo de viviendas consiste en la producción de un bloque hueco, firme, resistente a esfuerzos de compresión y tracción. Es recomendable la producción de bloques especiales de cemento para las partes expuestas a alto desgaste como peldaños de puertas, alféizares, zócalos etc.

Técnica de bloques de adobe mejorado.- Esta vivienda se construye sobre un cimiento corrido de hormigón armado de sección 20x40 cm. Sobre él se levantan cinco hiladas de bloques de adobe mejorado, los que se revocan exteriormente con mortero de cemento para protegerlos de la humedad. (17)

Una solución de mejor calidad consiste en reemplazar estas primeras cinco hiladas por un material de mayor inalterabilidad, como bloques de cemento o piedra natural, siempre que ésta exista y su financiamiento sea factible.

Para la mampostería se utilizan bloques de adobe mejorados, de formato de 23x10,5x10,5 cm, los que se aparejan mediante una mezcla de mortero de adobe. Dentro del sistema modular de bloques normalizados se puede fabricar un bloque en forma de U, para recibir una viga corona. Este bloque permite concretar una viga de hormigón armado que queda endentada con el adobe; ella tiene la forma de una viga T, cubriendo todo el ancho del muro para resistir en mejor forma los esfuerzos sísmicos horizontales. A la armadura se fijan anclajes para la sujeción del techo, de tal manera que éste resista los grandes esfuerzos de succión. La cubierta es de láminas onduladas de asbesto cemento.

Los bloques se fabrican de una mezcla de:

3 partes de arcilla

3 partes de arena

1 parte de cal

4 partes de agua

Para la elaboración de los bloques se utilizan moldes de madera. Los bloques frescos deben secarse durante cuatro días al sol y luego endurecerse durante

aproximadamente dos semanas antes de ser utilizados.

La albañilería de bloques de adobe, puede ser revocada por un mortero de cal para proteger de la lluvia.

Técnica de tapial mejorado.- Este sistema propone la utilización de la técnica tradicional del tapial mediante el uso del suelo mejorado con cemento y apisonado en cofres de madera contrachapado que pueden ser rectos en L o en T.

Los muros están contruidos por adobones de tierra tamizada en mezcla de 1 a 1 1/2 pulgada, cemento en proporción del 4% del volumen.(18)

Armado el cofre, colocar el material en capas de 10 a 15 cm y apisonar. Embeber caña guadúa o listones de 4 x 5 x 30 cm de longitud a media altura (evita deslizamientos).

Colocación de cajetines y tuberías (instalaciones eléctricas) empotradas en el muro al momento de apisonar. Retirar el cofre y volverlo a armar con la debida traba (1/2, 1/3, 1/6 del tamaño del adobón).

Los muros llevan refuerzo horizontales de malla, caña guadúa (partida), carrizo (enchacleado) o listones de

(18) Altamirano/Palacios/Ordóñez.- Técnica Concurso JNV

4 x 5 cm (ensambladas entre si) embebidas mitad en la hilada inferior y la otra mitad en la superior. Se colocarán a cada 2 hiladas; en los encuentros de muros 1 m a cada lado.

Los refuerzos verticales son de listones de 4 x 5 x 30 cm, de longitud embebidas 15 cm, en cada hilada, cada 90 cm. De caña guadúa embebida desde el sobrecimiento hasta la viga solera.

Prevee también la utilización de refuerzos de cerramiento en la parte superior de los muros elaborados con vigas de madera de 10 x 12 cm ensambladas sobre la última hilada. También puede ser una viga T de hormigón armado 1:2:4 con armadura de varilla de 12 mm.

Los muros son revocados con un mortero de barro, 2 partes de arena, 1 parte de arcilla. Se puede mejorar el mortero con cal o cemento en proporción 1:9. Mortero cemento-cal-arena 1:2:4 para muros estabilizados.

La cubierta está armada por una estructura de madera con piezas preservadas de sección uniforme unidas mediante destaje y clavos.

Se propone la utilización de la teja la que se colocará sobre el entirado.

Los pisos llevan un replantillo de piedra menuda

o cascajo sobre la tierra apisonada y nivelada. Sobre este piso se coloca una capa de terrocemento 1:16 en la que se embeberán tiras de madera de 4 x 5 cm, sobre las que se colocarán tiras de igual sección cada 40-45 cm.

A esta estructura se clavará la caña guadúa machacada y seca o duelas machimbradas.

Técnica bloque mejorado.- Este sistema está constituido básicamente por mampostería con estructura de madera de parantes diagonales y "chaglias" o elementos de madera a manera de varas colocadas horizontalmente cubriendo la estructura. Van embutidos y recubiertos de barro y paja.

La cimentación propone un sistema mejorado que resguarde a la construcción de agentes climáticos y de la humedad del suelo.

Los pisos de terrocemento se colocarán con los cimientos. La estructura, tanto la mampostería como la cubierta es de madera ya sea rolliza o canteada; así como aserrada y trabajada. Está conformada por vigas soleras superiores e inferiores, bastidores, pilares, puertas y ventanas. La estructura de la cubierta consta de cerchas a dos o cuatro aguas. La cubierta es de teja de barro cocido.

Técnicas autosoportantes de terrocemento.

Esta técnica se basa en la construcción de las paredes con monobloque, producido en una formaleta diseñada

especialmente para el caso. Introduce la sustitución de pesados moldes por el sistema de formaletas con guías en la elaboración de paredes autoportantes. (19)

Elabora un sistema de losas prefabricadas de terrocemento armado sobre estructura de madera, conformando un elemento estructural mixto en T que permita el mejor trabajo para el sistema propuesto de paredes autoportantes, logrando un considerable ahorro de otros materiales comúnmente utilizados en entrepisos, como son el hierro, cemento, etc.

Una vez excavado el cimiento, es necesario compactar el suelo, colocar polietileno desde el exterior hacia el contrapiso. Posteriormente se rellenan las zanjas con el material establecido.

Se construirá un monobloque que en su parte inicial lleva armadura (cadeneta) de 0 8 mm con vinchas de 6mm cada 20 cm. Para la construcción del monobloque de terrocemento, la moldura sobre el cimiento se llena con terrocemento en capas apisonadas de 20 cm hasta terminar el muro. Se construye también una cadeneta superior similar a la inferior. El entrepiso y/o cubierta se construye con vigas de madera y losetas de terrocemento.

El contrapiso es suelo apisonado sobre el que se coloca polietileno, arena de compactación 4 cm y luego el bloque de terrocemento de 15 x 10 x 30 cm.

La JNV y el Centro de las Naciones Unidas para Asentamientos Humanos (HABITAT), están desarrollando investigaciones y experimentaciones con tecnologías apropiadas basadas en la técnica tradicional y convencional de muros de tierra apisonada o bloque, los que actualmente han sido objeto de innovaciones tecnológicas, por lo que considero incluirles dentro de las tecnologías actuales.

Se han realizado experiencias de tierra estabilizada con cemento, lo que se denomina terrocemento. Otras investigaciones plantean técnicas basadas en adobe reforzado para zonas de alta vulnerabilidad sísmica, estabilización de tierra con materiales disponibles localmente, tales como cal, resinas, aceites, bitumen, yeso, estudio de soluciones para revestimiento o enlucidos, impermeabilizantes de muros de tierra en base a morteros de suelo mezclados con fibras de cabuya, con resinas extraídas de cáscaras de plátano con bitumen y aceites de palma y de coco. A más de la experimentación en muros, se ha realizado también en cubiertas y pisos que son los elementos fundamentales.

Techos a base de tierra

Se han construido cinco grupos de paneles de prueba de 4 m²

cada uno con las siguientes características:

- a) Tierra - Cal
- b) Tierra - Cemento
- c) Tierra - Asfalto
- d) Tierra - Plástico
- e) Tierra - Goma de cactus

En lo que respecta a revestimientos de muros de tierra, se han construido cinco tipos y éstos son:

- a) Barro - Cemento - Panela
- b) Barro - Cal - Cemento - Fibra de Cabuya
- c) Barro - Cal - Plástico.
- d) Barro - Cal - Cemento
- e) Barro - Panela.

Muros adobe estabilizado

Se están desarrollando pruebas de experimentación, para estabilizar y corregir la granulometría de la tierra para fabricar adobes.

Se han probado en las siguientes mezclas:

- a) Tierra - Cal
- b) Tierra - Goma de Cactus
- c) Tierra - Cemento.

3.2.2 Materiales, adquisicion, mano de obra.

Los materiales de construcción básicos de las técnicas del primero y segundo grupo son: el cemento, hierro, pétreos, asbesto cemento para cubiertas. Materiales que fácilmente se los puede conseguir, pero sus costos son elevados. Ya que si analizamos a cada uno de ellos, encontramos que tanto el cemento, hierro y asbesto cemento utilizan insumos importados.

Los pétreos constituyen la piedra, ripio, arena, se los extrae de las canteras ubicadas en sitios cercanos a las ciudades.

Aquí es necesario señalar que el transporte, constituye un factor que encarece el costo de estos materiales. Cada uno de estos materiales cumple con especificaciones dadas por el Código de la Construcción. Cabe señalar que un rubro importante constituyen los acabados, en donde se emplean generalmente materiales de importación.

En lo referente a mano de obra, si bien es cierto que existe en gran cantidad y por especialización como: fierreros, albañiles, electricistas, plomeros y carpinteros. Esta mano de obra es medianamente calificada y su costo representa del 30 al 40% del valor total de la vivienda.

En lo relativo al tercer grupo de técnicas

(tecnologías apropiadas), encontramos que su material, básicamente es la tierra, material que prácticamente no tiene valor y es de fácil adquisición. Estas técnicas no requieren de mano de obra especializada, pues bastaría con la dirección técnica.

3.2.3 Ventajas

En lo que respecta a las técnicas desarrolladas en base del hormigón armado tenemos:

- Permiten la construcción en altura
- Son de ejecución rápida.

3.2.4 Desventajas

Los dos primeros grupos de técnicas, tanto las de hormigón armado como las de prefabricados presentan las siguientes desventajas:

- Los materiales que emplean estas técnicas requieren de insumos que son importados, consecuentemente son materiales caros.
- Requieren mano de obra especializada.

Si estas técnicas requieren de materiales de importación y de mano de obra especializada, son técnicas que en la práctica no permiten la construcción de viviendas de bajo costo que puedan llegar a los estratos bajos de la

población.

Como desventajas de las Tecnologías Apropriadas tenemos que:

- Hay resistencia de la población a utilizar estas técnicas.
- El Código Ecuatoriano de la Construcción, así como las normas y reglamentación municipales no incorporan en su normatividad, a las tecnologías apropiadas para la construcción de vivienda urbana en serie.
- No hay una institución que efectivamente decida implementar y ejecutar estas técnicas.

CAPITULO IV

4. ANALISIS COMPARATIVO DE TECNOLOGIAS TRADICIONALES Y ACTUALES

Como se vió en el capítulo II de las Tecnologías Tradicionales, éstas son tecnologías que presentan deficiencias técnicas por lo que ha sido necesario, tomarlas como base e involucrarlas dentro del desarrollo tecnológico que permitan cubrir estas deficiencias; de ahí el nombre de Tecnologías Tradicionales Mejoradas, llamadas también Tecnologías Apropriadas.

En este análisis al hablar de Tecnologías Tradicionales me referiré a las Tecnologías Mejoradas, que si bien es cierto se han investigado y desarrollado es esta época, se basan en las tradicionales. Serán consideradas como Tecnologías Actuales, las técnicas basadas en el hormigón armado ya que es un material prácticamente considerado como nuevo.

4.1. ANALISIS TECNICO

- Las tecnologías Apropriadas utilizan en forma mayoritaria la tierra respecto de los otros materiales, ya que el cemento es usado únicamente como material estabilizador.

- En las tecnologías actuales, al contrario de las

apropiadas, utilizan mayoritariamente el cemento, hierro, ladrillo o bloque, generando elementos de elevado costo.

- La alta inercia térmica de la tierra (componente de las Tecnologías Apropriadas) hace que la vivienda sea adecuada para las zonas donde se producen importantes variaciones térmicas, como es la Sierra, ya que el material tierra, absorbe la radiación térmica solar, manteniendo aislado y fresco el interior de la habitación; cuando la radiación solar no existe y se produce un descenso de la temperatura exterior, el material se comporta como un radiador térmico hacia el interior de la vivienda. En la Tecnologías Actuales, en cambio, el hormigón armado se comporta de acuerdo a las variaciones del clima.(20)

- En las tecnologías Apropriadas el desarrollo tecnológico del material tierra, ha incrementado la capacidad de resistencia en cuanto a esfuerzos mecánicos: compresión abrasión; por su gran densidad, obtenida en un proceso de fabricación y la adición de un estabilizante cemento o cal, lo hace un material resistente a la humedad. En las tecnologías actuales las columnas y cadenas de hormigón integran una unidad estructural soportante y autosísmica, la calidad del hormigón y el tipo de

(20) Falconí/Arellano.- Técnica Concurso JNV p. irreg.

hierro se sujetan a especificaciones que están dados por el cálculo estructural.

- El material terrocemento (tierra más cemento), material base de la mayor parte de tecnologías apropiadas, tiene una gran capacidad de aislamiento acústico.

- En las tecnologías apropiadas, cuando la tierra es integrada a la estructura de madera (bahareque), funciona como elemento autosoportante, resistente a los esfuerzos de flexión, mientras la arcilla es el elemento cohesionador que absorbe los esfuerzos de compresión.

En las tecnologías actuales, la estructura de madera funciona también como elemento autosoportante resistente a los esfuerzos de flexión, pero como se utiliza bloque en la mampostería, cumple únicamente el papel de relleno de las mamposterías.

- En las tecnologías apropiadas, frente a la acción de las aguas se deberá garantizar primero un sistema de drenaje eficiente en el terreno, como el colocar polietileno a nivel del sobrecimiento y de la capa compactada del piso. En las tecnologías actuales, no existe este problema aunque también se coloca polietileno para proteger de la humedad el contrapiso.

- Es necesario prestar atención especial a los revestimientos de los muros en las tecnologías apropiadas, por experiencia se conoce que el viento y los cambios climáticos provocan desgaste de los muros volviéndolos vulnerables en cuanto al desgaste. Este problema no se presenta en las tecnologías actuales de hormigón armado.

- En las tecnologías apropiadas, la estabilidad y resistencia a la compresión y flexión se la consigue con la relación entre la tierra, arena y/o un porcentaje de cemento, asfalto, paja, como lo demuestra el cuadro 1.

En las tecnologías actuales, la estabilidad y resistencia a la compresión y flexión está dada por la relación cemento, pétreos, hierro. El hierro trabaja a la tracción y el hormigón a la compresión.

- La tierra, elemento base de las técnicas apropiadas, es un producto compuesto, análogo al hormigón ordinario. Gracias a su cohesión interna, la arcilla hace el papel de argamasa, mientras que la arena hace de esqueleto interno.

4.2 ANALISIS ECONOMICO

- En las tecnologías apropiadas, el material tierra es un

recurso abundante y de carácter local, permite el correspondiente abaratamiento de costos por transporte, manipuleo, proceso tecnológico, etc.

Las tecnologías actuales emplean, mayoritariamente, materiales que requieren insumos de importación, por lo que la producción de estos elementos (columnas, vigas, cadenas) son caros. Consecuentemente, también la vivienda.

- Las tecnologías apropiadas no requieren mano de obra especializada y permiten implementar el sistema de la autoconstrucción. Las tecnologías actuales requieren mano de obra especializada (fierroeros, albañiles, maestros, etc.), lo que hace que esta mano de obra sea mas costosa.
- Las tecnologías apropiadas pueden ser elaboradas artesanalmente, utilizando maquinarias y herramientas manuales. Las tecnologías actuales están diseñadas para ser industrializadas, que si bien es cierto, por una parte prestan facilidad para la construcción en serie, al mismo tiempo encarecen las viviendas por requerir maquinaria mas sofisticada.
- Las investigaciones, en cuanto a tecnologías apropiadas, plantean la construcción de viviendas de hasta dos pisos. Las tecnologías actuales, en cambio,

permiten la construcción de viviendas en altura.

4.3 POSIBLES ALTERNATIVAS

En el análisis de las posibles alternativas, encontramos que la técnica basada en el bahareque, ha sido descartada debido a que su estructura es la madera, material que está en proceso de extinción y cada vez es mas difícil de obtenerla.

Las posibles alternativas se fundamentan en las técnicas del adobe y tapial, cuya base es la utilización de la tierra estabilizada. De ahí que es necesario analizar las posibles estabilizaciones a ser aplicadas en nuestro medio y describir en que consisten:

La arcilla contenida en la tierra siempre es susceptible de presentar variaciones de volumen en caso de modificación de la proporción de agua. Ciclos alternos de humedecimiento y de secamiento en particular, se traducirán por un hinchamiento y una contracción de la arcilla, capaz de crear desórdenes graves en la masa del material. La tierra es igual o se compone de arcilla más arena, que algunos autores la denominan "hormigón de tierra".(21)

Con el fin de evitar las variaciones de volumen de la tierra, es necesario incorporarle una sustancia

(21) Patrick Bardou/Varoujan Arzoumanian.- Arquitecturas de adobe Pág. 11-13-14

estabilizadora que permita mejorar su comportamiento. El estabilizador tendrá por objeto unir las partículas del hormigón de tierra entre si, impedir que el hormigón absorba agua y evitar así las contracciones o variaciones. Existe una gran cantidad de estabilizadores, algunos heredados de la arquitectura tradicional, o bien los descubiertos recientemente. Pero como alternativa se hará referencia a la estabilización por cementación.

La estabilización por cementación.— Consiste en añadir al hormigón de tierra, una sustancia capaz de solidarizar los granos de arena y las partículas, a fin de formar un esqueleto interno que pueda oponerse a las variaciones de volumen de arcilla y a su absorción de agua.(22)

El cemento tipo portland constituye el primero de los estabilizadores, formando un armazón interno cuando se mezcla con la tierra. Necesita una buena mezcla a fin de evitar los grumos y como seca de prisa debe ir haciéndose a medida que se necesita. Su resistencia aumenta cuando se retrasa el secamiento de la tierra así estabilizada, debiendo resguardarla del sol una semana aproximadamente. La cal (viva o apagada) puede utilizarse permitiendo un plazo mas largo de secado y así puede ser preparada de antemano en cantidad mas importante que en el caso del cemento (dos semanas en lugar de una), pero la resistencia final es

(22) Patrick Bardou/Varoujan Arzoumanian.- Arquitecturas de adobe Pág. 13-14

idéntica y la de cal es mas corriente que el cemento.(23)

La mezcla, cal más cemento es perfectamente posible, pues permite aprovechar las siguientes ventajas: más tiempo disponible para la mezcla y la producción, que con el cemento solo; y, secado y resistencia mas rápidos.

CAPITULO V

5. TECNOLOGIA APROPIADA SELECCIONADA

Constituye una síntesis de experiencias de varios proyectos puntuales en las que han quedado demostrado que el uso de tierra estabilizada con cemento, llamado también terrocemento, presenta ventajas económicas considerables.

5.1 CARACTERISTICAS

Se caracteriza por la fabricación de paredes de terrocemento con la ayuda de moldes sencillos de madera en los que se dispone el mortero de tierra más cemento. En general, las técnicas en tierra han sido ampliamente experimentadas en el área rural, no así en el área urbana, en donde las viviendas se construyen en serie.

Se caracteriza por ser una técnica de fácil ejecución e implementación, bajo las modalidades de autoconstrucción, ayuda mutua, construcción progresiva y masiva.

5.2 TIPOLOGIA

Por muchos años la Junta Nacional de la Vivienda, se ha dedicado a diseñar una tipología de vivienda que, tanto en áreas como en funcionalidad, se adapte cada vez más a los requerimientos de una vivienda de interés social.

Considero entonces, que la tipología está dada por la vivienda que construye la JNV, que se caracterizan por ser viviendas en uno o dos pisos. Su frente mide 6 metros y la profundidad varía de 6 a 9 metros, obteniéndose viviendas de 36 m², que en una primera etapa constituye el piso bajo. Esta misma vivienda tiene la posibilidad de ampliarse en una segunda planta, obteniéndose una construcción de 72 m². El otro tipo, estaría dado por la vivienda de 54 m²; en algunos casos esta vivienda tiene una área de comercio, siendo una vivienda que reúne los requisitos espaciales y funcionales mínimos, proporciona un adecuado nivel de confort y seguridad, dentro de lo que es la vivienda de interés social.

Muchas determinantes del diseño de esta tipología es impuesta por los organismos financieros internacionales y por la normativa de los respectivos municipios.

Debo señalar que la población presenta objeciones a las áreas y uso de tecnología en tierra para la construcción de viviendas en el área urbana, pero estas técnicas constituyen una alternativa de recuperación de los recursos naturales renovables y se presentan ecológicamente compatibles con el entorno.

5.3 TECNICA

En esta parte es necesario hacer la siguiente puntualización:

El proponer una técnica implica un profundo trabajo de investigación, experimentación y comprobación de la misma; por lo que resulta imposible presentar una técnica de mi autoría.

Del análisis de las técnicas experimentadas por la Junta Nacional de la Vivienda, en coparticipación con organismos internacionales y de los documentos sobre experiencias en otros países con similares características y de las técnicas presentadas ante el concurso convocado por la JNV para la construcción de vivienda de bajo costo, considero que el sistema "Autosoportante en terrocemento", constituye una técnica con un buen nivel de avance tecnológico y me limitaré a describirle de un amañera muy general.(24)

5.3.1 Proceso de fabricación

Cimentación.- Se compone de los siguientes pasos:

- Excavación de zanja (a lo ancho del cimiento a 50 cm de profundidad).
- Compactar el suelo.
- Colocar polietileno desde el exterior hacia el contrapiso.
- Rellenar las zanjas con el material estabilizado

(24) Falconi/Arellano.- Sistemas Constructivos Concurso JNV p. irreg.

(terrocemento).

- Se construirá un monobloque que en su parte inicial lleva armadura (cadeneta).

Cadeneta inferior de amarre

Elaborado con dos varillas de Ø 8 mm con vinchas de Ø 6 mm cada 20 cm. Se colocarán chicotes cada 60 cm entre cimiento y cadeneta para anclar el muro del cimiento.

Paredes - monobloque de terrrocemento

Se utilizan formaletas metálicas, se procede a la nivelación y mantenimiento de la moldura sobre el cimiento para llenar la moldura de terrrocemento en capas superpuestas y apisonadas cada 20 cm hasta la terminación del muro.

Se construye una cadeneta superior similar a la inferior, el extremo de cada monobloque se conforman desde su moldura, de una lengüeta que permitirá el empotramiento del siguiente monobloque, en el sentido de acople vertical.

Entrepiso y/o cubierta

Compuesto por vigas de madera y losetas de terrrocemento, las vigas de eucalipto son preparadas en escuadrías de 10 x 12 cm, sobre las que asientan las losetas de terrrocemento armado.

Las vigas irán simplemente apoyadas en los muros. Sobre la viga de madera se apoya la loseta de terrrocemento

armado consistente en bloques de terrocemento prensado de 78 x 10 cm, en cuyo interior se encuentra embebida una armadura de hierro de 0 8 mm. Los bloques se colocarán luego de fraguados y curados por 15 días. Se colocarán clavos de 5" en el eje de las vigas de madera (aproximadamente cada 20 cm). El espacio que conforman las 2 losetas contiguas en cuyo interior está el clavo, se rellenará con terrocemento. En el caso de que esta loseta se utilice como cubierta, en la parte superior llevará un masillado 1:4 (cemento, arena) en un espesor no menor a 3 cm.

Dinteles de terrocemento armado y columnas de terrocemento

Los elementos auxiliares utilizados en casos extremadamente específicos. Su conformación es semejante a la cadeneta de terrocemento armado. (4 hierros 0 10, 12 0 14 mm).

El contrapiso es un suelo apisonado conformado por polietileno, arena de compactación 4 cm; bloque de terrocemento (ancho 15 cm, largo 30 cm, alto 10 cm): arena para vibrado 1.5 cm. En caso de que el piso lleve un material de recubrimiento (baldosa, vinyl, parquet), se debe realizar un masillado con mortero 1:4. (2 cm de espesor).

Procedimiento de vibrocompactación del piso: se realizará una vez que se haya colocado el contrapiso, hasta que los bloques estén completamente firmes y la arena haya penetrado en todas las uniones entre bloques.

Durabilidad

Son varias las condiciones previstas para garantizar la durabilidad, entre las que constan:

Impermeabilidad o capacidad aislante de la humedad

El material presenta elevadas características de impermeabilización por su propia condición de fabricación. La estabilización química genera reducción de espacios moleculares. La compactación disminuye los espacios vacíos, especialmente de las partículas más grandes del suelo, que al combinarse esta variable con la humedad óptima requerida y la estabilización química señalada anteriormente, genera un elemento de elevada densidad y por tanto de cualidades especiales de impermeabilización.

Resistencia a la humedad

El material por las características señaladas anteriormente, al no tener espacios vacíos interiores, ya que es material compacto, y agregándose además la pintura aislante de cemento blanco y sal en solución 1:10, hace que todos los vasos capilares se sellen y consecuentemente se elimine en forma considerable la absorción capilar de la humedad.

Incombustibilidad

La tierra es un material incombustible, no amerita demostración.

En el caso de la madera, la combustibilidad está

expuesta en la forma que lo están todas las estructuras de madera.

Los elementos utilizados tierra, cemento, madera son materiales que tienen un punto retardado de ignición que permite la oportuna intervención para evitar la consumación del material.

Resistencia a la corrosión

Estos materiales al no ser comburentes no reaccionan con el oxígeno y en consecuencia no se produce la reacción de corrosión del material. En el caso de armaduras de losetas y cadenetes, por estar aisladas del ambiente exterior, tienen la absoluta carencia de corrosión.

Con los correspondientes tratamientos de la madera, que es material de características mas perecibles, ubicado en el entrepiso, se puede tener una duración que supere los cien años.

El tratamiento consistirá en madera seca en horno a la humedad óptima; tratamiento antipolilla y recubrimiento periódico de aceites naturales: linasa, derivados del petróleo, etc.

5.3.2 Materiales y adquisición

Esta técnica emplea la tierra en casi todos los componentes del sistema y reduce al mínimo,

permite la técnica en uso de materiales con insumos importados (cemento, hierro).

El 100% de los materiales, equipo y maquinaria existen en el mercado local.

Se debe señalar que la compactadora mecánica y la plancha vibradora, si bien no son de fabricación nacional se las consigue en el mercado local, maquinaria que puede ser reemplazada con herramientas manuales como son los pisonos y las vibradoras. La formaleta metálica que se utiliza en los muros, es un diseño que puede ser fabricado a nivel nacional.

5.3.3 Mano de obra y costos

El sistema propuesto no requiere necesariamente mano de obra especializada, no existe limitación alguna para la ejecución de todo el sistema propuesto, pudiéndose incluso llegar en forma total a la autoconstrucción.

Al ser el mayor componente del sistema la tierra, considerada como un recurso abundante y de carácter local, permite un abaratamiento de costos.

Cuando el sistema sea utilizado bajo la modalidad de autoconstrucción, los costos bajarán significativamente, ya que ésta representa del 30 al 40%.

5.4 ORDENANZAS

Las ordenanzas, son un conjunto de reglamentaciones a las que tienen que sujetarse la urbanización y construcción de viviendas.

Las ordenanzas son impuestas por los municipios de cada provincia. Aquí debo señalar que la mayor parte de ordenanzas en las provincias de la Sierra han sido tomadas de las dictadas por el Municipio de Quito.

Hace algunos meses, se dió a conocer a los sectores involucrados en los diseños de asentamientos y construcción de viviendas de Quito, un nuevo "Reglamento Urbano", con este documento se ha procedido a recopilar, revisar, corregir y aumentar las ordenanzas existentes ya que las anteriores se caracterizaban por ser incompletas y desordenadas.

Me referiré a este Reglamento Urbano por considerarlo el más completo y del análisis del mismo encuentro que, si bien es cierto existe la ordenanza 2458 determinada para programas de interés social, esta ordenanza se la mantiene como estaba anteriormente, es decir, contempla solamente algunos aspectos referentes al diseño urbano, dejando de lado el diseño tipológico de la vivienda; de ahí que podríamos decir que no existe un tratamiento especial a todos los programas de interés social que son mayoritarios.

anteproyecto se encuentran elaborados, surge la necesidad de plantear una normativa en base a investigar y justificar aspectos tales como:(25)

- " - Modulación aceptable (en base de las normas INEN).
- Estructuración (tipologías).
- Determinación de secciones mínimas de los miembros.
- Detallamientos aceptables para uniones y conexiones"

Se establecen también niveles de coordinación con los sectores involucrados en la construcción de las viviendas, como el Municipio.

Propone que los estudios serán finalmente recibidos por el INEN, para la revisión final y posterior oficialización. A su vez se plantea la necesidad de que este estudio determine los requisitos mínimos que deberán cumplirse para calificar un sistema constructivo nuevo.

Debo resaltar que se plantea, para el Código Ecuatoriano de la Construcción para viviendas de interés social, los elementos constitutivos de los diferentes sistemas constructivos y entre éstos se destacan los sistemas que han sido objeto de nuestro estudio, los tradicionales basados en el uso de la tierra; constan el

(25) JUNTA NACIONAL DE LA VIVIENDA.- Términos de referencia Concurso Elaboración Normas Interés Social

adobe, tapial, bahareque y terrocemento.

De manera general las ordenanzas señalan los coeficientes de ocupación del suelo COS, que es la relación entre el área máxima de edificación en planta baja y el área del terreno, así como el coeficiente de utilización del suelo CUS, que es la relación entre el área máxima permitida a partir del nivel natural del terreno y el área del terreno.

5.5 NORMAS

En un concepto general, para la formación y desarrollo de cualquier asentamiento urbano, se requiere o es indispensable disponer de normas aplicables a la urbanización y construcción de edificaciones.

Al momento los planes de vivienda popular y de interés social emprendidos por el Gobierno y otras instituciones, así como los programas de desarrollo rural, los realizados por la iniciativa privada y los programas que de una manera se hacen mediante el autoesfuerzo, fuera de los controles técnicos; han carecido de normas mínimas básicas que permitan en una forma adecuada, proteger el patrimonio material y las grandes inversiones realizadas en infraestructura, mediante la utilización optimizada y racional de los materiales y de las tecnologías constructivas apropiadas para cada región.

Es necesario señalar que, el Código Ecuatoriano de la Construcción vigente INEN 1979, no cubre la normalización referente a diseño y construcción de viviendas de interés social, ni con sistemas convencionales, peor aún con tecnologías en tierra.

Se hace indispensable que el país cuente con una normativa básica que le permita reglamentar la construcción de viviendas de interés social, utilizando los materiales y tecnologías de la zona.

Toda la investigación que de manera disgregada se ha realizado en todo el país y que de alguna forma ya ha sido experimentada debe ser revisada con el fin de adaptar e incorporar normas mínimas que permitan optimizarlos.

CAPITULO VI6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El dotar de vivienda a los sectores populares es una tarea que cada vez se vuelve más difícil, dado los altos costos de producción.
- Si bien es cierto que el gobierno en el año 1973 creó a la Junta Nacional de la Vivienda como entidad pública rectora de las Políticas de Vivienda a nivel nacional encargada de construir vivienda de Interés Social. En el análisis de su actividad considero que la Institución no ha llegado a dotar de vivienda a los grupos económicos a los cuales debía dirigir su acción.
- El suelo urbano es bastante caro y no existe ninguna reglamentación que regule su costo.
- Los sistemas constructivos actuales emplean en mayor parte, para la fabricación de sus elementos, insumos importados que repercuten en la elevación de los costos de las viviendas.
- Generalmente, las técnicas actuales de construcción requieren de mano de obra especializada; consecuentemente más cara.

- La Universidad, a través de la Facultad de Arquitectura, la Junta Nacional de la Vivienda, e instituciones y profesionales particulares, se encuentran empeñados en buscar sistemas constructivos que permitan abaratar los costos y atender a los sectores de bajos ingresos.

- Experiencias de otros países y de quienes en nuestro país se han involucrado en la investigación de nuevos sistemas constructivos, encuentran que el empleo de las tecnologías tradicionales, adaptándolas al desarrollo tecnológico, es decir, mejorándolas, constituyen una alternativa para la construcción de viviendas de interés social (bajo costo).

A pesar de existir una amplia documentación y experimentación de tecnologías apropiadas, de tierra, existen aspectos particulares que ameritan estudios más amplios, detallados y complementarios como los que se refieren a construir en serie, que es uno de los requisitos que deben cumplir las técnicas para poder ser ejecutadas en el área urbana.

La exagerada dependencia de insumos importados y el escaso desarrollo de tecnologías, se encuentra en la actualidad, a nivel general, problemas en cuanto a un escaso conocimiento y aprovechamiento de materias primas nacionales.

- Si ahora renace el interés por la construcción en tierra, es porque sus cualidades, durante tiempo extinguidas, vuelven a ser parámetros importantes al compararlas económicamente con materiales como el homigón, bloque y hierro.
- Desde la perspectiva general, la conclusión más significativa del uso de tecnologías apropiadas en tierra, consiste en haber evidenciado la viabilidad técnica y económica de las alternativas, planteadas para la construcción de viviendas de interés social.
- Como conclusión a nivel particular respecto a la técnica seleccionada tenemos que, la racionalización del sistema de construcción, permite la reducción de tiempo de construcción de la obra con el correspondiente ahorro horas - hombre.
- El empleo de tierra en casi todos los componentes del sistema conforman, un objeto de características homogéneas.
- El sistema constructivo propuesto, no requiere de acabados como son: enlucidos, revocados etc, con el consiguiente abaratamiento en la construcción.

Se hace indispensable que exista coordinación entre todos los organismos involucrados en el diseño y construcción de

los centros urbanos, lo que permitirá optimizar los proyectos de construcción de vivienda.

Es necesario que los municipios encargados de dictar las ordenanzas a las que se sujetarán la construcción de viviendas, contemplen aspectos relacionados con las tecnologías en tierra y que conste con un tratamiento especial la construcción de vivienda de interés social.

Se deben eliminar algunas barreras burocráticas que la Junta Nacional de la Vivienda debe cumplir, para realizar la expropiación de los terrenos baldíos y declararlos de interés social.

Es necesario, que se hagan los cambios en la legislación sobre urbanización y construcción de viviendas, que impidan que los dueños de los terrenos baldíos especulen con el suelo urbano.

- El Código Ecuatoriano de la Construcción amerita de una revisión, complementación e implementación de aspectos relacionados con tecnologías apropiadas en tierra; y, de manera general, para la construcción de Interés Social. Pero será necesario que esta actividad se la coordine con los municipios, INEN, Junta Nacional de la Vivienda y Cámaras de la Construcción.

BIBLIOGRAFIA

- Franco M. Eduardo # Merino V., Hernán # Páez B.,
Alfredo # Ponce L., Mario
Techo para la familia ecuatoriana. Quito, Frente de
Reconstrucción Nacional, Julio 1984. 77 p.

- Departamento Técnico Caritas Nacional,
Normas para la construcción en adobe. Guatemala,
Caritas de Guatemala, s.f.. 37 p.

- ININVI Instituto Nacional de Investigación y
Normalización de la Vivienda.
Norma "Adobe": construcciones de adobe con
disposiciones especiales para diseño sismo-resistente.
Lima, ININVI, s.f.. p. irreg.

- Doat, Patrice # Hays, Alain # Houben, Hugo # Matuk,
Silvia # Vitoux, Francois
Construire en Terre, Grenoble, Craterre, junio 1979. p.
irreg.

- Ministerio de Bienestar Social. Secretaría de
Desarrollo Rural.
Perfiles de los proyectos: Reconstrucción suroccidente
de Pimampiro y Reconstrucción de barrios ,recintos del
cantón Quijos. Quito, Ministerio de Bienestar Social #
IICA, abril 1987. p. irreg.

- 1. Municipalidad del cantón Pedro Moncayo.
Plan Regional: Esquema de desarrollo y direccional urbano. Tabacundo, Concejo Municipal de Pedro Moncayo, s.f.. 301 p.

- Sotomayor, María Eugenia # Coello, María del Carmen
Proceso Constructivo en tapial: cartilla para autoconstrucción. Cuenca, Instituto de Investigaciones de Ciencias Tecnológicas de la Universidad de Cuenca, 30 de enero de 1985. p. irreg.

- Sutter, Patrick
Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Hagamos nuestra casa. Quito, Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, 1986. 33 p.

- Solís G., Mario
La vivienda vernácula. Quito, Revista Trama, s..f.. p. irreg.

- Ibarra, Fabián # Buitrón, Ricardo # Flacencia, Patricio # Ponce, Freddy.
Manual para la construcción de casa de tapial. Quito, FENOC # Federación Nacional de Organizaciones Campesinas, s.f. p. irreg.

- Flores, Fernando # Pérez, Manuel
Sistemas Tradicionales de Construcción: Informe 1,

Quito, febrero 1984 243 p.

- Zeas, Pedro # Flores, Marco
Hacia el conocimiento de la arquitectura rural andina:
Caso Alta Montaña Cañar. Cuenca, Universidad de Cuenca,
1982. 311 p.

- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
Instituto Eduardo Torrojas.
Tecnología para viviendas de interés social en
Iberoamérica: Tecnologías de cubiertas en vivienda de
muy bajo costo. Madrid, CYTED # ONU # IVIMA # SGV #
Instituto Eduardo Torroja, Madrid 3 - 6 mayo, 1988 p.
irreg.

- Ecuador, Junta Nacional de la Vivienda
Visita de obseración, Otavalo: Informe. Quito, JNV,
s.f.. p. irreg.

- Ecuador, Junta Nacional de la Vivienda. Proyecto ECU-
86-004.
Proyecto de vivienda rural de interés social: Anexo 4
mesas redondas. Quito, JNV # CNUAH - HABITAT, noviembre
25 de 1986. p. irreg.

- Agencia para el Financiamiento de la Vivienda y el
Hogar.
Tierra para casas habitación. México D.F., AID, s.f. 60

p.

- Ecuador, Junta Nacional de la Vivienda. CNUAH- HABITAT. Encuentro Nacional de Vivienda Popular: Cuenca. Cuenca, JNV # CNUAH - HABITAT, junio 1987. p. irreg.

- Sistemas Constructivos presentados ante el concurso convocado por la Junta Nacional de la Vivienda, para la construcción colectiva de vivienda de Interés Social. p. irreg.

- CONESCAL
Tecnología de construcción en tierra sin coser. México D.F. # CONESCAL. Diciembre 1983. p. irreg.

- Patrick, Bardou # Arzoumanian, Varoujan.
Arquitectura de adobe. p. 13 - 14

2.2.2.3.- Materiales, adquisición y mano de obra	25
2.2.2.4.- Ventajas	26
2.2.2.5.- Desventajas	27
2.2.3.- Técnica del bahareque	27
2.2.3.1.- Proceso de fabricación	27
2.2.3.2.- Comportamiento estruc- tural y técnico	29
2.2.3.3.- Materiales, adquisición y mano de obra	30
2.2.3.4.- Ventajas	31
2.2.3.5.- Desventajas	32

CAPITULO III

3.- Tecnologías actuales	33
3.1.- Características generales	34
3.2.- Técnicas	35
3.2.1.- Procesos constructivos	37
3.2.2.- Materiales y adquisición	62
3.2.3.- Ventajas	63
3.2.4.- Desventajas	63

CAPITULO IV

4.- Análisis comparativo de tecnologías tradicio- nales y actuales	65
4.1.- Análisis técnico	65
4.2.- Análisis económico	68
4.3.- Posibles alternativas	70

CAPITULO V

5.- Tecnología apropiada seleccionada	73
5.1.- Características	73
5.2.- Tipología	73
5.3.- Técnica	74
5.3.1.- Proceso de fabricación	75
5.3.2.- Materiales y adquisición	79
5.3.3.- Mano de obra y costos	80
5.4.- Ordenanzas	81
5.5.- Normas	84

CAPITULO VI

6.- Conclusiones y recomendaciones	86
------------------------------------	----

BIBLIOGRAFIA	90
--------------	----

AUTORIZACION DE PUBLICACION

Autorizo al Instituto de Altos Estudios Nacionales la publicación de este Trabajo, de su bibliografía y anexos, como artículo de la Revista o como artículos para lectura seleccionada.

Quito, julio 15 de 1992

ARQ. LYLIA GUAMAN CORREA