



LA QUINCHA INTERNA: REINTERPRETACIÓN DE UN MODELO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ZONA CENTRAL

Virginia Cisternas, Álvaro Riquelme

Xiloscopio Restauración Arquitectónica y Mobiliaria, Valparaíso Chile.
arqlme@gmail.com

Palabras claves: Arquitectura en tierra, Tradición constructiva, fibras locales, resistencia sísmica.

Resumen

El presente artículo dar a conocer el desarrollo de una parte de la construcción de una vivienda ubicada en la zona de Laguna Verde, Región de Valparaíso, Chile (1). El proyecto tiene como necesidad fundamental la materialización de una vivienda construida de forma sustentable con una mirada hacia la tradición constructiva local, teniendo en cuenta las condiciones sísmicas que presenta Chile y el particular Valparaíso (2).

El diseño de la vivienda plantea la reinterpretación de un sistema constructivo de esta zona, en donde se utilizan materiales tradicionales y locales (tierra-madera), pero aplicando tecnología contemporánea en su morfología y soluciones constructivas. Esta combinación se propone en función de la eficiencia arquitectónica, constructiva y estructural de la obra. **La quinchita interna**, es un término que nace de la mezcla de la tradición constructiva con la eficiencia y diseño contemporáneo.

En Chile existe una variedad de modelos constructivo-estructurales que utilizan la tierra como componente del sistema, estos modelos se pueden clasificar básicamente en dos: En un primer grupo están los sistemas que utilizan a la tierra como estructura portante (Adobe y Tapia), y el segundo grupo están los sistemas mixtos, que utilizan la tierra como relleno de un sistema entramado de madera (Adobillo y quinchita)

En Valparaíso existen algunos ejemplos de albañilería de **adobe** como representante del sistema portante que se concreta en un muro de gran espesor, los cuales se concretan en edificios de uso público y algunas viviendas del siglo XIX (Iglesia de la matriz y San Francisco de Barón poseen muros de 1.20mt de ancho con una altura de 8mt) Mas en el Siglo XX (principalmente después del terremoto de 1906 que azotó la zona central de Chile) la mayoría de las edificaciones son sistemas mixtos en donde la tierra se encuentran como componente de relleno, es decir, pertenecientes al segundo grupo. En esta categoría los modelos constructivo-estructural que podemos encontrar son: **el adobillo**, que es un bloque de adobe de dimensiones menores que el adobe (45 cm x 10 cm x 10cm) que se encuentra confinado a una estructura de madera sería un sistema y **la quinchita** que es, una estructura de madera, a la que se superpone una trama de listones (sistema de soporte de la tierra) en donde se realiza la aplicación de una capa superficial de mezcla de tierra y fibra, obteniendo un sistema liviano. El sistema de entramado de madera resulta ser un sistema que el paso del tiempo (y los terremotos) a demostrado ser eficiente frente a nuestra realidad, ya que han tenido un buen comportamiento estructural y además son una técnica usada masivamente desde el siglo XIX en Valparaíso.

Como segundo tema de desarrollo se analizó el uso de fibras naturales en las construcciones de tierra, en donde la cohesión que logran las masas de tierra dependen de ellas; mermando la retracción que se da por el secado o pérdida de humedad de la mezcla que hace que la masa de tierra se agriete y pierda cohesión entre si; de allí que existe la necesidad de complementar la mezcla con elementos continuos que auxilien a la masa al momento de retraerse y mantenerla estable. El proyecto se desarrolló con una fibra existente en el lugar que minimizó el impacto económico y medioambiental en su adquisición, además de presentar notables resultados en su comportamiento.

1. PRESENTACION

1.1 En búsqueda de la sustentabilidad

Los diversos sistemas constructivos que existen en la actualidad brindan una amplia gama de posibilidades para los distintos requerimientos que una edificación plantee. Los principales materiales utilizados hoy en día están sometidos a diversos procesos en su fabricación, requiriendo una gran cantidad de energía para realizarlos. Debido a la crisis energética global, cada vez más personas piensan en sistemas eficientes que soporten las solicitudes necesarias y mitiguen su impacto ambiental.

Los materiales naturales fueron y serán la alternativa más eficiente en la ejecución de obras edilicias, puesto que no necesitan síntesis para poder ser utilizados, lo que les otorga una ventaja insuperable frente a los materiales que necesitan una gran cantidad de energía para ponerse al servicio de un determinado sistema constructivo. La tierra es posiblemente el material de construcción más abundante y económica de todos, el cual está disponible en todo lugar y los procesos que permiten su utilización son básicos y simples. Junto a la madera y la piedra ha sido el material que se ha desarrollado con la humanidad desde sus principios.

El trabajo que se presenta corresponde a una construcción de una vivienda que pretende aunar los conceptos de sustentabilidad y rescate de técnicas constructivas tradicionales, con una mirada actual que colabore en ese sentido.

1.2 Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar una tecnología contemporánea a través de la identificación de sistemas tradicionales, como alternativa de construcción en zonas sísmicas

Objetivos específicos:

- Desarrollar sistemas eficientes de sujeción de tierra con la estructura de madera.
- El uso de la hoja de pino como fibra natural para las construcciones con tierra.
- Lograr una valoración de los sistemas constructivos tradicionales de la zona.

2. LA FIBRA NATURAL

2.1 Conceptos generales

Por fibra se entiende, cada uno de los filamentos que existen en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales.

Las fibras naturales son las que se obtienen de los animales o de las plantas, la mayoría de estas fibras se usan para la industria textil, pero también han sido aplicadas a la construcción en conjunto con otros materiales, lo que se denomina como materiales compuestos, que consiste en un material base (tierra, cemento u otro), al que se le adiciona fibra natural para mejorar sus propiedades mecánicas.

-Fibras de origen animal: son la lana, pelo y secreciones como la seda, estas fibras son proteínas resistentes a la mayoría de los ácidos orgánicos, tienen diversas características, por ejemplo el algodón absorbe fácilmente el agua, mientras que el lino tiene una alta resistencia mecánica, la seda tiene una alta capacidad de resistir a tracción y la lana presenta mayor elasticidad.

-Fibras de origen vegetal: son aquellas fibras naturales extraídas del reino vegetal en sus más variadas formas: semillas, tallos, hojas, frutos y raíces y procesadas de forma tal que se obtienen productos de aplicación textil, están las que se extraen de la vellosoidad de algunas semillas, como el algodón; de los tallos, como el lino y el cáñamo; fibras de follajes, como el sisal; y fibras de cáscaras, como las de coco.

El soporte de la constitución química de todas las fibras vegetales es la celulosa, las fibras naturales se pueden clasificar en:

Fibras duras: son las fibras de hojas de Monocotiledóneas. Cada fibra es un cordón fibroso o un haz vascular con las fibras asociadas. Los cordones tienen generalmente un curso largo y recto con muy pocas y débiles anastomosis. Estas fibras tienen un alto contenido de lignina y son de textura rígida. Ej.: hojas de pino.

Fibras blandas: son las fibras floemáticas de tallos de Dicotiledóneas, que pueden estar más o menos lignificadas, pero son suaves, elásticas y flexibles. Los cordones de fibras del floema forman una red donde no se individualizan los distintos grupos. Ej.: lino y ramio.

2.2 Propiedades de la fibra como material para construcción

Las fibras naturales están disponibles razonablemente en grandes cantidades en muchos países en desarrollo y representan una fuente renovable continua (Aziz et al, 1981, p.123).

En la actividad forestal grandes volúmenes de follaje en la actualidad son considerados residuos de desechos, sin embargo, contienen una gama de sustancias significativamente complejas y ricas en componentes con actividad biológica, que podrían ser utilizados en diversos áreas. Estos residuos que se acumulan en el bosque después del aprovechamiento forestal ocasionan un importante impacto ambiental, al crear un medio favorable para la propagación de plagas y patologías dañinas tanto a la flora como a la fauna, además de ser un material combustible con riesgo en la aparición y propagación de incendios; sin embargo la utilización de estos residuos para la obtención de productos para la construcción, proporciona beneficios económicos, sociales y ambientales.

Las fibras naturales tienen un bajo costo y peso lo que les confiere una elevada resistencia específica. Son biodegradables y no presentan efectos abrasivos. Por esto las fibras presentan mejores prestaciones mecánicas porque la probabilidad de encontrar defectos disminuye y además se anclan en la matriz que rodea de manera uniforme. Por esto, desde el punto de vista de las propiedades mecánicas son aconsejables las fibras de diámetro lo menor posible.

El uso de las fibras en materiales de construcción se remonta desde el inicio de la construcción con tierra. Fibras naturales como pasto, fique, junco y pelo animal, entre otras han sido tradicionalmente agregadas al adobe para disminuir su tendencia a la fisuración y mejorar el desempeño del material a esfuerzos de tensión. La introducción de la fibra de forma específica y una resistencia a la tracción superior a la matriz en la que están embebidos, ha conferido cualidades adicionales que no alcanzarían, sin dicho refuerzo, la construcción con adobe y otros sistemas constructivos en tierra.

2.3 Fibra natural local

La zona de Laguna verde actualmente presenta bosques de pino insigne (*Pinus radiata*), especie de árbol tipo conífera que inhibe el crecimiento de otras especies vegetales porque acidifica el sustrato del suelo con sus residuos (las hojas), lo que dificulta la diversidad de vegetación, además de generar acumulación de estos residuos constante y aumentando los peligros de incendios forestales.

Considerando la necesidad de fibras naturales para la construcción de la vivienda y la actual escasez de la paja brava, se realizaron pruebas para ver el comportamiento de la hoja de pino insigne para la mezcla (figura 1).

Algunos casos encontrados del uso de fibra naturales, específicamente de la hoja pino se pueden apreciar en Guatemala para la conformación de los adobes; otro caso se ven en Costa Rica, en donde se construye una quincha o bahareque precolombino, que consiste en la utilización de un esqueleto de varillas recubierto con barro para la construcción de paredes, al barro se le incorpora hojas de pino seca los cuales eran mezclados. Ambos casos ya no se recomiendan por normas de cada país, ya que una mala ejecución en la estructura portante, sumado a la falta de acciones de mantención del sistema estructural, ha provocado innumerables colapsos.

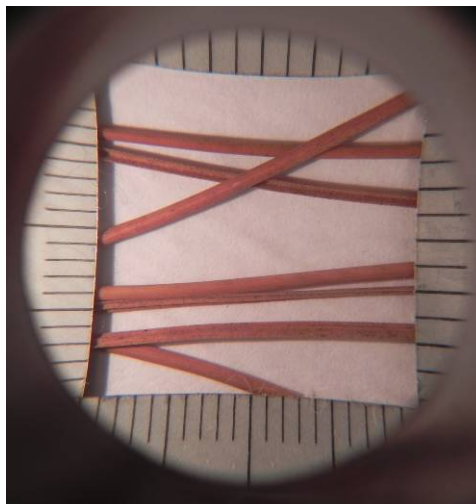


Figura 1. Vista de las fibras de la hoja de pino insigne, lente de 10x-30mm

3. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE TIERRA, EN VALPARAÍSO

3.1 Desarrollo de sistemas en tierra

Los ejemplos mas antiguos de edificación en Valparaíso, se han construido en sistema portante de albañilerías de adobe, los que reforzado con piezas de maderas preferentemente de roble, en vanos, encuentros de muros y coronamientos, son vestigios de una arquitectura colonial que sobrevivió hasta finales del siglo XIX. Se pueden citar construcciones que datan del siglo XIX tales como la iglesia de La Matriz, Capilla Santa Ana, Iglesia San Francisco de Barón y un sin numero de viviendas anónimas en donde divisan los bloques de tierra con refuerzos de madera. La gran problemática de estos sistemas es la vulnerabilidad que presentan frente a eventos sísmicos, cuya vulnerabilidad está dada mayoritariamente por el deterioro de sus elementos de madera, que pueden sufrir el ataque de agentes biológicos, que fagocitan la celulosa y lignina de la madera, dañando la estructura y resistencia. Hay que tener en cuenta que las estructuras de adobe tienen un peso de 1300 kg/m^3 a 1800 kg/m^3 (Minke, 2001), que genera un sistema con una gran sollicitación a los elementos que participan en tracción. Esto es lo que le otorga una dificultad a la hora de construir con bloque que oscilan de 25 kg a 32 kg cada uno.

Fundamentalmente el recambio de este sistema constructivo-estructural del adobe es detonado por el crecimiento demográfico de Valparaíso,

En donde existe una creciente carencia de espacio disponible en la zona plana de la ciudad, la ocupación de los cerros inmediatos a la zona portuaria y del Almendral es la única alternativa posible frente al crecimiento demográfico que ha ido generando el desarrollo portuario en aquellos años. Lo es también el hecho de que algunos sectores de la ciudad presenten condiciones ambientales cada vez más inadecuadas para la función residencial. Es ante esta circunstancia apremiante en que se hace necesaria la innovación de las soluciones técnicas que permitan superar la dificultad que plantea la ocupación serrana. De ese modo las tradicionales fábricas de gruesos muros de adobe y pesadas techumbres de tejas, con sus importantes obras de cimentación, resultan de por si bastante inapropiadas a ese objeto debiendo dar paso obligado a otro tipo de solución constructiva". (Duarte; Zúñiga , 2007. sp.)

Es en este contexto que la madera con su versatilidad y eficiente comportamiento sísmicos se presenta como una solución idónea para estas nuevas construcciones emplazadas en una geografía con pronunciadas gradientes. Es aquí donde el sistema de entramado construido en madera alcanzará su máxima utilidad y aplicación. Queda largamente demostrado en la ocupación de lo que en propiedad podemos adjudicar como característico a principios del siglo XX. Es allí donde las soluciones constructivas adquieren mayor

atrevimiento e inventiva dada la dificultad mayor que presenta la topografía, dando origen a lo que podríamos considerar, por lo mismo, como aquellas expresiones más identitaria de la morfología urbana de Valparaíso.

Este fenómeno además es posibilitado por la creciente influencia extranjera, que trajo consigo modelos estructurales diferentes a los aplicados hasta ese entonces y tuvo un aceleramiento importante debido al gigantesco terremoto de Valparaíso en 1906, el cual que obligó a arquitectos e ingenieros a privilegiar otros sistemas constructivos, que fuesen más estables sísmicamente, como por ejemplo: en madera, el hierro forjado y el acero.

La liviandad de las construcciones y la velocidad en su ejecución, son ventajas significativas que el sistema de plataforma plantea, los que a su vez explican el auge y proliferación inmediata que éste alcanza, dado que representa una buena alternativa a las exigencias de colonización de los cerros. Por lo tanto la aplicación de este sistema constructivo en madera significó rápidamente una ocupación más efectiva e intensa de la parte superior de los cerros consolidando el emplazamiento de la ciudad tal como lo conocemos hoy (Duarte; Zúñiga, 2007)

Existe una gran variedad de construcciones de principios del siglo XX que intensificaron el uso de la madera. Tanto es así, que el soporte de la estructura es remplazada por elementos verticales de madera que amarrados por elementos horizontales conforman una tabiquería estructural, el cual genera un sistema estructural de plataforma. Lo que genera un cambio importantísimo y radical en la noción de la utilización de la tierra en la arquitectura de ese entonces, en ese sentido tenemos la proliferación de la albañilería simple de tierra cocida reforzada por perfiles metálicos, los sistemas articulados de metal y los sistemas de madera rellenos con bloques de tierra (adobillo).

La gran aceptación de este sistema esta demostrado en construcciones emblemáticas y representativas de la época, como son: el Palacio Baburizza emplazado en cerro Alegre, el Palacio Vergara emplazado en la quinta Vergara en el centro de Viña del Mar. Ambos edificios realizados por familias acaudaladas, que levantaron estas construcciones que terminaron siendo grandes palacios que engrosan la lista de Monumentos Nacionales de nuestro país. En ambos ejemplos se disimula el sustrato constructivo dejando un aspecto pétreo en la superficie, enlucido de yesos y cemento que de una u otra forma ocultan una estructura de madera y tierra, mientras los edificios emblemáticos de la época eran contruidos por medio de albañilería de bloques de tierra cocida reforzado con perfiles metálicos. Este aspecto grafica que la aplicación de estos materiales no solo estaba supeditada a los cerros de la ciudad, sino que mostraba ser eficiente sísmicamente y una alternativa más económica, y a pesar de la opulencia de sus dueños, fueron contruidos por un sistema que resulta ser mas común de lo que se puede apreciar a simple vista en la ciudad.

3.2. Descripción de los sistemas constructivos mixtos en Valparaíso

3.2.1 Adobillo

El sistema de adobillo se compone de un tabique estructural, compuesto de elementos verticales, llamados pies derechos, elementos horizontales (llamado solera superior e inferior) y elementos arriostrantes llamados diagonales. Estos unidos a través de ensambles de cajas y espigas conforman un esqueleto firme que junto a otros elementos forman una estructura resistente. Principalmente la madera utilizada es madera de Roble, la cual resulta ser una madera de gran capacidad resistente de densidad $0,67 \text{ g/cm}^3$ (3), la cual se ensambla con otros elementos por medio de una espiga en el pie derecho y una caja en la solera, lo que permite a los elementos mantenerse en su posición; a veces este sistema se auxilia por clavos. Las secciones más utilizadas de madera son cuarterones de 4"x4" y 3"x4" lo que otorga una enorme resistencia a todo el sistema. La distancia entre pie derecho y pie derecho es de 40 cm a 50 cm, lo que determina la dimensión del bloque de tierra que se inserta entre estos.

Otro elemento vital para el correcto funcionamiento del sistema, y que además determina la morfología del adobillo es el listón interno de 1"x1" que se instala al interior del tabique, el cual resulta ser una lengüeta a lo alto de todo el tabique. Cada adobillo que queda contenido entre los elementos de madera, presenta en su diseño una ranura que lo confina al listón, trabándose la estructura con el relleno de forma eficiente. Esta trabazón es un elemento prefabricado y es parte de la génesis del adobillo y no es realizada en obra a excepción de los bloques que se emplazan en contacto con las diagonales, en donde se rebajan los bloques para lograr su calce en la estructura. La dimensión del adobillo más común encontrada en Valparaíso es de 45 cm x 10 cm x 10 cm. La madera utilizada en la realización de esta pieza es de roble y álamo primordialmente. La construcción de este sistema, requiere primero levantar la estructura de madera e inmediatamente instalar el adobillo para poder continuar con los pisos superiores.

3.2.2 Quincha

La quincha, se diferencia del adobillo, básicamente por la forma de inclusión de la tierra al sistema soportante de madera, mientras que el adobillo resulta ser un bloque de tierra prefabricado que se instala entre los elementos estructurales de madera, la quincha sitúa a la tierra como un elemento que se fabrica en obra, como un enlucido del sistema, es decir, se encuentra por sobre la estructura de madera. El soporte del enlucido de tierra está realizado por la aplicación de listones de 1x1" en forma horizontal y otras veces oblicua, principalmente de madera de álamo ($0,38 \text{ g/cm}^3$) que debido a su buena estabilidad dimensional y su liviandad además de su abundancia en la zona central lo hace una madera óptima para este uso (también es ocupado en enlucidos de cielo por medio de tierra y yeso, por su liviandad) es posible encontrar algunos ejemplos de aplicación de pino oregón americano en tablillas de 1 1/2"x3/4" la cual reúne las características de liviandad y estabilidad dimensional al igual que el álamo.

El desarrollo de la quincha y el adobillo en Valparaíso, se genera de forma simultánea, dando forma a un sistema constructivo compuesto los que se complementan, siendo las plantas de la parte baja de la edificación las realizadas con sistema de adobillo y los pisos superiores de quincha con el objetivo de alivianar la estructura mientras más altos son los edificios. Esta estrategia resultó ser eficiente a lo largo del tiempo, conservándose variados ejemplos de su aplicación. Siendo esta una forma constructiva estable, antisísmica y económica.

4. LA QUINCHA INTERNA

4.1 Origen. La valoración del sistema mixto

En la actualidad existe en Chile una discusión acerca de la resistencia estructural de las construcciones en tierra, teniendo en cuenta la alta sismicidad de nuestro país, siendo las más vulnerables las construcciones que utilizan únicamente a la tierra como estructura. El principal problema de estas construcciones radica en la débil resistencia a las fuerzas de tracción de las mamposterías en tierra lo que determina su alta vulnerabilidad sísmica.

Los sistemas mixtos (tierra-madera) otorgan un mejor comportamiento sísmico, lo que se ve reflejado en el último terremoto en la región (2010). La estabilidad de estos sistemas está dada por el sistema entramado en madera el que, con sus diferentes componentes, arma un esqueleto sólido, resistente y flexible, el que permite soportar su peso propio y las cargas estáticas y dinámicas que inciden en él.

En un análisis comparativo entre los sistemas de adobillo y quincha, podemos mencionar que la principal desventaja del primero es el sistema de trabazón con la madera, éste debía ser instalado inmediatamente después de realizado el tabique, ya que se instala desde arriba para el encaje de la lengüeta de madera en la ranura del bloque de tierra. En este aspecto lo limita en cuanto a su eficiencia constructiva en relación con la quincha, que independientemente del armado de la estructura, el "estuco de tierra" no causa interferencias con otras partidas de la construcción. El adobillo por su parte tiene un mejor

comportamiento que la quincha como aislante térmico y acústico, puesto que es un bloque macizo de tierra de 10 a 15 centímetros que se encuentra en el alma del tabique el que genera un mayor confort, dado por el espesor relleno de tierra.

La quincha interna, busca reunir los aspectos mas eficientes de ambas técnica, aprovechando la mayor aislación térmica del adobillo, con la eficacia constructiva de la quincha, siendo este un componente que rellena todo el ancho del tabique, fabricado en obra, trabando elementos horizontales de madera entre los pies derechos. Este aspecto posibilita cerrar la vivienda por fuera, para seguir trabajando desde dentro, siendo la partida de relleno de los muros independiente a la estructura y cerramiento con el exterior.

4.2 De la construcción

4.2.1 Madera: estructura portante

La estructura de madera está compuesta de soleras de 2"x6" y pies derechos de 2"x4" de pino insigne, en donde las diagonales adicionadas al sistema son exteriores a los pies derechos con tablas de 1"x5" logrando el muro un ancho final de 15 cm. Una vez realizado el esqueleto de la edificación se procedió a instalar los componentes de revestimiento hacia el exterior, a base placa OSB 11 mm y sobre ella láminas de chapa metálica micro ondulada (calamina) y entablado de madera tinglada de 1"x5". Toda la estructura de madera se trato con un imprégnate asfáltico para evitar pudriciones y otros ataques biológicos a la madera que en un futuro pueda provocar su colapso. Como ultimo proceso se procedió a rellenar los espacios que de la estructura de madera con madera de diversos tamaños, realizando de esta manera un dentado en los muros que permitiese a la tierra adherirse. Este dentado resulta ser clave dentro del sistema, puesto que es este elemento el que permite conectar la tierra con la madera, aspecto extraído del adobillo.

4.2.2 Tierra: material de relleno

Las tramas resultantes de la estructura donde se debía instalar la mezcla de tierra y fibra de pino resultaron representar bloques de 50 cm x 60 cm x 15 cm de espesor, con una trama de listones fijado a los componentes de madera.

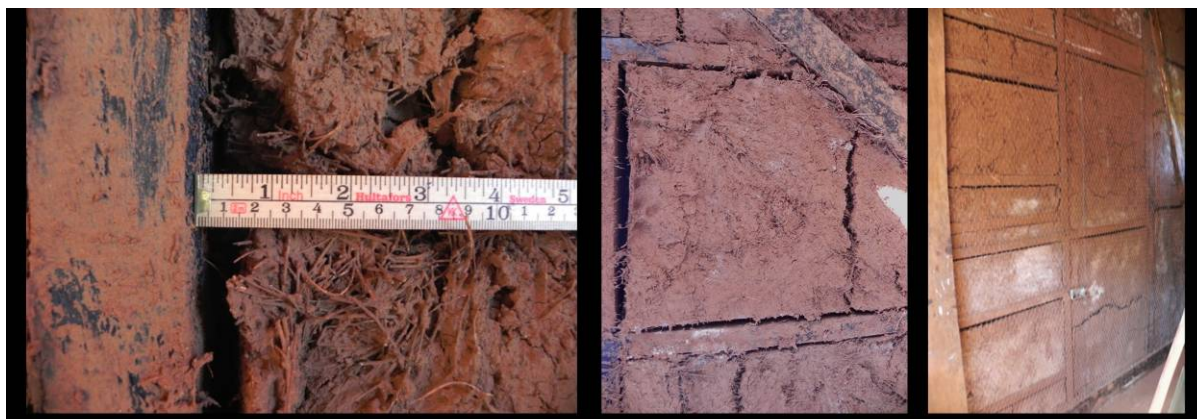


Figura 2. Imágenes de la retracción del material con la mezcla de 80% tierra y 20% hoja de pino. Fotografías de autores.

Se realizaron diversas pruebas en terreno para determinar la mezcla idónea. En principio se hizo una mezcla más pesada la cual contenía un 80% de tierra arcillosa (70% de arcilla y 30% arena) y 20% de fibra de pino insigne, en donde los paños rellenos obtuvieron como resultado una retracción del 6% como promedio, con esta mezcla se realizó toda la zona baja de la vivienda, teniendo que posteriormente colocar una inyección de barro en la zona retraída. La primera experiencia determinó el aumento de la cantidad de fibra añadida, paulatinamente el relleno de tierra fue alivianándose desde el inicial 80% de tierra arcillosa y 20% de fibra de pino, hasta invertir la proporción a 20% de tierra arcillosa a 80% de fibra de pino, logrando un comportamiento estable que no presentó retracciones de secado, obteniendo una dureza y cohesión óptimos a la estructura que se confino. Este proceso fue

alivianando paulatinamente el relleno, obteniendo como resultado una degradación del peso de la mezcla de tierra y fibra natural, lo que finalmente se bautizó como alivianado de pino.



Figura 3. Imágenes de mezcla con 80% de hoja de pino y 20% de tierra. Fotografías de autores

4.3 Del diseño en pos un sistema

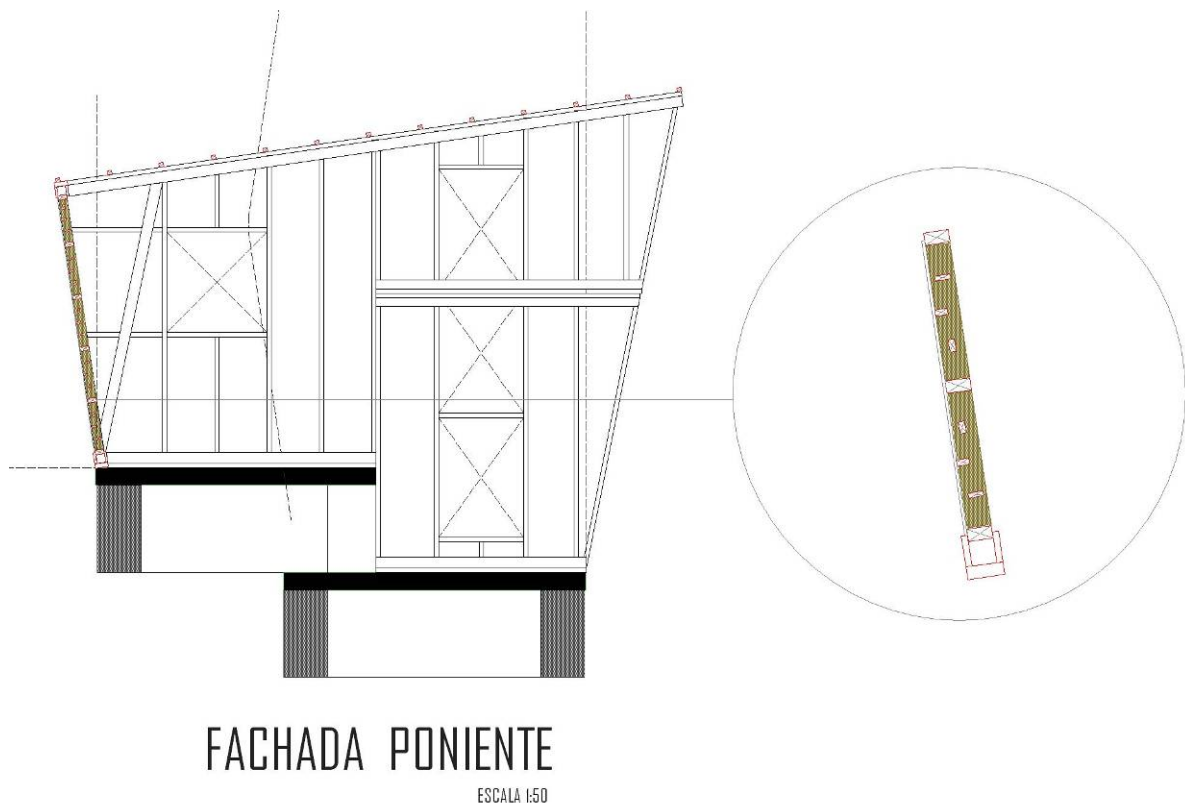


Figura 4. Esquema de la disposición de la estructura de los muros plata baja, con detalle de relleno

La primera etapa de la vivienda contempla dos módulos cuadrados (en planta) que se insertan entre sí, el mayor de ellos posee una dimensión de 5,25 m x 5,25 m de altura variable que va desde los 3,20 m. A 5,55 m de altura, el segundo módulo posee 2 pisos teniendo en planta las dimensiones de 4,30 m x 4,30 m y 3,20 m de altura cada uno. En principio el diseño de la vivienda contempló el uso de muros inclinados 15° desde su base hacia el exterior, con ello se buscó lograr una buena relación con el asoleamiento y la capacidad de las inclinaciones de proteger de la lluvia a la base de los muros (en primer piso). Esta inclinación se aprovechó en la fase de aplicación de la aislación de tierra, la cual se insertó desde dentro teniendo ya los forros exteriores, lo que generó una óptima aplicación de la mezcla de tierra y fibra de pino insigne, ya que esta masa se posó en la estructura, evitando que esta escurriera en su estado plástico. Es un hecho que en los muros rectos se tuvo el problema del escurrimiento de la tierra, sobre todo en las zonas

bajas de la vivienda, que en primera lugar se confeccionaron con bajas cantidades de fibra de pino insigne, lo que junto a la retracción por secado fue determinando el cambio de proporción de la mezcla. En estos muros se debió intensificar el uso de la trama de listones en el eje horizontal, él que permitió la adhesión de la mezcla aislante, no obstante los muros inclinados solo tuvieron el problema de retracción y no de montaje puesto que este resultó ser óptimo. En el nivel superior de la casa el ángulo de los muros cambia y es hacia adentro por lo cual se colocaron primeramente los revestimientos interiores para lograr la misma performance en la aplicación del relleno de tierra y fibra que en los muros de la planta baja.

5 REFLEXIONES FINALES

No se conoce una estadística específica que manifieste un número de edificaciones construidas en tierra o con componentes de tierra en la ciudad, una primera mirada a la ciudad de Valparaíso dará como resultado una gran cantidad de construcciones que ocupan este dúctil, económico y sostenible material. La tierra desde un tiempo a esta parte, pasó de ser un material olvidado a tener un nuevo auge en su utilización. Este uso ha sido impulsado en gran medida por la investigación y nueva valoración de los diferentes sistemas constructivos que se encuentran en nuestras ciudades. En el caso de Valparaíso, la puesta en valor de las edificaciones existentes a dado como antecedente, el uso masivo de la tierra en sus diferentes versiones, el problema básico de los sistemas con tierra, es la poca perdurabilidad del componente de madera (4). Los materiales contemporáneos sintéticos a pesar de dar una respuesta eficiente a las problemáticas que plantea la construcción, son materiales que no tienen una buena relación de sostenibilidad en su producción y por ende están destinados a desaparecer paulatinamente en relación a las diversas crisis medioambientales y energéticas que nuestro planeta ya plantea. No solo por el hecho de realizar la vivienda con materiales naturales es un proyecto sustentable, puesto que la extracción de estos puede ser un problema medioambiental grave, cuando no hay un manejo apropiado de estos recursos, en la V región de nuestro país no existen grandes plantaciones de trigo donde se puedan extraer paja brava, esta se extrae principalmente en la VI a la VIII región, en donde la adquisición de este producto en algunas temporadas resulta escaso y de difícil acceso. La minimización del impacto ambiental está dada en este caso por la utilización de una fibra residual (hojas de pino), que se encuentra a metros de la construcción con una abundancia que permite cerrar el círculo de sostenibilidad que se pretende lograr.

Los sistemas mixtos de tierra y madera han demostrado ser eficaces frente a las constantes solicitaciones sísmicas, este aspecto demostrado a lo largo de todo el siglo XX, en donde las edificaciones de Valparaíso construidas en madera y tierra han demostrado su perdurabilidad. La vulnerabilidad de este sistema esta dado por la resistencia de la madera a los ataques biológicos que esta presenta en el tiempo. El mayor problema que presentan los sistemas de madera y tierra es relación de la humedad contenida en la madera que posibilita la acción de colonias biológicas de deterioro, es de esta manera que el colapso de estas estructuras principalmente esta dada por la acción de hongos de pudrición y ataque de insectos xilófagos que fagocitan los componentes químicos de la madera. *La pudrición blanca y parda según ataquen a la lignina (Marrón) o a las celulosas (blanquecinas), diferenciándose en esta ultima entre pudriciones secas y húmedas en función del estado del estado de la madera* (Curso de patología conservación y restauración de edificios, 1991) haciéndolos perder su resistencia mecánica. La tecnología nos ha dotado de ciertos productos que anulan o minimizan este riesgo, que es el que finalmente determina la vida útil de este tipo de construcciones, es por ello que el sistema de quinchita Interna a pesar de tomar aspectos de la tradición constructiva porteña, incorpora además la impregnación de todos sus componentes de madera como medio que asegure la perdurabilidad del sistema. En este sentido el proyecto plantea el rescate de los aspectos fundamentales de la tradición constructiva, dotándolos de propiedades adicionales por medio de la impregnación de sus componentes estructurales de madera.

Donde las técnicas tradicionales son inadecuadas, la consolidación de un monumento se puede lograr por medio de técnicas modernas de conservación y construcción, cuya eficacia este científicamente demostrada por datos científicos y probadas por la experiencia. (Carta internacional para la conservación y monumentos y sitios. Carta de Venecia 1964, Artículo 10)

Es por ello que se hace necesario volver al origen, dando una mirada fresca a los sistemas tradicionales de construcción en donde se revaloricen sus aspectos positivos y se eliminen los aspectos negativos (principalmente la perdurabilidad de los componentes de madera).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aziz, M. A.; Paramasivam, P.; Lee, S. L. (1981). Prospects of natural concretes in construction fiber reinforced. *International Journal Cement Composites and Lightweight Concrete*, Vol. 3, No. 2, 1981.

Carta internacional para la conservación y monumentos y sitios. Carta de Venecia 1964

Curso de patología conservación y restauración de edificios (1991). Tomo 2, Servicio de publicaciones del colegio oficial de arquitectos de Madrid.

Duarte G., Patricio H.; Zúñiga L., Isabel M. (2007). Valparaíso cosmopolita: los efectos de la disposición a la técnica como parte de un espíritu progresista del siglo XIX. *Revista de Urbanismo*, No. 17, Universidad de Chile.

Minke, Gernot (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas en tierra*, Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel, Alemania.

Notas

(1) Chile tiene una organización territorial que divide el país en 15 regiones que tienen un gobierno y administración en cada una de ellas.

(2) Valparaíso en los últimos 30 años ha tenido 3 grandes terremotos (en los años 1971, 1985 y 2010)

(3) La resistencia a la flexión estática del roble (*Nothofagus obliqua*) es de 85 MPa, a la compresión de 47 MPa y al cizalle más de 12 MPa.

(4) Se sostiene que el problema del daño generalizado de la madera, no es falta de mantenimiento, puesto que es difícil que una estructura que se encuentra detrás de componentes de no se pueden desmontar puedan tener procesos de mantención, por ende esta degradación se produce por proceso natural y una falta de visualización de los constructores hacia la conservación de la madera en el tiempo.

Currículo

Álvaro Riquelme Bravo, Arquitecto, Especialista en Restauración Arquitectónica y Maderas. Cursos de Formación dictado por Instituto Ítalo Americano, Yachay Wasi e International course Wood Conservation Technology ICWCT-ICROM. Académico de la Carrera de Restauración Patrimonial Duoc UC, en el área de Restauración en madera, Policromía y Dorado. Socio fundador de Xiloscopio empresa dedicada a la Restauración Arquitectónica y de Mobiliario

Virginia Cisternas Soto, Arquitecto, Postgrado en Restauración de Monumentos de Arquitectura UPC, Barcelona-España. Postítulo de Conservación y Restauración Arquitectónica Universidad de Chile. Académica y Encargada de Proyectos de la Carrera de Restauración Patrimonial Duoc UC. Realiza docencia en las áreas de Teoría de la Restauración y Taller de Materiales Pétreos. Ejecuta Proyectos de Restauración en piedra y yeso.