

TECNOLOGÍA MIXTA, DESDE LO TRADICIONAL A LO CONTEMPORÁNEO EN BOLIVIA, CHILE Y URUGUAY

Pacha Yapucha Yampara Blanco¹, Romina Acevedo Oliva², Claudia Varin³

¹ Facultad de Arquitectura Artes Diseño y Urbanismo, Universidad Mayor de San Andrés, Yapu Tierra, Bolivia
pyampara.bl@gmail.com

² Tierra Lab, Chile, romina.a.oliva@gmail.com

³ Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, claudiavarin@gmail.com

Palabras clave: bahareque, quincha, palo a pique, fajina, construcción con tierra contemporánea

Resumen

La tecnología constructiva mixta, ejecutada con madera y tierra, se ha desarrollado en la región latino americana desde tiempos precoloniales. En diversas regiones, esta ha evolucionado tanto en sus denominaciones como en procesos constructivos y tecnológicos en función de diversos factores. Entender los procesos evolutivos, según sus materiales, procedimientos y detalles constructivos propician su continuidad y potencial del uso en la arquitectura contemporánea. El artículo permite visualizar cómo la tecnología se resemantiza para ofrecer soluciones contemporáneas con estrategias de diseño que permiten mejorar su durabilidad y desempeño. El artículo presenta seis casos de estudio en Bolivia, Chile y Uruguay. Cada país presenta dos casos construidos en épocas diferentes. Este recorrido a través de sus detalles constructivos permite identificar las resoluciones ejecutadas según los materiales disponibles en cada zona geográfica.

1 INTRODUCCIÓN

Se considera a la tecnología mixta con madera y tierra (TMT) como un conjunto de procedimientos que involucran técnicas diferentes, como es la de posicionado de la madera con fines estructurales y de entramado –que despliega diversas posibilidades y es parte de la estructura secundaria– y finalmente la de colocación del relleno. Los procedimientos involucrados hacen a esta tecnología transformar el medio, resolver problemas sociales y ambientales, para que generen dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable (Thomas, 2011).

Al reconocer la evolución regional que ha tenido la TMT en función de los contextos históricos, ambientales –con sus materiales relacionados, madera, tierra, fibra– y culturales –con sus procesos y formas de implementación– permite identificar sus potenciales de apropiación y resignificación por las comunidades en la contemporaneidad.

En cuanto a sus registros históricos, se encuentran vestigios en Ecuador desde el año 10.800 A.C. y 10.000 A.C (como citó Stothert en Cevallos, 2003) donde se encontraron fibras vegetales mezcladas con barro. En Perú, en el sitio arqueológico de Caral, se ubica, probablemente, una de las ciudades más antigua de la humanidad y tiene con edad de 5.000 años A.C. Allí se hallan las “shicras” –gaviones ejecutados con fibras vegetales y piedras– y cerramientos verticales resueltos con tierra y fibras vegetales. Las conformaciones de las construcciones con estas tecnologías permitieron que la ciudad de Caral permanezca aún en pie a pesar de estar ubicada en una zona sísmica.

Ríos (2018) menciona que este tipo de técnica era desarrollada por los guaraní previo a la llegada de españoles. Luego con la llegada de las misiones jesuíticas, se genera una mezcla de conocimientos constructivos y se van a encontrar iglesias construidas por indígenas misioneros con técnicas de madera y tierra (Rodríguez, 2010).

En la actualidad la técnica mixta es utilizada en países donde se encuentra fácil acceso a piezas de madera adecuadas para su desarrollo. La elección por este sistema se asocia a

rapidez de ejecución, posibilidad de prefabricar componentes y facilidad en la aprehensión de los procesos constructivos. En los diferentes países que se toman para estudiar en este artículo, se encuentran ejemplos diversos de cómo se presentan la estructura maestra, la estructura secundaria y su relleno.

En Chile se encuentran variables en la estructura principal: madera aserrada, madera labrada y metálica en el uso contemporáneo. En cuanto a la estructura secundaria se detecta madera, colihues, cañas, mallas electrosoldadas. Los rellenos se presentan con fibra seca, con fibra embarrada y en algunos casos el alma se encuentra vacía.

En Uruguay se utiliza en la estructura primaria rolos o pilares escuadrados de madera, generalmente esta madera puede ser pino o eucalipto. En la estructura secundaria y el relleno se encuentra una diversidad muy rica de opciones, con cañas, bambú, ramas, alambre o listones. En cuanto al relleno, este se encuentra como mezcla húmeda –de tierra arcillosa con arena y fibras, algunas realizan formas tipo “chorizo” para facilitar su colocación– o como relleno seco –ramas prensadas, hojas, cañas, bambú, tablas, etc.– cualquier material del lugar que sirva para rellenar su alma.

En Bolivia, existen pocos registros en cuanto a la variedad de quinchas. Una de las que se considera en el estudio se encuentra en un valle de La Paz, como el ejemplo más próximo al altiplano paceño, con el uso de madera y carrizo de la región valluna.

Las adaptaciones contemporáneas que se encuentran en el desarrollo de las técnicas tienen relación con estrategias de diseño. Estas buscan proteger los muros a través de aleros, revestimientos y terminaciones que favorecen la durabilidad y cimentaciones adecuadas. Es una técnica utilizada comúnmente en procesos de autoconstrucción. Tanto en Chile como en Uruguay se encuentran talleres que enseñan diversos modos de construir y eligen la TMT por su facilidad en la ejecución y aprehensión por parte de quienes asisten a esos espacios de aprendizaje, “he visto que hay gente que no sabe realmente mucho, no sabe nada, o no ha tenido experiencia y se amiga enseguida (...) es como muy adaptable a la autoconstrucción” (comunicación personal, 12 de noviembre de 2020).

En ambos países, se han encontrado emprendimientos que impulsan la posibilidad de prefabricar componentes a partir de la industrialización de paneles de paja prensada. Tal es el caso de “BioFraming”¹ en Uruguay y “Cobijo Sano”² en Chile. Estas iniciativas se muestran como una oportunidad para quienes desean construir con materiales de baja energía incorporada reduciendo tiempos de obra y de secado. En este sentido, el relleno del panel presenta fibra en estado seco, por lo cual no son necesarios los tiempos de secado para aplicar revoques o bien tiene la posibilidad de colocar terminaciones de tableros, chapa de zinc u otros.

En cuanto a su desempeño físico, la técnica ha sido ensayada desde distintos aspectos como ser desempeño estructural, térmico, acústico y frente al fuego. Argentina y Chile han realizado diversos ensayos en los últimos años en los cuales se evidencian su buen comportamiento en cada uno de los aspectos estudiados (Acevedo et al., 2022; Cuitiño et al., 2020).

2 METODOLOGÍA

Este trabajo es el inicio del conocimiento de la diversidad de soluciones que hacen a la TMT. El trabajo que se presenta es resultado de criterios compartidos por un grupo de académicas, en base a la diversidad de soluciones realizadas con TMT, resulta que existen variedad de soluciones para la misma. Además de que cambian las denominaciones dependiendo del territorio donde se las aplique. Considerando que el trabajo tiene distintas etapas, la cual se puede nutrir con la experiencia de otros territorios, de esta manera se va a profundizar y enriquecer las comparaciones o similitudes en las técnicas. La metodología se basa en:

¹ <https://www.bioframing.com/>

² <https://cobijosano.com/>

- Trabajo en un diálogo de saberes entre los tres países de registro.
- Búsqueda de casos relevantes por cada región, se eligió un caso contemporáneo y uno antiguo, para ver las diferencias.
- Relevamiento de casos y documentación de detalles constructivos
- Entrevistas a personas involucradas en la construcción con TMT (talleristas y habitantes)

Para el inicio del reconocimiento, se procura identificar la diversidad de soluciones que puede lograr esta técnica a través del estudio de seis casos. Estos fueron seleccionados según épocas distintas de construcción. Se tomó un caso contemporáneo y otro con más de 50 años de antigüedad. De este modo se pueden manifestar los diversos aspectos generados según su época. Los casos pertenecen a tres países: Bolivia, Chile y Uruguay. En la tabla 1, se presentan las características principales de cada uno y fichas que detallan información constructiva y busca identificar las asociaciones que comparte la ejecución de la técnica.

Tabla 1. Presentación de casos

| País | Año construcción | Características | Ubicación | Denominación local |
|---------|-----------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------|
| Bolivia | 2022 – 2023 | adaptación de la técnica mixta a estructura existente de hormigón armado. Estructura principal de bolillos de eucaliptus y entramado de madera aserrada cada 15 cm | comunidad Pacajes Achocalla, La Paz | quincha |
| | Época pos-Inka Siglo XIX | muro divisorio dentro de muros de adobe. La estructura secundaria está constituida por madera paila y se usó carrizo o charo para el entramado vertical | Zongo, La Paz | bahareque |
| Chile | 2019 | estructura principal de rollizos de madera de eucalipto de 10" estructura secundaria de 1"x2" cada 20cm, relleno de paja embarrada, estuco grueso de 2,5 cm, estuco fino 2,5 cm y pintura de tierra con 5% de cal añejada | Valle de Chekura | quincha |
| | 1930 aproximadamente | muros perimetrales con estructura principal de madera labrada de 2"x4", estructura secundaria horizontal de 1"x2" que permite la incorporación del relleno de paja embarrada, estuco grueso y terminación de pintura de ca. | Capilla de Ranquil | empalillado |
| Uruguay | 2020-2021 | estructura maestra de eucalipto, estructura secundaria listones de eucalipto colocados a 45° en sentidos contrarios a ambos lados del muro, rellenos diferenciados según orientación | Cuchilla Alta, Canelones, Uruguay | fajina; palo a pique |
| | 1960 aproximadamente | estructura primaria de rolos de eucalipto, estructura secundaria de bambú, relleno realizado con terrón | Paso Centurión, Cerro Largo, Uruguay | |

BOLIVIA**Información Geográfica**

Longitud:- 68.167245

Latitud: -16.581095

Tipo: Suburbana

Localidad: comunidad Pacajes, Achocalla La Paz

Clima: temperatura 15-19°

Vientos: del O de 10 a 15 Km/h

Destino de la construcción: Vivienda, restaurante

Año de la construcción: 2022 - 2023

Terreno

Plano y características geomorfológicas:
terreno con pendiente baja

Cimentación

Cimientos de HºAº, el sistema se presenta en 1er piso sobre losa de hormigón y adaptado a estructura de HºAº

Estructura

Principal: bolillos de 3" cada 90 cm

Secundaria: madera aserrada reutilizada cada 12 -15 cm

Descripción de los materiales constituyentes: eucalipto y madera aserrada

Relleno: tierra alivianada con arcilla y paja

Acabado exterior: en proceso

Cubierta: losa de hormigón

Puntos más singulares y conflictivos:

encuentro de esquinas con la estructura de HºAº

Fachadas

Fachada Norte: Paño de vidrio (en proyección)

Fachada Sur: Acabados con cal (en proceso)

Fachada Este Acabados con cal (en proceso)

Fachada Oeste Acabados con cal (en proceso)

Carpintería exterior

Huecos de ventanas:

Se realizan con madera aserrada clavada a la estructura, botellas recicladas, vitroblocs



Vista interior. Fuente: Pacha Yamparo Blanco



Detalle de encuentro de muros. Fuente: Gabriela Vega

Tabiquería

Es construcción rectangular con aristas curvas

El restaurante No contiene tabiques interiores

Acabados interiores

Pavimentos:

Losa de Hormigón con acabado de cerámica

Paredes de los distintos locales:

revoque grueso de tierra y revestimientos finos decorativos con tierra

Techos de los distintos locales y tipos

Acabado de tierra y engrudo sobre cielo falso losa de hormigón alivianada,

Evacuación de pluviales: en proyección

Información Geográfica

Longitud:-68.2833

Latitud: -16.2833

Tipo: Rural

Localidad: Zongo La Paz

Clima: temperatura 14,9°

Vientos: NNE 3 mi/h

Destino de la construcción: Vivienda

Año de la construcción: pos-inka

Terreno

Plano y características geomorfológicas:
terreno con pendiente baja

Cimentación

Cimientos de piedra, el sistema se presenta en 1er piso sobre un muro de cerramiento interior entre muros de adobe

Estructura

Principal: madera paila de 15 cm de diámetro

Secundaria: caña hueca con disposición vertical

Descripción de los materiales constituyentes: madera paila y caña hueca para el entramado

Relleno: tierra y paja

Acabado exterior: cal sobre muros de piedra y adobe

Cubierta: en degradación por abandono

Puntos más singulares y conflictivos:

entramado vertical de caña hueca, sobre madera paila en posición horizontal, revestido con tierra y paja.

Encuentro de extremos con el muro de adobe

Fachadas

Fachada Norte: revoque de cal

Fachada Sur: revoque de cal

Fachada Este: revoque de cal

Fachada Oeste: revoque de cal

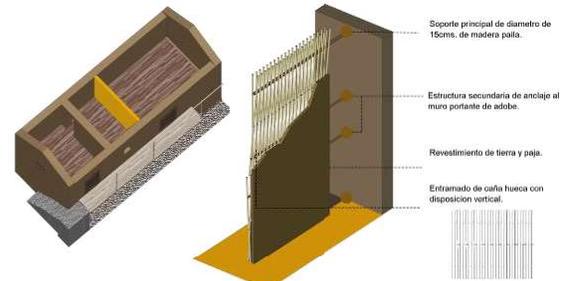
Carpintería exterior

Huecos de ventanas:

Se realizan con madera aserrada clavada a la estructura,



Izquierda vista exterior, derecha detalle de muro. Fuente: Linda Calderón



Detalle de encuentro de muros. Fuente: Tesis de grado de Linda Calderón

Tabiquería

Es construcción rectangular de 2 pisos

El tabique interior es bahareque

Acabados interiores

Pavimentos:

maderas sobre vigas de madera paila

Paredes de los distintos locales:

revoques de tierra

Techos de los distintos locales

Techo lámina de Zinc

Evacuación de pluviales: no presenta

CHILE

Información Geográfica

Longitud: -72,5819292
 Latitud: -36,6263767
 Tipo: Rural
 Localidad: Capilla de Ranquil
 Clima: Cálido Húmedo
 Vientos: NO
 Destino de la construcción: Vivienda familiar
 Año de la construcción: 1920 Aprox

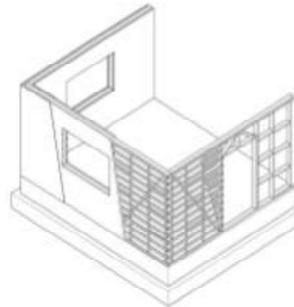
Terreno: Plano y características geomorfológicas:
 El proyecto se encuentra ubicado en la cima de la montaña

Cimentación: Estabilizado de piedra granito de 40 cm luego una fundación corrida de hormigón donde se posan las estructuras de los muros.

Estructura:

Principal: Madera labrada de 2"x4"
 Secundaria: madera de 1"x2"
 Cubierta: Teja muslera de arcilla cocida sin amarras sobre estructura de madera nativa de roble. Fachadas:

Fachada Norte: Corredor protegido con madera, ejecutado posterior a su construcción
 Fachada Sur: corredos a zona familiar
 Fachada Este: Muros de quincha
 Fachada Oeste: Zona caída con el terremoto del 2011
 Carpintería exterior: Marcos puertas y ventanas, tapacan de roble
 Relleno: paja embarrada
 Terminación 2,5cm de estuco de tierra
 pintura de cal terminación final
 Acabados interiores: Pavimentos: Pisos de madera y baldosa hidráulica en la nave central y corredor abierto



Información Geográfica

Longitud: -36.5
 Latitud: -72.6
 Tipo: Rural
 Localidad: Valle de Chekura
 Clima: Mediterráneo
 Vientos: NE
 Destino de la construcción: Bodega de vinos Cinsault y Pais
 Año de la construcción: 2019-2021
Terreno: El proyecto se emplaza en la ladera del cerro luego de las viñas que se encuentran en la zona alta.

Estructura:

Principal: Rollizos de eucalipto de 10"
 Secundaria: estructura de madera pino 2"x6"
 Fundaciones Emplantillado de piedra curva de 15cm, cimientos de hormigón armado de 30cm x 40cm y sobre cimiento de 15 x 20 cm de alto

Relleno: paja de trigo embarrada y terminaciones en tierra
 Acabado exterior: Estucos gruesos y finos de tierra estabilizada con paja y pintura de cal añejada.

Puntos más conflictivos del sistema: Se elevó el sobrecimiento para prevenir la pudrición de maderas y deterioros de estucos, producto de las actividades propias de la vinificación

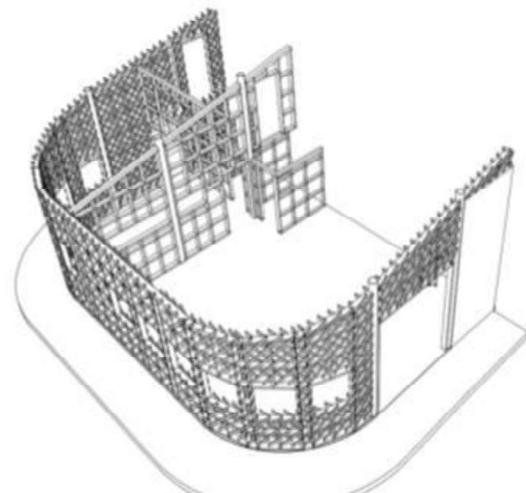
Cubierta: La cubierta se estructura en base a rollizos de eucalipto de 10" tiene una segunda estructura de maderas de 1"x4", tejido que permite la correcta postura de la teja cocida de arcilla.

Fachada Norte: terminación estuco de tierra
 Fachada Sur: adosada en la ladera del cerro abierta
 Fachada Este: terminación estuco de tierra
 Fachada Oeste: Estuco de tierra

Acabados interiores:

Pavimentos de los distintos tipos: Piso de hormigón pulido en zona de vinificación
 Paredes de terminaciones en tierra en toda la construcción, excepto zona cocina y baño con terminación de cerámico.

Techos : Techumbre de rollizo de eucalipto, entramado de tabloncillos de madera y teja muslera



URUGUAY

Información Geográfica

Longitud: -55.47985
 Latitud: -34.78955
 Tipo: (Rural - Urbana - Suburbana) Suburbana
 Localidad: Cuchilla Alta, Canelones, Uruguay
 Clima: Templado húmedo
 Vientos: NE
 Destino de la construcción: Vivienda
 Año de la construcción: 2020-2021

Terreno

Plano y características geomorfológicas:
 Leve pendiente

Cimentación

Zapata de hormigón armado

Estructura

Principal: Rolos de eucalipto
 Secundaria: Listones de eucalipto
 Relleno: Según la orientación. Hacia el sur tierra alivianada en el resto, mezcla de fibra tierra arcillosa y arena.
 Acabado exterior: Madera de eucalipto y arena y cal.
 Cubierta: Dos aguas, el agua con orientación sur, utiliza panel de chapa con aislación térmica incorporada y la otra agua con orientación norte, es cubierta vegetal.
 Puntos más singulares y conflictivos:
 A través de diversas estrategias de diseño no se encuentran puntos conflictivos.

Fachadas

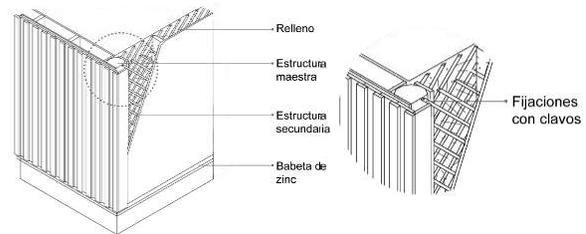
Fachada Norte: Terminación con jabelga (arena + cal)
 Fachada Sur: Terminación con jabelga (arena + cal)
 Fachada Este: Revestimiento con madera
 Fachada Oeste: Revestimiento con madera

Carpintería exterior

Huecos de ventanas:
 Marcos de eucalipto con aberturas de aluminio negro



Vista exterior. Fuente: Viviana Bordoli



Detalle de encuentro de muros. Fuente: Imágenes desarrolladas para la Tesis de maestría de Claudia Varin en proceso de finalización.

Tabiquería

Bastidores de eucalipto con tierra alivianada

Acabados interiores

Pavimentos:
 en PB porcelanato, en PA entablonado de madera de eucalipto clear
 Paredes de los distintos locales: Revoques con tierra, arena y fibras

Evacuación de pluviales: La cubierta de chapa recoge el agua a través de un canalón. La cubierta vegetal tiene tres puntos de bajada al terreno

Información Geográfica

Longitud: -55.47985
 Latitud: -34.78955
 Tipo: (Rural - Urbana - Suburbana) Suburbana
 Localidad: Cuchilla Alta, Canelones, Uruguay
 Clima: Templado húmedo
 Vientos: NE
 Destino de la construcción: Vivienda
 Año de la construcción: 2020-2021

Terreno

Plano y características geomorfológicas:
 Leve pendiente

Cimentación

Zapata de hormigón armado

Estructura

Principal: Rolos de eucalipto
 Secundaria: Listones de eucalipto
 Relleno: Según la orientación. Hacia el sur tierra alivianada en el resto, mezcla de fibra tierra arcillosa y arena.
 Acabado exterior: Madera de eucalipto y arena y cal.
 Cubierta: Dos aguas, el agua con orientación sur, utiliza panel de chapa con aislación térmica incorporada y la otra agua con orientación norte, es cubierta vegetal.
 Puntos más singulares y conflictivos:
 A través de diversas estrategias de diseño no se encuentran puntos conflictivos.

Fachadas

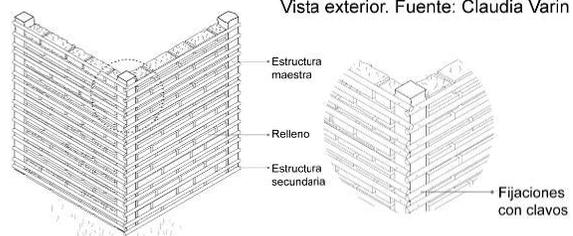
Fachada Norte: Terminación con jabelga (arena + cal)
 Fachada Sur: Terminación con jabelga (arena + cal)
 Fachada Este: Revestimiento con madera
 Fachada Oeste: Revestimiento con madera

Carpintería exterior

Huecos de ventanas:
 Marcos de eucalipto con aberturas de aluminio negro



Vista exterior. Fuente: Claudia Varin



Detalle de encuentro de muros. Fuente: Imágenes desarrolladas para la Tesis de maestría de Claudia Varin en proceso de finalización.

Tabiquería

Bastidores de eucalipto con tierra alivianada

Acabados interiores

Pavimentos:
 en PB porcelanato, en PA entablonado de madera de eucalipto clear
 Paredes de los distintos locales: Revoques con tierra, arena y fibras

Evacuación de pluviales: La cubierta de chapa recoge el agua a través de un canalón. La cubierta vegetal tiene tres puntos de bajada al terreno

3 LA VERSATILIDAD DE LA TMT EN LA REGIÓN SUR DE AMÉRICA LATINA

A partir del estudio de seis casos regionales –Bolivia, Chile y Uruguay– se realiza un análisis de cuál ha sido la evolución de la tecnología, sus denominaciones desde el origen del término pasando por sus procedimientos y detalles constructivos que permitan identificar la versatilidad de esta tecnología en las distintas zonas geográficas y culturales estudiadas. Se desarrolla una matriz elaborada según diversos criterios específicos como las terminaciones, el territorio, los procesos constructivos, las características técnicas, así como su evolución en función de la evolución coyuntural de las técnicas estudiadas.

Acerca del uso de los términos

El término “quincha” viene de la lengua aymara-quechua que hace referencia al entramado que se genera con las ramas de la *th'ola*, un arbusto nativo de la región altiplánica boliviana. Yampara (2022) menciona que también hace referencia al espacio de la cocina que se conoce como *qincha*, es un espacio en forma semicircular delimitado por el apilamiento de las ramas de *th'ola*, seguramente la denominación del espacio de la cocina es por las ramas que forman un entramado al apilarlas en altura. En zonas rurales del centro sur de Chile, se denomina comúnmente como “empalillado” debido al uso de estructuras secundarias de dimensiones menores que permiten la incorporación de un relleno.

En Uruguay se la conoce como “palo a pique”, “fajina” y “zarzo”. La denominación de palo a pique refiere su origen a la cercanía con Brasil donde se denomina *pau a pique*. La palabra fajina hace mención a paredes de ramas apretadas que usaban los ingenieros militares (Real Academia Española, 2022, definición 3) y hay lugares en el medio rural que hablan de fajinado (comunicación personal, 31 de julio de 2022 en Tacuarembó, Uruguay y 23 de marzo de 2022 en San Antonio, Uruguay). El “zarzo” es conocido en el litoral de Uruguay, precisamente en San Javier, Río Negro, donde se estableció una colonia de inmigrantes rusos. Este término tiene origen en el concepto de zurcir siendo las mujeres quienes tejían las paredes.

Se presentan las fichas con la información correspondiente a los seis casos presentados. Las fichas incluyen dos casos por país y detallan información constructiva. Por medio de estos detalles, se busca identificar las asociaciones que comparte la ejecución de la técnica.

4 ANÁLISIS DE LOS CASOS

Es interesante identificar la diversidad de casos. En cuanto a la estructura maestra, la mayor parte de los casos utilizan madera, a no ser por un caso que la estructura es de hormigón. Esta situación deja entrever la posibilidad de esta técnica de adaptarse a diferentes situaciones.

En la estructura secundaria se observan diversas estrategias y materiales. La opción recurrente es utilizar elementos de madera, como listones de 1” x 1” o de 2” x 1”, o bambú. El posicionamiento de estos también es diverso y se adapta a los diferentes lugares. En algunos casos se encuentran los elementos colocados de forma horizontal y en otros casos, se encuentran colocados en sentido diagonal. La distancia entre cada elemento de esta estructura, se identifica entre 10 cm y 14 cm, lo cual depende del modo de colocar el relleno –en caso de que se utilice relleno– entonces se utiliza la medida de una palma de mano, o por otro lado puede depender del largo de las fibras. En caso de que las fibras sean cortas, esta distancia deberá disminuir para que la mezcla con fibras quede contenida en la estructura ejecutada.

En ambos casos chilenos, debido a las características propias de un país sísmico se encuentran refuerzos estructurales a través de diagonales de madera en los encuentros con esquinas de las estructuras horizontales que permiten arriostrar estructuralmente la construcción, estrategias propias de la cultura sísmica constructiva del país.

En relación al ejemplo de Paso Centurión en Uruguay muestra cómo la estructura secundaria está colocada en función del relleno. Este relleno es realizado con terrones extraídos del lugar y cada bambú es posicionado para contener estos mampuestos.

En Bolivia, en el ejemplo antiguo se encuentra la estructura secundaria colocada de modo vertical y entrelazada sobre madera paila horizontal. Estas cañas se colocan sin fijaciones, lo cual deja entrever la eficiencia en cuanto al uso de materiales. A su vez, la curvatura que generan las cañas permiten aumentar el espesor del tabique para lograr una mejor aislación acústica, ya que es un tabique interior.

Otro punto interesante que se visualiza en la ejecución de la estructura secundaria, son los tipos de amarre o anclaje a la estructura maestra. En varios casos se utilizan clavos o tornillos, pero también se encuentran alambres que amarran los elementos a la estructura maestra, o clavos hechos con alambre.

La flexibilidad que permite el posicionado de la estructura secundaria, habilita la colocación de elementos externos como botellas que permiten el pasaje de luz con un sentido decorativo.

Los rellenos expresan las condiciones climáticas en las que se ubica cada caso. Los seis casos, si bien se encuentran ubicados en diferentes latitudes, sus temperaturas máxima y mínima son similares. La Paz cuenta con una temperatura máxima de 15°C y una mínima de 7°C. Uruguay presenta una temperatura máxima media de 16.8° y una temperatura mínima media de 6.4° –Melo, Cerro Largo 16.8°-6.4°; como no hay datos para Canelones se toman los de Montevideo 16.8°C y 6,5°C (Rivero et al., 2002). Finalmente, en Chile, en la zona del valle del Itata, Chekura y capilla Ranquil cuenta con temperaturas máximas entre 32°C a 34°C y una temperatura mínima entre 2° y 4° en los meses de invierno.

Esto implica que se utilizan diversas estrategias para adecuarse a las exigencias térmicas y recursos naturales de cada lugar. En la mayor parte de los casos se encuentran rellenos con mezcla de tierra en estado líquido (barbotina) con fibras, la cantidad de fibras incorporadas a la mezcla permite lograr mayor aislación térmica por el aire estanco contenido en sus fibras. Por otro lado, se presentan casos en los que la mezcla incorpora arena, tierra y fibras, para lograr una mezcla con mayor inercia térmica que permita almacenaje de energía.

Las terminaciones son variadas. En algunos casos se encuentran revoques realizados con tierra, otros con incorporación de cemento, otros con arena y cal y algunos introducen madera. En los ejemplos con más antigüedad se puede identificar la falta de revestimiento. Y aquí está uno de los puntos más débiles en el desarrollo de la técnica ya que habilita la posibilidad de un deterioro más rápido. Por este motivo, es frecuente encontrar casos contemporáneos con revestimientos que no sean de tierra o con mayor protección a la exposición ante las condiciones climáticas. En la tabla 2 se puede visualizar una síntesis con los detalles característicos de cada caso.

Tabla 2a. Síntesis descriptiva de las características de los casos presentados – estructura primaria

| Ubicación | Denominación local | Estructura primaria | | | | |
|-----------|------------------------|------------------------|--|----------------------|--------------------------------------|---|
| | | Material | Sección | Distanciamiento (cm) | Elementos para esfuerzos adicionales | |
| Bolivia | Zongo Siglo XIX | bahareque | soporte horizontal sobre muro de adobe de madera paila | φ 15 cm | 80-100 | - |
| | Achocalla 2023 | quincha | eucalipto adaptado a estructura de hormigón armado | φ 7,5 cm | 90-100 | - |
| Chile | Capilla de Ranqui 1920 | quincha empalillado | madera nativa labrada | 2"x 4" | 80-100 | diagonales madera labrada de 2"x4" en los encuentros con esquinas |
| | Vale de Chekura 2021 | quincha liviana húmeda | madera de pino aserrada | 2"x 6" | 60 | diagonales madera aserrada de 2"x6" en |

| | | | | | | los encuentros con esquinas |
|---------|---------------------------------|---------------------|-----------|------------------|-----------------|-----------------------------|
| Uruguay | Cerro Largo Paso Centurión 1960 | fajina palo a pique | eucalipto | 14 x 14 cm | 80-100 | - |
| | Canelones Chucilla Alta 2021 | fajina | eucalipto | ∅ 21 cm + 2"x 6" | 250-320 + 50-70 | - |

Tabla 2b. Síntesis descriptiva de las características de los casos presentados – estructura secundaria

| | Ubicación | Denominación local | Estructura secundaria | | | |
|---------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------|------------|
| | | | Material | Sección | Distanciamiento (cm) | Sentido |
| Bolivia | Zongo Siglo XIX | bahareque | caña hueca | ∅ 2,5 cm | ≅ 1 | vertical |
| | Achocalla 2023 | quincha | madera aserrada | 2-3 cm de alto por 1,5 cm de ancho | 5-10 | horizontal |
| Chile | Capilla de Ranqui 1920 | quincha empallillado | madera labrada | 2"x 6" | 15 | horizontal |
| | Vale de Chekura 2021 | quincha liviana húmeda | madera pino aserrada | 2"x 6" | 20 | diagonal |
| Uruguay | Cerro Largo Paso Centurión 1960 | fajina palo a pique | bambú | ∅ 3-4 cm | 6-7 | horizontal |
| | Canelones Chucilla Alta 2021 | fajina | eucalipto | 2,5x2,5 cm | 10-12 | diagonal |

Tabla 2c. Síntesis descriptiva de las características de los casos presentados – rellenos

| Ubicación | Relleno | | Terminación exterior | | Terminación interior | | |
|-----------|---------------------------------|---|----------------------|---|----------------------|---------------------------------|-----|
| | material | espesor (cm) | material | espesor (cm) | material | espesor (cm) | |
| Bolivia | Zongo Siglo XIX | tierra y fibra | ≅ 8 | - | - | revoques de tierra | 2 |
| | Achocalla 2023 | tierra aliviada con paja y barbotina | 7,5 | revoques gruesos de tierra y cal (en proceso) | 4 | revoque de tierra decorativa | 2-3 |
| Chile | Capilla de Ranqui 1920 | paja embarrada | 10 | revoque grueso y fino de tierra | 1,5 | revoque grueso y fino de tierra | 1,5 |
| | Vale de Chekura 2021 | paja embarrada | 15 | revoque grueso y fino de tierra | 2,5 | revoque grueso y fino de tierra | 2,5 |
| Uruguay | Cerro Largo Paso Centurión 1960 | terrones | 14 | revoque de tierra | 3 | revoques de tierra | 3 |
| | Canelones Chucilla Alta 2021 | mezcla plástica tierra y fibra+ tierra aliviada con fibra | 15 | revoques + jabelga | 5 | revoques de tierra | 3 |

5 CONSIDERACIONES FINALES

El desarrollo de los casos permite visualizar los detalles constructivos que están asociados a la tecnología estudiada, incluso los parámetros según los recursos tangibles e intangibles disponibles localmente. Esta constituye una herramienta didáctica para exponer una primera serie de soluciones específicas que permitan elaborar adaptaciones y apropiaciones en función del contexto ambiental y cultural de las poblaciones y sus territorios.

Sin duda, estas técnicas permiten desarrollos en diversos puntos geográficos porque adaptan sus procedimientos constructivos a los recursos locales. La tecnología presenta la posibilidad de adaptarse a diversos climas, espacios y propuestas.

Se pretende continuar con la profundización del estudio de esta técnica en más regiones con el fin de valorar y seguir construyendo nuevas posibilidades para la producción contemporánea. Se considera relevante la resignificación de técnicas locales y regionales para el desarrollo de estrategias de construcción comprometidas con los territorios adaptadas a las necesidades presentes y futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, R.; Broughton, J.; Carrillo, O. (2022) Construcción en quincha liviana. Sistemas constructivos sustentables de reinterpretación patrimonial. Hualpén, Fondart Nacional.

Cevallos, P. (2003) El bahareque en zonas sísmicas. En: Técnicas mixtas de construcción con tierra. Proterra. Proyecto XIV. 6. Tecnologías de Construcción con Tierra. HABYTED Subprograma XIV. Recuperado de: https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/3_PP-T%C3%A9cnicas-Mixtas_2003.pdf

Cuitiño Rosales M. G; Rotondaro, R.; Esteves, A. (2020). Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra. Revista de Arquitectura (Bogotá), 22(1). 138-151. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>

Real Academia Española. (2022). Diccionario de la lengua española (23a ed.).

Ríos Cabrera, S. (2018) Construcción con tierra en climas lluviosos: desarrollos del período colonial e independiente en las cuencas de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay. Anales del IAA, 48(1), pp. 95-108. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/anales/v48n1/v48n1a08.pdf>

Rivero, R.; Aroztegui, M.; Girardin, M. C.; Musso, R. (2002) Acondicionamiento térmico 01. Montevideo: Publicaciones Farq.

Rodríguez Trujillo, W. V. (2010) Arquitectura de madera en las misiones Jesuíticas de Chiquitos (Bolivia) del siglo XVIII y sus orígenes prehispánicos y europeos [Tesis de doctorado]. Universitat Politècnica de Catalunya.

Thomas, H. (2011) Tecnologías sociales y ciudadanía socio-técnica. Notas para la construcción de la matriz material de un futuro viable. *Ciência & Tecnologia Social* (1)1, 3-22. Brasilia: OBMTS.

Yampara, P. (2022) *Muruqu-Taru uta*, un sistema de vivienda de *Jaqis* que saben vivir y convivir bien con el pluriverso de mundos en el cosmos biótico [Tesis de maestría]. Universidad Pública de El Alto. Bolivia

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a quienes nos han permitido ingresar a sus construcciones para documentar detalles y procedimientos constructivos Agradecemos a quienes nos compartieron sus experiencias. Por último, agradecemos la posibilidad de encontrarnos para compartir un poco de nuestras culturas.

AUTORAS

Pacha Yampara Blanco, Arquitecta titulada por excelencia FAADU UMSA. Maestra en Psicopedagogía y Educación Superior, Maestra en Innovación tecnológica en proyectos urbanos sostenibles, diplomada en diálogo de saberes e investigación aplicada al cambio climático. Investigadora en temas relacionados a los pueblos ancestrales milenarios. Actualmente combina actividades en la academia y

conferencias nacionales e internacionales, es docente de la Facultad de Arquitectura, Artes, Diseño y Urbanismo –UMSA. Directora de YAPU TIERRA. Miembro PROTERRA.

Romina Acevedo Oliva, Arquitecta (Universidad del Biobío 2015) Master en Arquitectura sostenible, NZEB (edificaciones consumo cero energías), UPC Barcelona 2023. Docente del Diplomado de Construcción con tierra Usach, Miembro de la corporación Protierra Chile. Fundadora y directora de Tierra Lab (Laboratorio de experimentación en torno a la tierra como material óptimo para la arquitectura, construcción y diseño)

Claudia Varin. Arquitecta (FARQ-Udelar, 2014). Maestranda en Arquitectura área tecnológica (FADU-Udelar). Docente Ayudante del Instituto de Tecnologías (FADU-Udelar). Integrante del comité editorial de la revista Textos de Tecnología, integrante del equipo de investigación Tecnologías de construcción con Tierra, docente ayudante en Tecnología Integrada. Integrante del Centro de sustentabilidad de FADU. Docente de bioconstrucción IEC-UTU-DGETP. Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA.