

# bioarquitectura diseño y construcción con tierra





**biorquitectura**

**diseño y construcción con tierra**

# estructuras

Año 1 - N° 2 **Bioarquitectura: diseño y construcción con tierra** - Noviembre 2018  
ISSN N°

**En este número:**

## **Introducción**

Mirta Eufemia Sosa  
Stella Maris Latina

## **Coordinador de contenidos**

Nahuel Ghezan

## **Autores**

Rodolfo Rotondaro  
María Rosa Mandrini  
Jorge Tomasi  
Laura Bellmann  
Nahuel Ghezan

## **Fotografía**

*Casa Pacha Huasi:* Guillermo Montiel  
*Casa MORC SIN:* María Sol Fernández Pérez

## **Coordinación General**

Silvina Prados

## **Diseño Gráfico y Edición**

Yohana Cicaré

## **Comité de referato**

**Docentes FAUD:** **Silvina Prados** (Prof. Titular Estructuras 2B), **María del Carmén Fernández Saiz** (Prof. Titular Estructuras 4), **Isolda Simonetti** (Prof. Titular Estructuras 1A), **Gabriela Culasso** (Prof. Titular Estructuras 1B), **Gustavo Gonzalez** (Prof. Titular Estructuras 3B), **Carolina Ponssa** (Prof. Adjunta Estructuras 2B), **Gabriela Asis** (Prof. Adjunta Estructuras 2A), **Cecilia Nicasio** (Prof. Adjunta Arquitectura 6C y 6D- Asesora Estructuras)

**Evaluadores Externos:** **Daniel Quiroga** (Prof. Titular FAUD-UNCuyo), **Horacio Saleme** (Prof. Titular FAU- UNT) **Sara Gonorasky** (Prof. Consulta FAUD-UNC) **Daniel Moisset de Espanés** (Prof. Consulta FAUD-UNC)

## **Dirección de edición:**

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño.  
Av. Vélez Sársfield 264. 5000. Córdoba. Te. +54 0351 4332091. Correo electrónico:  
revistaestructuras@faud.unc.edu.ar

**Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad de los autores; por tanto, los puntos de vista expresados no necesariamente representan la opinión del Comité de referato de esta revista.**

© Todos los derechos reservados. Todos los materiales publicados en **Estructuras** se encuentran protegidos por copyright y otras leyes de la propiedad intelectual y de los pactos internacionales.

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares de **Estructuras**.

## EDITORIAL

En el número anterior se presentó un elemento estructural para construir losas, las viguetas pretensadas, ampliamente avalado por la aplicación práctica y la normativa vigente.

En este número se presenta un material de construcción antiquísimo, la tierra en sus distintas formas, que interesa mucho actualmente por sus características ecológicas, ambientales, culturales, etc. Se incluyen trabajos de investigaciones y construcciones experimentales.

Sin embargo, como aún no hay resultados concluyentes sobre el comportamiento de este material, especialmente en zonas geográfica de riesgo sísmico, no existe

todavía una normativa en nuestro país que permita una difusión masiva de esta tipología. Teniendo en cuenta que la investigación y la experimentación son siempre anteriores a la normativa, nos pareció útil presentar los avances actuales en estos aspectos.

Se trata de un tema abierto y si aparecen visiones complementarias sobre antecedentes históricos, situación reglamentaria, etc., podrán ser publicadas en próximos números.

Editorial 5

Introducción 7

**BTC y tapia:**  
dos técnicas con  
capacidad portante 8

Adobe 20

La quincha y los  
sistemas de  
entramados 30

Proyecto 39

**Casa MORC S/N**  
Nahuel Ghezan 41



**Casa Pacha Huasi**  
Laura Bellman 53



# EPDP

**Especialización en Planificación y  
Diseño del Paisaje**



# ETA

**Especialización en Tecnología  
Arquitectónica**



# EDIEST

**Especialización en Diseño Estructural  
de Obras de Arquitectura**



# INTRODUCCIÓN

## BIOARQUITECTURA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

En todos los tiempos y en todas las regiones del mundo, el hombre utilizó la tierra como material de construcción para la materialización de su hábitat. Construyó tanto viviendas como palacios, edificios públicos como privados, en áreas rurales como urbanas. Las diferentes técnicas constructivas y formas de uso, ya sea tierra sola o unida a otros materiales, estuvo ligada y condicionada por sus cualidades, por los patrones culturales, por el clima y los recursos -naturales, económicos y técnicos- del sitio de emplazamiento.

Las Naciones Unidas, a fines del siglo pasado, estimaba que cerca de un tercio de la población mundial vivía en un hábitat construido total o parcialmente con tierra.

A pesar de la diversidad de requerimientos, fue el aprovechamiento de sus propiedades -físicas y térmicas-, su inmediata disponibilidad y su facilidad de trabajo con herramientas manuales y sin equipo complejo, lo que permitió el desarrollo y la transmisión de distintas técnicas constructivas.

Desde hace más de 20 años, se está dando un creciente resurgimiento de la tecnología de la tierra como consecuencia de una paulatina toma de conciencia mundial

de proteger el medio ambiente, de lograr un mayor equilibrio en el uso de los recursos naturales y de ahorrar energía en la producción de materiales industrializados.

Actualmente, en nuestro país, diferentes técnicas constructivas en tierra están tomando y ocupando espacio en el campo de la industria de la construcción -producción de componentes y proceso racional en la materialización-. Se valoran aspectos y pautas constructivo-proyectuales vinculadas no solo al desarrollo tecnológico del país, sino también al ingenio y astucia del constructor en la búsqueda de disminuir costos y mejorar la calidad de vida.

El estudio y la investigación, realizada en centros de investigación, universidades y asociaciones civiles referidas al mejoramiento y desempeño constructivo-estructural, así como a la conservación y durabilidad de las construcciones de tierra se desarrollan como resultado del progresivo requerimiento, tanto desde el enfoque de la intervención de edificios históricos y arqueológicos como de la arquitectura contemporánea.

Mirta Eufemia Sosa – Stella Maris Latina (CRIATIC-FAU-UNT)

# Bloques de tierra comprimida y tapia: dos técnicas con capacidad portante

Rodolfo Rotondaro (FADU UBA / CONICET)

María Rosa Mandrini (CIECS- CONICET / FAUD-UNC)

## Tecnología de construcción con tierra: diversidad y potencial

En la construcción del hábitat en todas sus escalas, usos y complejidades, la arquitectura de tierra fue y sigue siendo una protagonista importante desde hace miles de años. Desde ciudades enteras hasta edificios, estructuras templarias, escuelas, hospitales, hoteles, cabildos, bodegas, barrios de interés social, viviendas y equipamientos productivos, la construcción con tierra es revalorizada a escala global en las últimas décadas. Se desarrolla en la autoconstrucción popular, la infraestructura estatal, la vivienda individual y

masiva, y también es producida de manera empresarial. Se adapta a lo rural y a lo urbano, existe en todos los climas y regiones en cuatro continentes. Forma parte de las opciones posibles de arquitectura sostenible para cualquier tipo de edificación, y puede obtener costos económicos competitivos. En su materialidad, la arquitectura de tierra presenta una amplia diversidad de diseños espaciales, formas, técnicas y elementos constructivos, siempre a partir del empleo de un material base: los suelos naturales modificados, es decir la “tierra”.

Esta diversidad tecnológica incluye varios grupos de técnicas constructivas: (1) las mamposterías, que incluye el



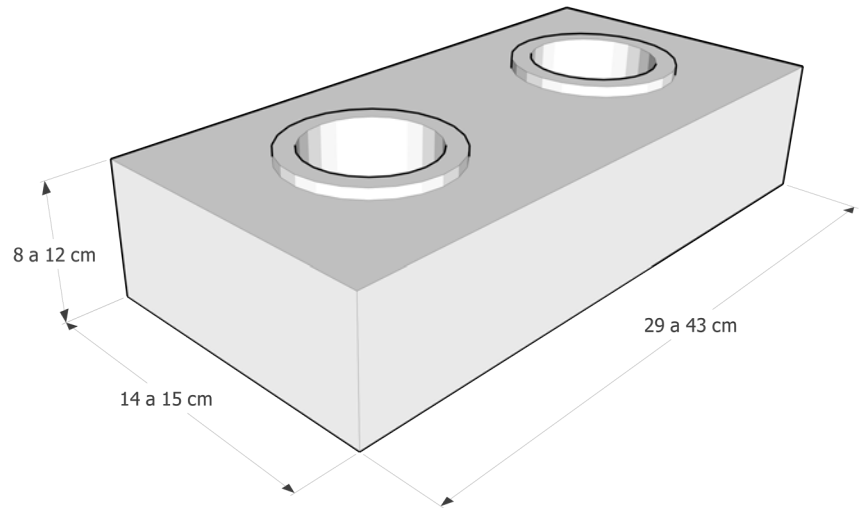
adobe, los bloques de tierra comprimida (BTC), los bloques cortados en el piso o “champas” y los bloques de tierra aligerada; (2) los sistemas considerados monolíticos en su comportamiento estructural, tales como el moldeo directo y la tapia; (3) las técnicas mixtas o de entramado, que comprende a una gran variedad de formas de construir basadas en uno o más esqueletos de madera, cañas o mallas metálicas, con varillajes más cerrados que permiten su relleno con morteros de barro y fibras vegetales y son revocados luego con un material similar. Dentro de estas técnicas también se incluye a la paja embarrada apisonada, el bloque de tierra aligerada (BTA) y la tierra aligerada con gran densidad de fibras.

Hay dos técnicas que en las últimas décadas se han venido modificando, investigando y normalizando, el BTC y la tapia, esta última a partir de los procedimientos originarios. Se están convirtiendo en alternativas para el mercado formal de la construcción y desarrollando diferentes obras públicas y privadas en países como Francia, España, Australia, India, Colombia, Brasil y Argentina.

## Bloques de tierra comprimida (BTC)

El BTC es un bloque de mampostería que se emplea en la construcción de muros, dinteles, arcos, bóvedas de cañón corrido, hiperboloides y cúpulas. Puede ser macizo, semihueco, con agujeros completos y de intertraba (con salientes y huecos para que se traben mecánicamente). Las medidas de los BTC oscilan entre 8 y 12 cm de espesor, por 14 a 15 cm de ancho y 29 a 34 cm de largo, dependiendo del modelo de bloquera utilizado.

El material del BTC es una mezcla de suelo natural areno-arcilloso tamizado en malla de 3 a 4 mm, un aglomerante industrial que puede ser cemento (en dosificaciones que pueden variar entre el 5% y el 12 % en volumen) o cal (porcentaje en volumen un poco mayor, entre 8% y 15%) y un 10% de agua en volumen total. El mortero del BTC se prepara primero secando el suelo, se tamiza, se mezcla con el aglomerante y luego se va humedeciendo de manera paulatina hasta lograr un estado óptimo para compactar. Se vierte en la bloquera, quien compacta de manera mecánica y fabrica el bloque. Luego se desmolda y traslada al área de curado, donde se lo apila generalmente en tarimas o pallets, bajo techo, y durante una se-



BTC, dimensiones

mana se humedece. El tiempo de secado oscila entre los 20 y 30 días posteriores obteniéndose un BTC listo para ser utilizado en obra. Hay una gran cantidad de modelos de bloqueras, desde la CINVA-RAM originaria (de 1956) hasta las de mayor productividad, neumáticas o hidráulicas, más sofisticadas. Con éstas se pueden fabricar entre 1500 a 8000 bloques diarios, dependiendo de su diseño y cantidad de operarios.

Los muros se construyen con las leyes tradicionales del oficio, cuidando la nivelación y el aplomado hilada por hilada, y empleando un mortero de igual composición que la del bloque, en estado plástico. En el caso de los intertrabados no es necesario mortero de juntas, pero se usa la misma mezcla más plástica para pegar entre hiladas. Las resistencias a compresión de los BTC en general son altas, superan las exigencias de la normativa IRAM y pueden llegar a superar los 8 MPa o más. El BTC es un bloque que logra una densidad importante producto de la compactación, y dicha densificación le otorga su ventaja resistente a esfuerzos de compresión. No es totalmente impermeable pero se puede trabajar a la vista en exteriores, con una aplicación impermeable con hidrófugos naturales o industriales en zonas húmedas y lluviosas.

En cuanto a su capacidad resistente, los muros



Prensa manual  
CINVA-RAM



BTC de  
suelo-cemento  
macizo de  
10x14x29 cm

Presna manual  
doble con  
tolva, BTC con  
agujeros



BTC fabricados  
por la empresa  
"Mobak",  
empleados en  
la construcción  
de la vivienda  
de Arroyo Leyes,  
Sta. Fe.  
colaboración del  
Ing. Santiago  
Cabrerá, UTN,  
Sta. Fe



de BTC, con espesores entre 30 cm y 45 cm, soportan, en la generalidad de los casos, techos livianos de madera con terminaciones de tejas o de cubierta vegetal requiriendo la realización de una viga superior para evitar concentraciones locales de cargas. Cuando las luces y las sobrecargas no son muy grandes, pueden soportar incluso hasta losas de hormigón con viguetas pretensadas.

También con BTC se pueden construir cúpulas con hiladas por avance o inclinadas, cuidando que los empujes estén controlados por muros con contrafuertes o bien combinados con tensores metálicos y bóvedas de cañón corrido, empleando encofrados curvos.

Las posibilidades potenciales para el desarrollo de construcciones con BTC en nuestro país son relevantes, existen diversos barrios de vivienda social construidos con esta tecnología (en Jujuy, Salta, Tucumán, Buenos Aires), obras particulares de vivienda, microemprendimientos de BTC y fabricantes de prensas (en Córdoba y Tucumán).

En cuanto a su utilización en zonas sísmicas en el reglamento INPRES-CIRSOC 103 parte III, si bien especifica en su capítulo 2.1 como mampuestos permitidos a los ladrillos cerámicos macizos (LCM), los bloques huecos portantes cerámicos (BHPC) y los bloques huecos portantes de hormigón, admite *la utilización de mampuestos elaborados con materiales distintos de los especificados, siempre que satisfagan los requisitos que en este reglamento se establecen para los mampuestos cerámicos y de hormigón, lo que deberá comprobarse mediante ensayos...y especialmente la adherencia entre morteros y mampuestos.* Por lo tanto, de cumplir con las certificaciones técnicas y garantizar



su aptitud ante las acciones sísmicas, se deberían tener las mismas consideraciones estructurales que para un muro de mampostería.

En dicho reglamento el dimensionado de los encadenados verticales y horizontales depende de las características del proyecto y de la zona sísmica en la que se encuentre la obra y el material especificado para su materialidad es el hormigón armado.

En el caso de los muros de BTC, siguiendo las lógicas de la mampostería encadenada, se colocan arriostramientos y refuerzos a modo de encadenados horizontales y verticales distribuidos según el criterio del proyectista. En zonas de elevada peligrosidad sísmica se suele aumentar la cantidad de estos refuerzos. Para la realización de los mismos se utilizan materiales compatibles con la tierra utilizando secciones que verifiquen a tracción y corte según se requiera.

Existen normas técnicas no oficiales que fijan protocolos normalizados para la fabricación del BTC con suelos estabilizados con cemento tipo Portland, su mortero y los ensayos mecánicos, en especial para compresión simple, en Brasil, Colombia, México y para BTC de suelo-cal, en España, Francia, USA y Nueva Zelanda. En Argentina se consultan dichas normas y también algunos documentos referentes al tema fruto de investigaciones que establecen recomendaciones para construir con adobe, BTC y tapia como por ejemplo de la red de integración y cooperación técnica y científica iberoamericana de arquitectura y construcción con tierra (PROTERRA, <http://www.redproterra.org/>).

## Tierra comprimida en encofrado o tapia

La tapia es un tipo de muro de comportamiento monolítico que se construye in situ, sobre cimientos o sobrecimientos definitivos, con empleo de una moldería específica (moldes tapialeros) y un pisón. Dentro de este molde se colocan sucesivas capas de mortero preparado, que se van apisonando hasta que comienza a rebotar el pisón (rechazo), hasta completar el molde. Los muros se pueden construir de manera horizontal o vertical, y no es necesario ningún mortero de unión entre tapia y tapia, es decir, no tiene juntas. Si el procedimiento es horizontal se realiza por hiladas sucesivas, una tapia a continuación de la otra, tratando de dejar secar de un día para el otro entre hiladas. Se construye cuidando que la línea de unión entre dos bloques de tapia se ubique al medio de la unión de bloques de la tapia inferior (traba),

evitando que las uniones verticales coincidan, asegurando un comportamiento estructural eficiente y seguro. El molde es colocado y ajustado mediante sujetadores verticales y horizontales que permiten su armado y desarmado continuo para fabricar cada tapia y es nivelado y aplomado antes de comenzar a apisonar.

Si el procedimiento es vertical, se construyen sucesivas tapias desde el cimiento hacia el dintel, ajustando dos tableros laterales sobre guías verticales (de madera o metálicas), hasta completar el sector de muro.

Los pisones pueden ser manuales o neumáticos, dependiendo de las posibilidades económicas de cada obra y del entrenamiento de los constructores.

Es habitual, aunque no está comprobada su efectividad, que en las zonas de alta peligrosidad sísmica se utilicen molderías que permiten fabricar tapias con machihembrados verticales, y también que se incluyan refuerzos verticales (que atraviesan las tapias) y horizontales (en la unión de tapia con tapia), de madera o acero. El objetivo es doble: lograr trabas mecánicas que mejoren el comportamiento estructural del sistema absorbiendo adecuadamente los esfuerzos de corte y confinar el muro mediante refuerzos que resistan a tracción.

Las dimensiones de cada tapia se pueden ajustar o modular según el proyecto, dependiendo de si se quiere lograr un muro resistente y de las características de producción de la obra. Se pueden construir muros resistentes para alturas promedio a los 2.50 metros a partir de los 25 cm de espesor, siendo entre 40 cm y 60 cm los espesores más utilizados.

El material de la tapia es idéntico al de los BTC, donde la preparación del mortero y la cantidad de humedad agregada debe permitir de manera óptima apisonar por capas sucesivas.



Molde simple de tapia horizontal  
(30 cm x 70 cm x 120 cm)



Muro de tapia. Amayuela de Abajo, España.  
Colaboración del Ing. Santiago Cabrera, UTN, Sta. Fe

También se realiza un curado de una semana, permitiendo que cada tapia vaya secando lentamente para evitar fisuras por secado. La resistencia a compresión de la tapia, determinada mediante ensayos (no normalizados), es en general alta al igual que la del BTC, y de acuerdo a la exigencia estructural del proyecto se pueden superar los 5 MPa para compresión simple.

Tanto con pisones manuales como neumáticos se logran densidades altas del material, pudiendo alcanzar 2000 kg/m<sup>3</sup> o más. Al igual que los muros con BTC, los de tapia no son totalmente impermeables, y es necesaria una aplicación con productos que agreguen la impermeabilización adecuada sobre todo cuando los muros son exteriores.

En cuanto a su capacidad resistente, los muros de ta-

pia con espesores de 40 cm, soportan, en la generalidad de los casos, techos livianos de madera con terminaciones de tejas o de cubierta vegetal requiriendo la realización de una viga superior para la distribución uniforme de las cargas. Cuando las luces y las sobrecarga no son muy grandes, pueden soportar incluso losas de hormigón con viguetas pre-tensadas.

La tapia es una técnica popular con importantes antecedentes en nuestro país y ofrece posibilidades potenciales excelentes para la construcción civil en todo el territorio. Hay viviendas, capillas, iglesias y otros edificios construidos con tapia de suelo-cemento, revocadas y a la vista, principalmente en el Noroeste y Cuyo.

Para tapia y construcciones con adobe se consultan





Tapia de 30 cm. de espesor

las mismas normas técnicas y documentos elaborados por redes internacionales que para las construcciones con BTC donde se fijan protocolos normalizados para su fabricación y ensayos.

Como se mencionó anteriormente y teniendo en cuenta los resultados de ensayos realizados, es importante destacar que la técnica de tapia y la de BTC son factibles de ser utilizadas aún en lugares donde se producen eventos sísmicos

requiriendo, al igual que para el resto de los materiales, los cálculos y diseños estructurales adecuados.

# Adobe

Jorge Tomasi (UNJu / CONICET)

Laura Bellmann (FAUD-UNC)

Se conoce con el término adobe al bloque de tierra moldeado secado al sol que se utiliza como mampuesto para la construcción de muros o la realización de cúpulas o bóvedas.

La mampostería de adobe presenta innumerables ventajas aparte de su capacidad resistente como ser:

- poseen alta inercia térmica
- son económicos
- son sustentables
- el impacto ambiental de su fabricación es reducido.

En el contexto americano se ha registrado el empleo del adobe en períodos prehispánicos, con casos notables como

la ciudadela de Chan Chan en el actual Perú y en el noroeste argentino principalmente en las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca.

A partir del proceso de la conquista y evangelización se sumaron a las técnicas locales del adobe las tradiciones constructivas de la península ibérica, registrándose un uso sumamente intensivo del adobe hasta el período republicano. En la actualidad, según el Censo Nacional de Población del 2001, el 2,54% del total de viviendas en el país están construidas con adobe (13,56% en las áreas rurales) con mayor incidencia en las provincias de San Juan (27,78%), Catamarca (17,47%), Mendoza (15,41%) o y Jujuy (14,11%) donde en la Puna y la Quebrada de Humahuaca el adobe es el material utilizado en el 80% de las viviendas.

Esto nos permite reconocer la significación que esta técnica constructiva sigue teniendo en la actualidad, y la necesidad que existe de investigaciones sistemáticas que puedan reconocer sus posibilidades y limitaciones. En la actualidad, las dimensiones de los bloques de adobe han tendido a estandarizarse en 40x20x10 cm y 40x30x10 cm. Las características de los suelos a utilizar son de gran discusión, existiendo una importante variación entre las diferentes normativas y publicaciones científicas. Al respecto se ha consignado como un suelo adecuado aquel que posee una granulometría compuesta por 55% a 65% de arena, 15% a 25% de limo y 15% a 25% de arcilla (Barrios et al., 1986) mientras que la norma E.080 (Perú), en su edición del 2006, sugería entre 55% a 70% de arena, 15% a 25% de limo y 10% a 20% de arcilla, referencia que fue posteriormente eliminada en la edición del 2017. Esto se debe a que las proporciones de los granos en el suelo deben ser relativizados en función del tipo de arcillas presentes,

Vivienda de adobe  
Maimará, Jujuy



siendo más significativa la determinación de los Límites de Atterberg, líquido (LL) y plástico (LP) y el índice de plasticidad (IP).

Según Barrios et al. (1986) son preferibles los suelos con un bajo IP, tal que requieran poca agua para alcanzar el estado plástico necesario para su moldeado. Una mayor cantidad de agua provocaría una retracción excesiva que llevaría a fisuras no deseables reduciendo la resistencia mecánica del bloque.

Más allá de la distribución de granos del suelo, un tema fundamental es el uso de

los estabilizantes, tanto mecánicos como químicos, orientados a la mejora de su resistencia y durabilidad. Estos estabilizantes son variados y en general están basados en el aprovechamiento de la materia prima disponible localmente, aunque el uso de fibras vegetales, como la paja, es utilizado ampliamente para aumentar la resistencia mecánica y reducir la retracción en el secado. También es habitual el uso de estiércol de animales o mucílago de cactáceas, al igual que el empleo de productos industriales como cal, alquitrán e incluso cemento.

Proceso de  
fabricación de adobe  
en Jujuy



Algunos de estos estabilizantes industriales pueden modificar la capacidad de absorber o expulsar humedad, y en proporciones inadecuadas, disminuir su resistencia perjudicando su desempeño. Los modos de producción tienen una alta incidencia en las capacidades posteriores de los bloques. El barro para los adobes debe prepararse con anticipación requiriendo “dormir” con el suelo saturado de agua entre

48 y 72 horas antes de su utilización. Si bien en ciertos lugares el suelo presenta gravas gruesas, lo ideal es tamizarlo retirando aquellas partículas con granulometrías mayores a los 3 cm puesto que pueden generar puntos de debilidad en los bloques. Para el “corte” de los bloques el suelo debe estar en un estado plástico, sin excesos de agua ayudados por una “adobera,” de madera o metálica, y cuidando que el material

complete adecuadamente todo el volumen del molde particularmente las esquinas.

El secado deberá ser idealmente a la sombra para evitar el secado brusco, en un terreno limpio, plano y con el espacio suficiente de tal forma de permitir la libre circulación de aire entre bloques. Dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura del lugar, se

deberá asegurar un adecuado secado, rotando periódicamente los bloques.

Los bloques de adobe tienen una adecuada resistencia a la compresión, con valores admisibles que oscilan entre 1 y 2 MPa, dependiendo de la norma técnica considerada (Jiménez Delgado y Guerrero, 2007).

Al igual que en cualquier tipo de muro de mampostería, en el caso del adobe





también se debe cuidar la traba entre hiladas para evitar la aparición de fisuras verticales. Los muros no deben tener una esbeltez vertical igual o menor a 6 veces su espesor, por lo que deben tener un mínimo de 40 cm y una esbeltez horizontal igual o menor a 10 veces su espesor, siendo necesario el diseño de longitudes de muros que verifiquen esta condición. Se deben evitar juntas entre bloques mayores a los 2 cm y utilizar un mortero de asiento que posea las mismas características y

capacidades que el bloque a unir, siendo válidas todas las consideraciones y cuidados descritos para la realización de los adobes.

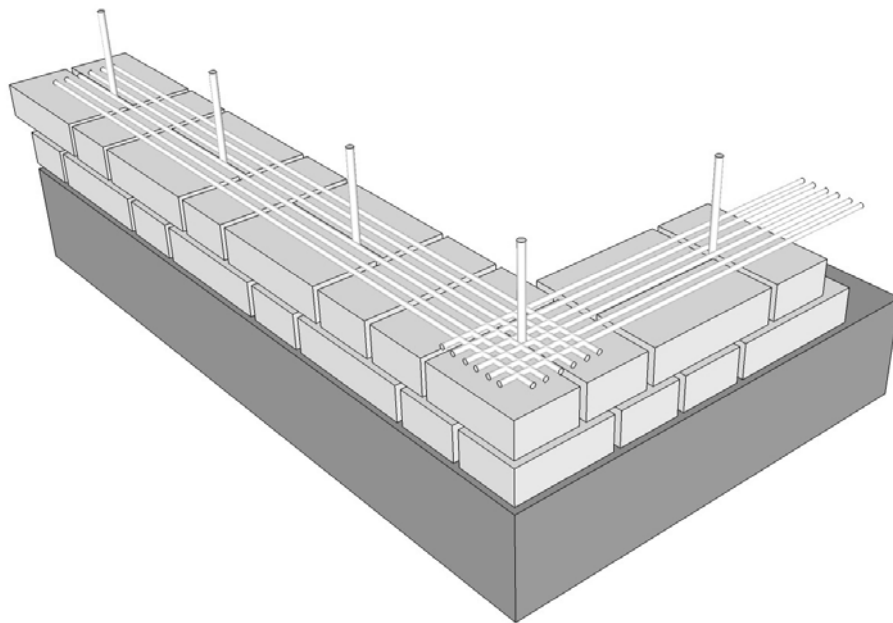
Al igual que en todas las técnicas basadas en el uso de tierra, en el caso del adobe, se deben proteger los muros de la acción del agua por lo que deberá construirse un sobre cimiento con una altura no menor a los 30 cm y generarse aleros o algún tipo de tratamiento sobre el revoque con materiales compatibles, en pos de limitar la posible erosión sobre los muros.

Proceso de secado de adobe en Jujuy

## La problemática sísmica

Dadas las capacidades mecánicas de los adobes, la construcción con esta técnica en áreas con riesgo sísmico elevado debe realizarse incorporando los refuerzos necesarios. En Argentina no existen normas técnicas específicas para la construcción con adobe, a pesar de su uso extensivo, lo que limita la posibilidad de una incorporación sistemática de

refuerzos que mejorarían la calidad de las construcciones que se realizan con este material, reduciendo el riesgo para las personas. Ante esta carencia muchos constructores han comenzado a incorporar refuerzos de hormigón armado, parciales o integrales, que provocarán mayores daños en la construcción frente a la acción de un sismo debido a que por su diferente rigidez y densidad, entran en resonancia a distintas frecuencias, ocasionando un “martilleo” del hormi-



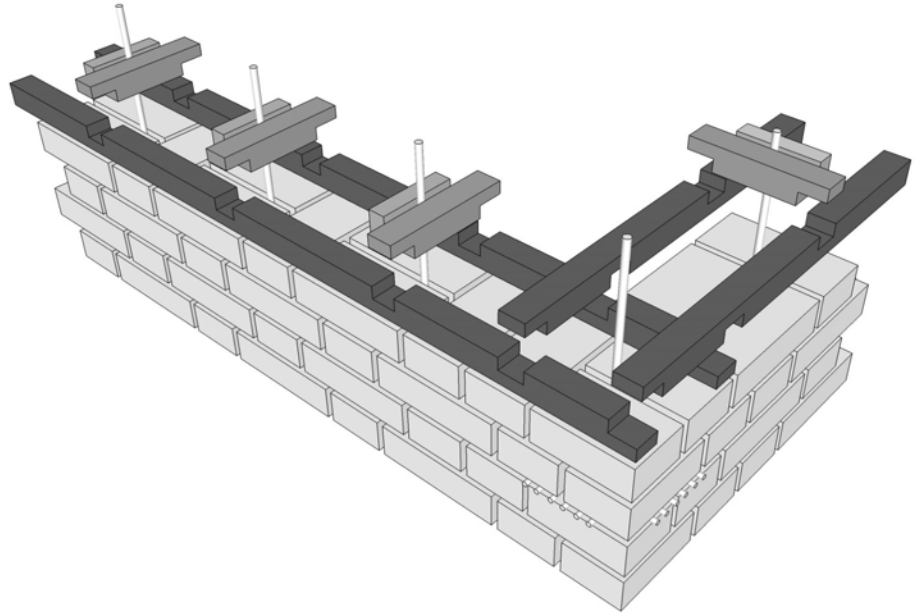
Detalle de trama de cañas para refuerzo en los muros de adobe



gón sobre los adobes.

La mencionada norma técnica peruana E.080 se constituye como un antecedente importante para la región que debería ser analizado en relación con su posible incorporación al cuerpo normativo argentino. Esta norma, como se indicó anteriormente, establece condiciones de resistencia mínima tanto para los bloques como para los muros, define criterios de diseño arquitectónico en términos de esbeltez y apertura de vanos, entre otros aspectos, y desarrolla propuestas concretas para el refuerzo de los muros de adobe, en base a la investigación y experimentación realizada por la Pontificia Universidad de Católica del Perú desde la década de 1970, a partir de los ensayos sísmicos realizados sobre mesas vibratoras (Vargas et al., 2005).

Las resoluciones propuestas para el refuerzo de las construcciones de adobe tienen la virtud de haberse diseñado para contextos rurales, buscando la máxima compatibilidad con los materiales de tierra, una aplicación sencilla y un bajo costo. En este marco, se han propuesto tres sistemas: los refuerzos con cañas, con geomalla y con drizas, los tres considerados en la norma técnica en cuestión que buscan dotar a los muros de adobe de una mayor resistencia transversal



Esquema de armado de la viga de collar de madera y su vinculación con un sistema de cañas

y a los esfuerzos horizontales y verticales característicos de los sismos. En los tres casos se busca generar una malla que abraza la totalidad de los muros y funciona en colaboración con una viga de encadenado superior de madera (viga collar) que a su vez vincula los muros con el techo en forma solidaria. El caso del sistema con cañas, uno de los más extendidos, consiste en la colocación de cañas verticales cada 30 cm o 35 cm, ancladas en el sobre cimientado que recorren todo el alto del muro hasta vincularse con la viga

collar. Estas cañas se atan con otras que se colocan en forma horizontal como máximo cada 4 hiladas. De esta manera se logra configurar una malla interna en el muro de adobe que, de acuerdo a los ensayos realizados en mesa vibradora, evita los daños graves y el colapso de las construcciones con este material frente a sismos de gran intensidad. Todo muro considerado portante para el mecanismo estructural de la obra deberá estar reforzado con alguno de los sistemas sugeridos.



Aplicación de las recomendaciones de la NT E.080 en Maimará, provincia de Jujuy



Aplicación de las recomendaciones de la NT E.080 en Maimará, provincia de Jujuy

#### BBLIOGRAFÍA

- Acuto, F. (1999). Paisaje y dominación: La constitución del espacio social en el Imperio Inka. En: A. Zarankin y F.A. Acuto, *Sed Non Satiata. Teoría Social en la Arqueología Latinoamericana Contemporánea* (pp. 33-75). Buenos Aires: Ediciones del Tridente.
- Barrios, G., L. Alvarez, H. Arcos y E. Marchant (1986) Comportamiento de los suelos para la confección de adobes. *Informes de la Construcción*, 37
- Jimenez Delgado C., Cañas Guerrero, I. (2007) "The selection of soils for unstabilised earth building: A normative review". *Construction and Building Materials* 21, 237-251.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2007) Norma E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú.
- Nielsen, A. (2006). Plazas para los antepasados: Descentralización y poder corporativo en las formaciones políticas preincaicas de los Andes circumpuneños. *Estudios Atacameños*, 31, 63-89.
- Sempé, M.C. (1983). Batungasta. En: E. Morresi, E. y R. Gutiérrez, *Presencia hispánica en la arqueología argentina*. Resistencia: Universidad Nacional del Nordeste.
- Vargas, J., M. Blondet, F. Ginocchio y G. Villa García. (2005). "La Tierra Armada: 35 Años de Investigación en la PUCP". En: *Seminario Internacional de Arquitectura, Construcción y Conservación de edificaciones de Adobe en Áreas Sísmicas*. Lima: PUCP.

# La quincha y los sistemas de entramados

Jorge Tomasi (UNJu / CONICET)  
Laura Bellmann (FAUD-UNC)

El término “quincha” proviene del quechua que, de acuerdo a González Holguín (1608) significa “cañizo, seto, o barrera”, mientras que el término quenchaycuni significa “cercar, o hacer quincha de pared, o de palos, o esteras, o varas”. En la actualidad, el término mantiene su significado y se refiere a un sistema constructivo basado en el uso de estructuras de madera, caña u otras fibras vegetales, azotadas con barro para la mate-

rialización de cerramientos. Este sistema constructivo debe circunscribirse en el marco más amplio de las técnicas de “entramados” o “técnicas mixtas” que, incluyendo a la quincha, se caracterizan principalmente por la presencia de más de un material, donde la resistencia estructural depende fundamentalmente en marcos de madera y el entramado vegetal interno funciona como estructura auxiliar destinada



a sostener y consolidar el relleno de barro en el muro (Garzón, 2011).

Dentro de este sistema constructivo se registra una importante variabilidad de procedimientos según las distintas regiones donde se lo utilice, dependiendo de las características de las fibras que localmente se aprovechan para el desarrollo de esta técnica (Carazas Aedo, 2014).

Los entramados en general, y la quincha en particular, presentan una serie de propiedades que los constituyen como un procedimiento válido y eficiente para la construcción actual:

- es un sistema flexible con capacidad de dar respuesta a distintas necesidades arquitectónicas
  - puede materializarse con una diversidad de materiales por lo que es posible su adaptación a las disponibilidades locales
  - es liviano
  - presenta un buen comportamiento térmico con espesores de muros reducidos
  - brinda la posibilidad de prefabricación de algunos de sus elementos componentes lo que puede reducir los tiempos y costos de obra.



Ejemplo de construcciones con entramados en Bolivia y Paraguay

Además, mejora el comportamiento de las construcciones sometidas a acciones horizontales proporcionándoles mayor rigidez. Entre las debilidades se puede mencionar que requieren de un cuidado especial en el diseño y materialización de las uniones entre los distintos elementos, una buena aislación de los entramados de las cimentaciones, una adecuada protección de los materiales vegetales para evitar el bio-deterioro y la ejecución de un apropiado sellado en las piezas que evite el ingreso de insectos al interior del muro. Específicamente la quincha consiste en una estructura principal de puntales de

madera que suelen anclarse en el suelo con algún tipo de protección inferior y que pueden ser de troncos desbastados o de madera escuadrada sobre los que se coloca una solera superior. Entre estos puntales se suele preparar una base de piedra u hormigón ciclópeo que actúa como protección para el entramado que rellenará los vanos. Las distancias entre los elementos verticales son variables dependiendo de la resistencia de las maderas utilizadas aunque suelen estar en torno a los 2 m. Entre estas piezas verticales se disponen elementos horizontales, cañas o maderas rectas de espesor reducido, entre las que luego se tren-

zan las cañas, ramas u otras fibras vegetales como las gramíneas.

Las uniones históricamente se han realizado también con fibras vegetales o materiales de origen animal como los tientos de cuero, aunque actualmente podemos encontrar uniones con medios mecánicos como clavos.

Finalmente se azota este entramado con una primera capa de barro que actúa como relleno y una segunda capa que constituye la terminación, alcanzando un espesor final de entre 10 cm y 16 cm.

Tal como puede observarse las fibras vegetales y el barro son los dos materiales principales en esta técnica.

En el caso de las fibras, se han realizado diferentes estudios para determinar las capacidades mecánicas de las mismas, particularmente su resistencia a la tracción y su durabilidad (Laborel-Préneron et al., 2016), aunque todavía resta un estudio que sistematice en forma integral su comportamiento en el conjunto de la quincha. En cuanto al barro, al no tener un rol estructural en la quincha, es

posible usar una mayor diversidad de suelos a diferencia de otras técnicas como el adobe o el tapial (Garzón, 2011). Esto incluye el uso de suelos con una proporción mayor de arcilla, mejorando la adherencia, mientras que el entramado de cañas, maderas o ramas controla la potencial retracción. El barro suele tener además un alto porcentaje de paja agregada lo que contribuye a la reducción de su peso propio, a otorgar una mayor elasticidad y mejorar su comportamiento térmico. Los estudios realizados respecto a la capacidad de aislación térmica sobre paneles de quincha han mostrado un comportamiento adecuado, por encima de otros materiales industrializados (Esteves et al., 2006). De acuerdo a Cuitiño et al. (2015) para un panel de 9,4 cm de espesor se ha determinado una transmitancia térmica de 2,64 W/m<sup>2</sup>K, pudiendo llegar hasta 1,51 W/m<sup>2</sup>K.

En términos estructurales, la combinación de madera con nudos triangulados sumado a una trama y relleno realizado con fibras vegetales de gran ductilidad, se cree que

garantizaría en el sistema estructural la resistencia adecuada para soportar las solicitaciones sísmicas a las que estará sometido. La colocación de un entramado a 45°, en cada cara con direcciones opuestas, dotaría al plano de una mayor rigidez. Para las cargas gravitatorias, por ser su estructura principal de madera, deberán seguirse los lineamientos de la norma CIRSOC 601 de reciente edición.

Es importante tener en cuenta que todos los anclajes metálicos incorporados deberán ser verificados para garantizar el correcto desempeño del sistema estructural. Con anclajes metálicos nos referimos tanto a aquellos de los apoyos, los de vinculación entre elementos verticales y horizontales y los que vinculan el entramado de la quincha con la estructura principal. Estos anclajes también son relevantes para se-

parar del suelo la estructura de madera, protegiéndola de la humedad, a través de la incorporación de una pieza intermedia que, además, facilita el proceso de colocación.

La flexibilidad del sistema y su escaso peso propio lo vuelve apto para realizar construcciones de más de un nivel. Además es posible combinar técnicas utilizando la quincha para la realización de niveles superiores cuando las construcciones de planta baja estén realizadas en adobe, aunque la resolución de los detalles constructivos en estos casos demanda especial atención.

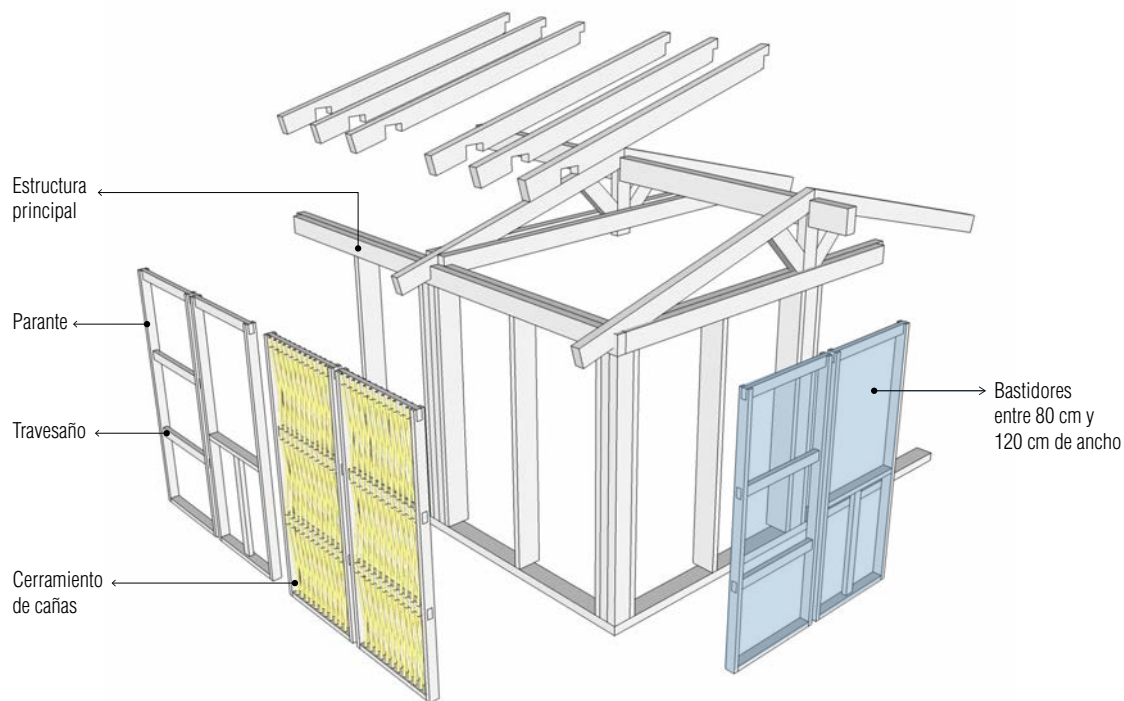


Detalles de construcciones con quincha reforzada



## Las posibilidades de la quincha reforzada

Los estudios sobre los sistemas tradicionales de quincha permitieron el desarrollo de propuestas tendientes al mejoramiento del comportamiento estructural de esta técnica, la simplificación de los procedimientos y la prefabricación de los elementos componentes, desarrollándose en la década del 80 distintos sistemas de quincha reforzada (p.e. Díaz Gutiérrez, 1984). Estos sistemas se basan en la materialización de paneles independientes de quincha que pueden prefabricarse para luego colocarse entre los vanos de en la estructura principal de madera de la construcción, con el consiguiente ahorro de



Despiece de una construcción con quincha reforzada



los tiempos de obra. Una vez colocados los paneles, se puede proceder a la aplicación del revestimiento de barro.

Los paneles se realizan en base a bastidores de madera, de un ancho de entre 80 cm y 120 cm, con elementos horizontales entre los que se trenzan las cañas, a los que se agregan elementos diagonales (Arriola Vigo y Tejada Schmidt, 2008). Esta constitución de los paneles permite considerarlos como autoportantes.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Arriola Vigo, V. y Tejada Schmidt, U. (2008). Manual de Quincha Pre-fabricada para maestros de obra. Lima: Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional.
- Carazas Aedo, W. (2014). Bahareque Cerén. El Salvador: Misereor.
- Cutiño, G., Esteves, A., Maldonado, G. y Rotondaro, R. (2015). "Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha". Informes de la Construcción, Vol. 67, (537).
- Díaz Gutiérrez, A. (1984). "Sistema constructivo 'quincha prefabricada'". Informes de la Construcción 36-361.
- Esteves, A., Fernández, E. y Mercado, M. V. (2006). "Estudio térmico en taller construido en quincha tradicional". En: V Seminario Iberoamericano de Construcción con tierra, Mendoza, Argentina.
- Garzón, L. (2011). "Técnicas mixtas" En: Neves, C. y Faria, O. Técnicas de construcción con tierra. (62-71). Bauun-SP: FEB-LUNESP/PROTERRA.
- González Holguín, D. (1608). Vocabulario de la Lengua General de todo el Perv llamada Lengua Qquichua o del Inca. Lima: Imprenta de Francisco del Canto.
- Laborel-Préneron, A., J.E. Aubert, C. Magniont, C. Tribout y A. Bertron (2016) "Plant aggregates and fibers in earth construction materials: A review". Construction and Building Materials 111.
- Volhard, F. (2016). Construire en terre allégée. Grenoble: CRAterre éditions

Detalles de  
construcciones con  
quincha reforzada

# DEUR

Doctorado en Estudios  
Urbano-Regionales



# DOCTA

Doctorado en  
Arquitectura



# MDAU

Maestría en Diseño Arquitectónico  
y Urbano



# MGADU

Maestría en Gestión Ambiental  
del Desarrollo Urbano



# MU

Maestría en  
Urbanismo



# MGDH

Maestría en Gestión y  
Desarrollo Habitacional



# PROYECTOS

MORC S/N

PACHA HUASI





# Casa MORC S/N

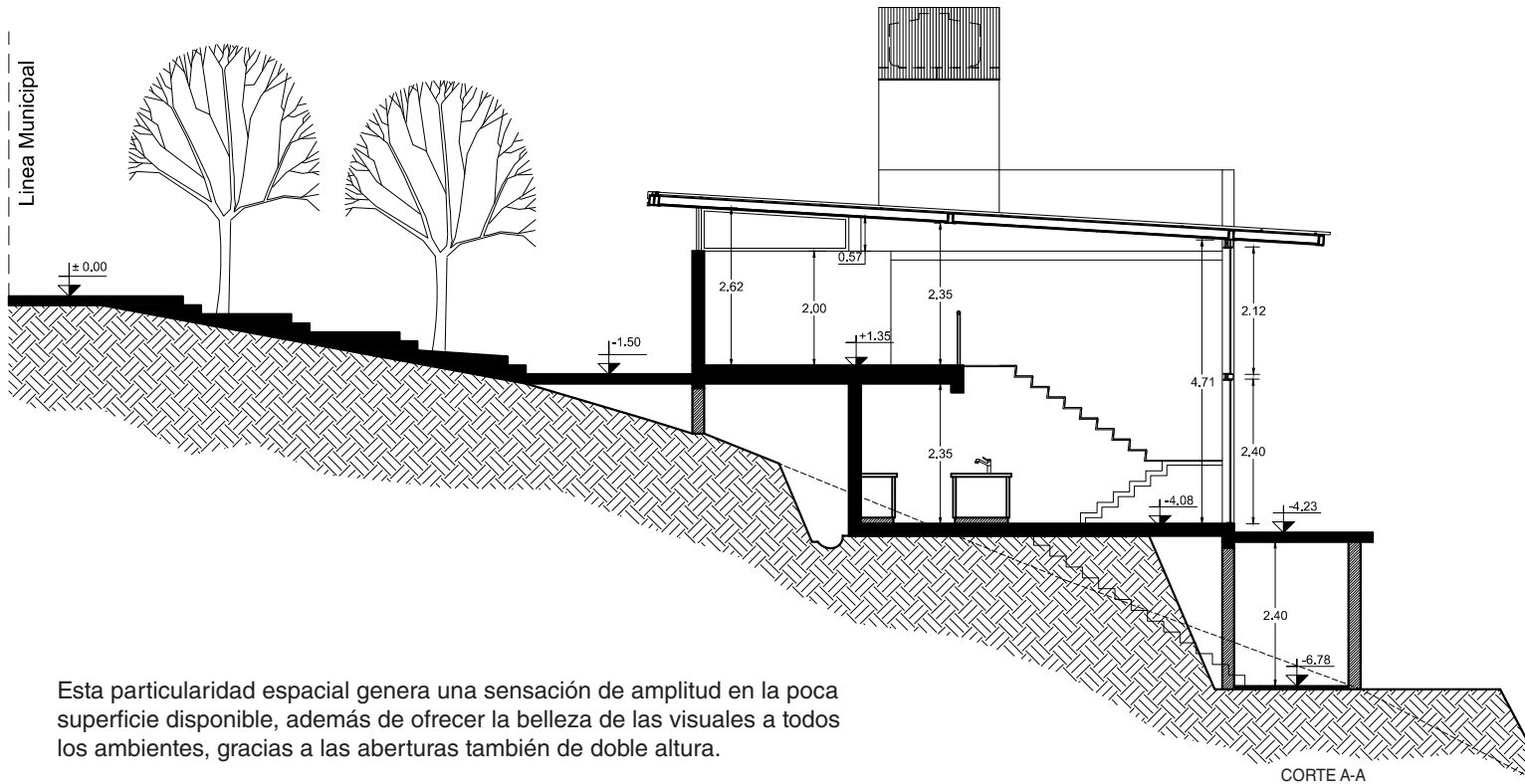
Arq. Nahuel Ghezan  
Ubicación: La Serranita

## MEMORIA DESCRIPTIVA

La vivienda se ubica en la localidad de La Serranita, donde empiezan las sierras del valle de Paravachasca. El sitio de emplazamiento goza de excelentes vistas orientadas hacia el noreste, aprovechadas en el diseño mediante grandes paños vidriados. La topografía del terreno parte de un llano a nivel de la calle y luego desciende hacia el fondo del lote, haciéndose cada vez más pronunciada su pendiente, hasta convertirse en barranca. El sector más llano del lote está ocupado por un bosque de especies nativas, por lo que, para no afectarlas, se decidió construir en aquellas zonas de pendientes más escarpadas con un proyecto aterrazado. Esto dio origen a una vivienda de dos niveles, cuyo ingreso es por la planta alta, la cual balcanea hacia un espacio interior de doble altura.



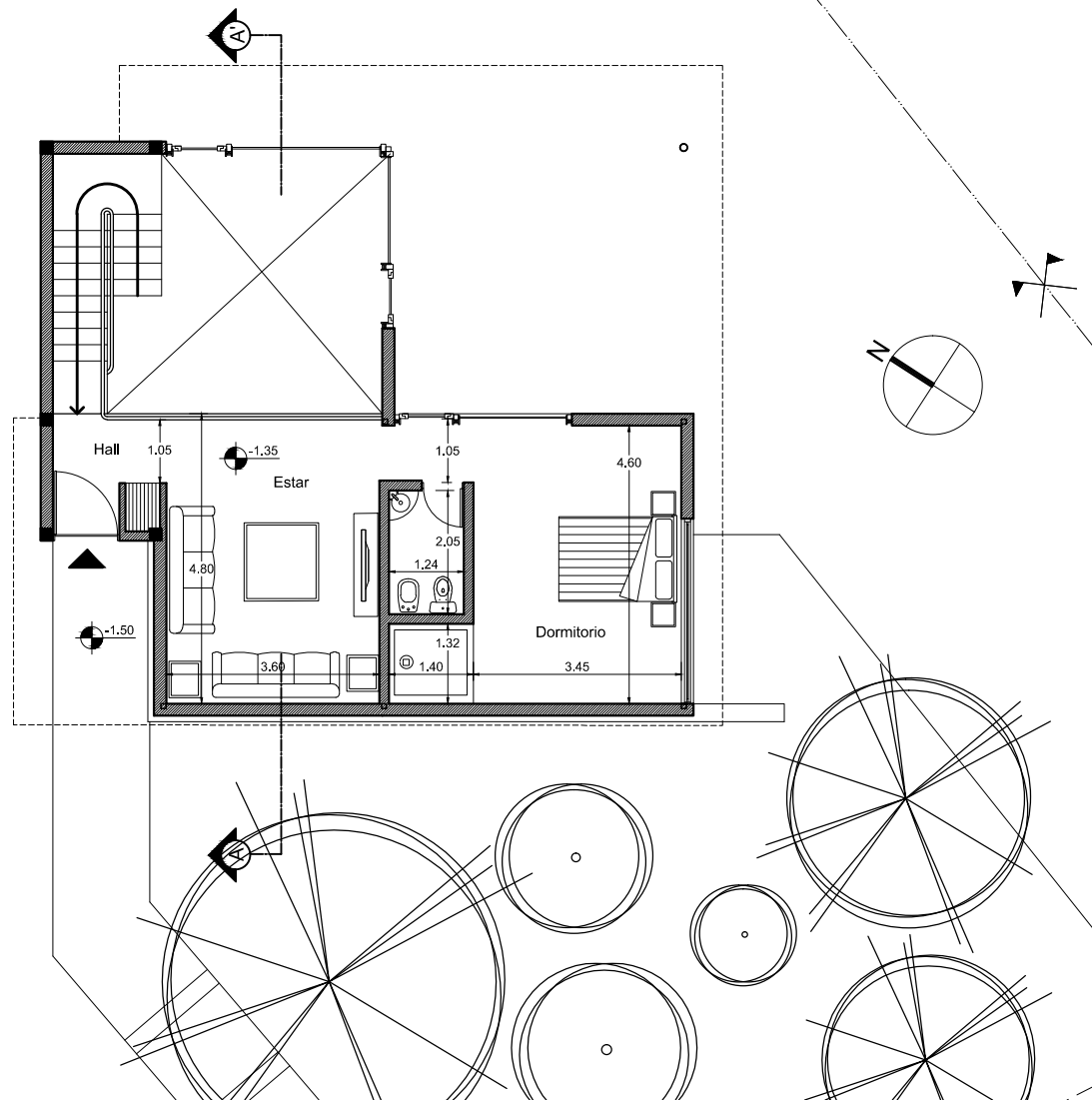


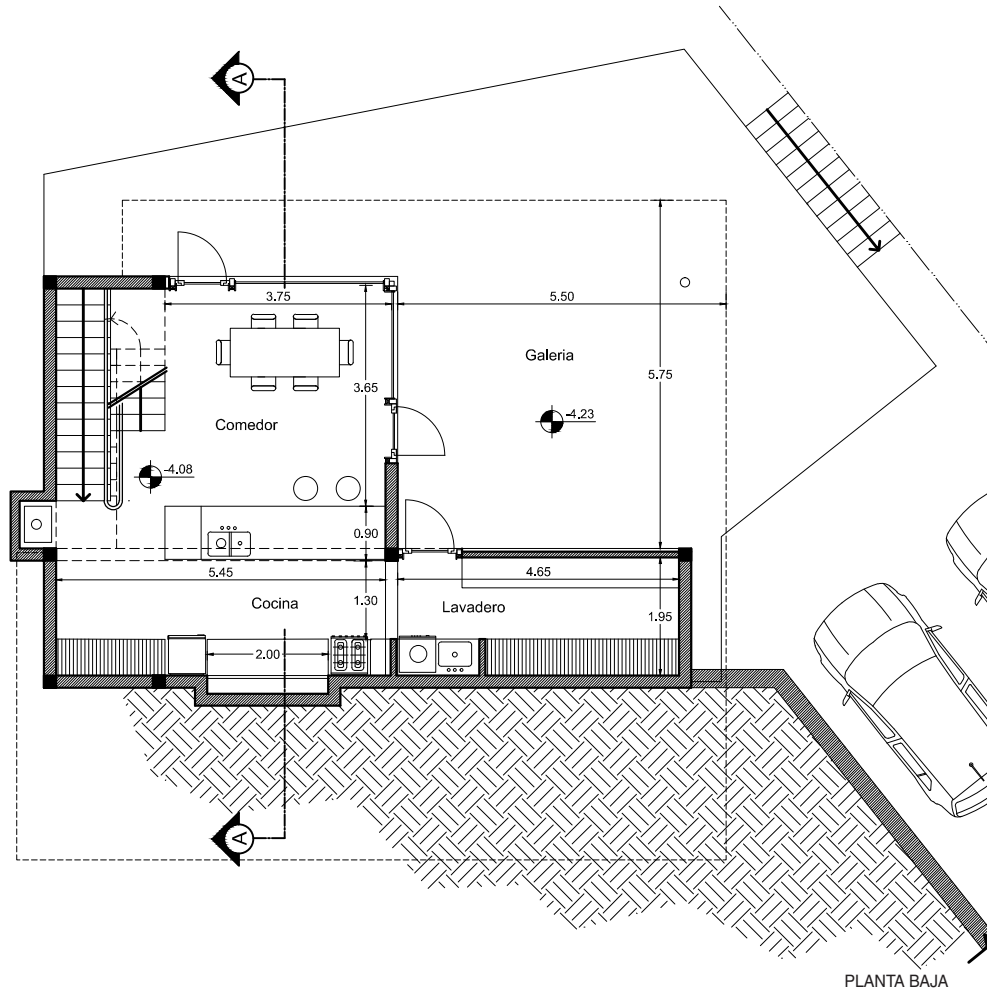


Esta particularidad espacial genera una sensación de amplitud en la poca superficie disponible, además de ofrecer la belleza de las visuales a todos los ambientes, gracias a las aberturas también de doble altura.

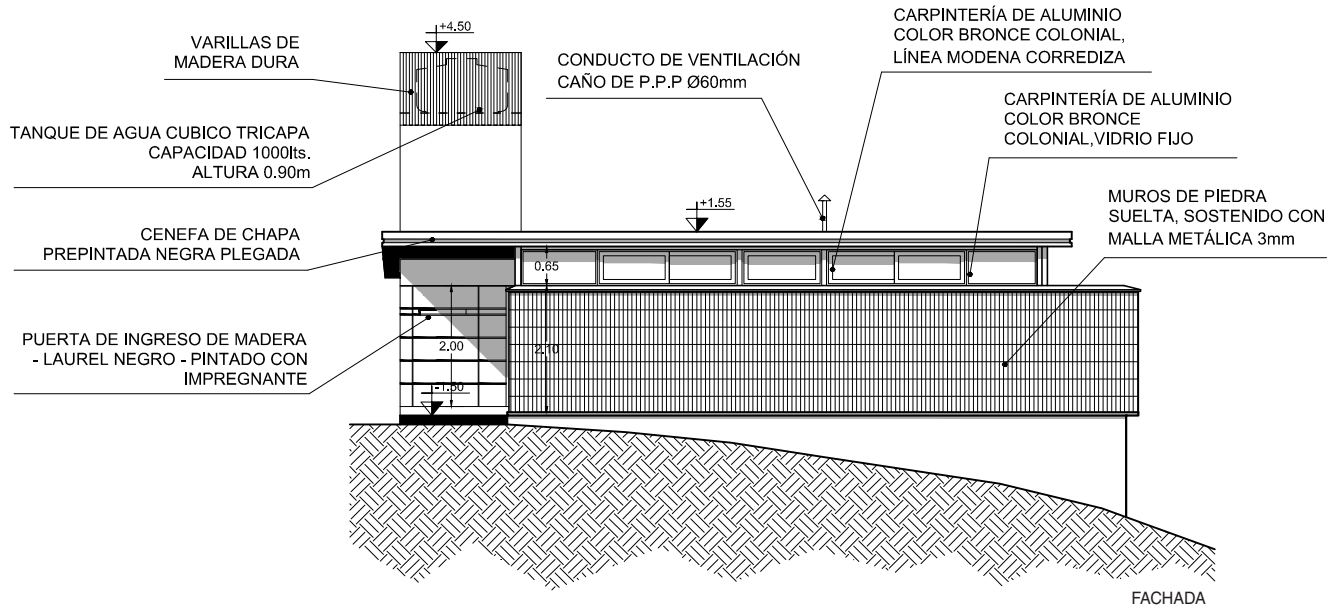
## FUNCIONALIDAD

La obra está pensada en tres etapas constructivas, con una resolución de los espacios públicos en la planta superior, y a medida que se desciende se distribuyen los espacios intermedios y privados. Actualmente, se encuentra materializada la primera etapa, para lo cual se dispuso el dormitorio principal en la parte superior, ue a futuro será un estudio.





PLANTA BAJA



## ESTRUCTURA

Para describir la estructura, podríamos separarla en dos partes: el basamento, construido con mampostería y hormigón; y la parte aérea edificada de metal y madera.

La mayoría de la casa está cerrada con quincha seca, por lo que se diseñó una estructura independiente, con columnas, vigas y diagonales de tubos estructurales de acero. Las columnas son las encargadas de resistir las acciones verticales y horizontales a las que estará sometida la construcción, funcionando en este último caso, como ménsulas ya que se encuentran arriostradas con diagonales en las dos direcciones. Las vigas principales, que cubren una luz máxima de 4.90m, se hicieron con tubos rectangulares metálicos, calculados para resistir los esfuerzos de flexión y corte, y dimensionados para



verificar las deformaciones de servicio admisibles, dentro de los límites reglamentarios.

Si bien el acero es menos sustentable que la madera, desde el punto de vista de la energía necesaria para extraerlo y producirlo, tiene como ventaja que se puede reciclar infinitas veces y es altamente eficiente, debido a su gran resistencia. A su vez, el reducido peso de las piezas de sección tubular y la gran rigidez otorgada por la forma, también caracteriza a esta alternativa como económica.

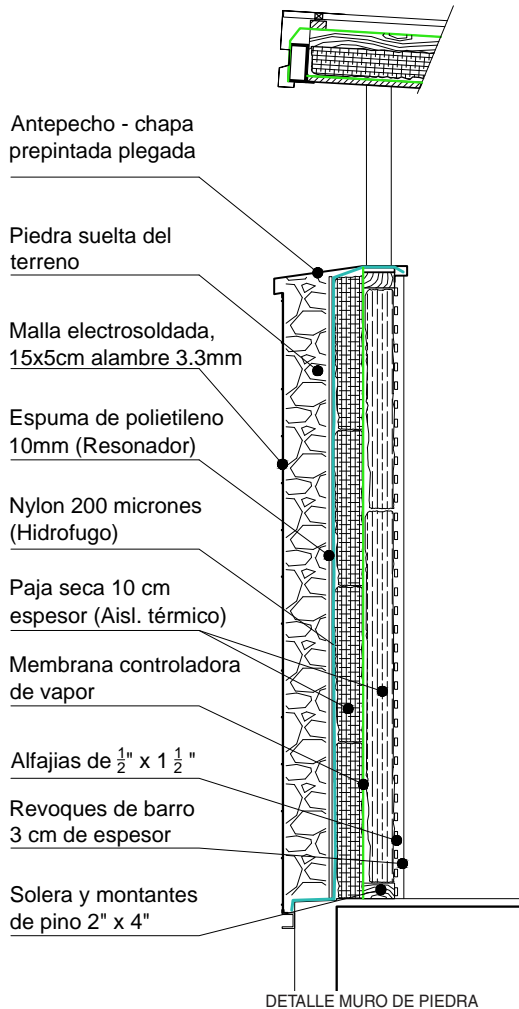
El reducido peso de las piezas de sección tubular, al tener paredes con espesores de chapa delgadas, y una gran rigidez otorgada por la forma también caracteriza a la elección como una alternativa económica. El techo, que está recubierto con chapa prepintada, se sostiene con por vigas lami-

nadas de pino de sección rectangular y se rigidiza mediante paños multilaminados fenólicos.

Estos paños son colocados, por debajo de las vigas generando una superficie plana continua como cielloraso. Entre medio de las vigas se rellenó con paja para proporcionar aislamiento térmico al interior.

La quincha seca, posee una subestructura de madera, conformada por un entramado de listones de madera de 2" x 4", amurados al hormigón del basamento, a las columnas metálicas y al techo de madera mediante tirafondos y tornillos auto-perforantes. Esos bastidores se rellenan luego con paja, la cual es sostenida con una red de varillas de madera sobre las que se coloca el revoque interior de tierra estabilizada.





## DETALLES CONSTRUCTIVOS

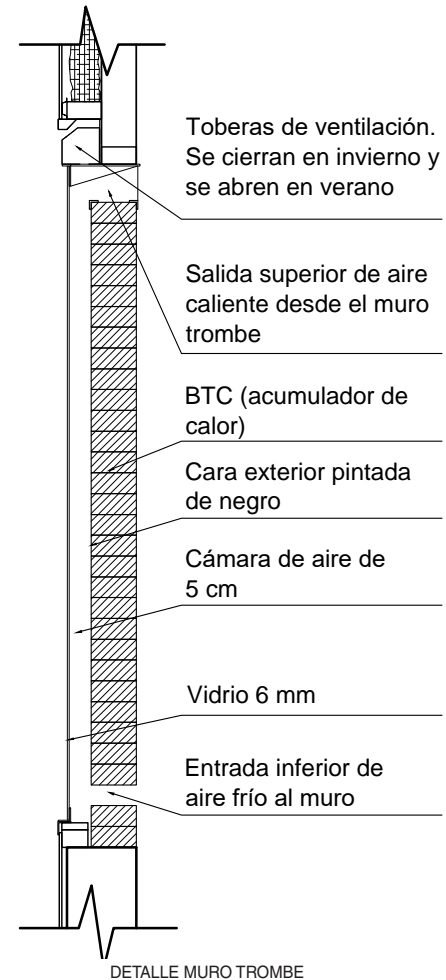
El frente de la casa, con terminaciones de piedra del mismo sitio, se encuentra en armonía con el entorno generando un bajo impacto ambiental al evitar la extracción y traslado del material. Las piedras se colocan sueltas contenidas dentro de una malla metálica, de manera similar a lo que se hace en los gaviones.

Otro remate externo construido con criterio sustentable consiste en el uso de madera reciclada (sobrantes, descartes y pallet de obra) generando una superficie con texturas y movimiento.

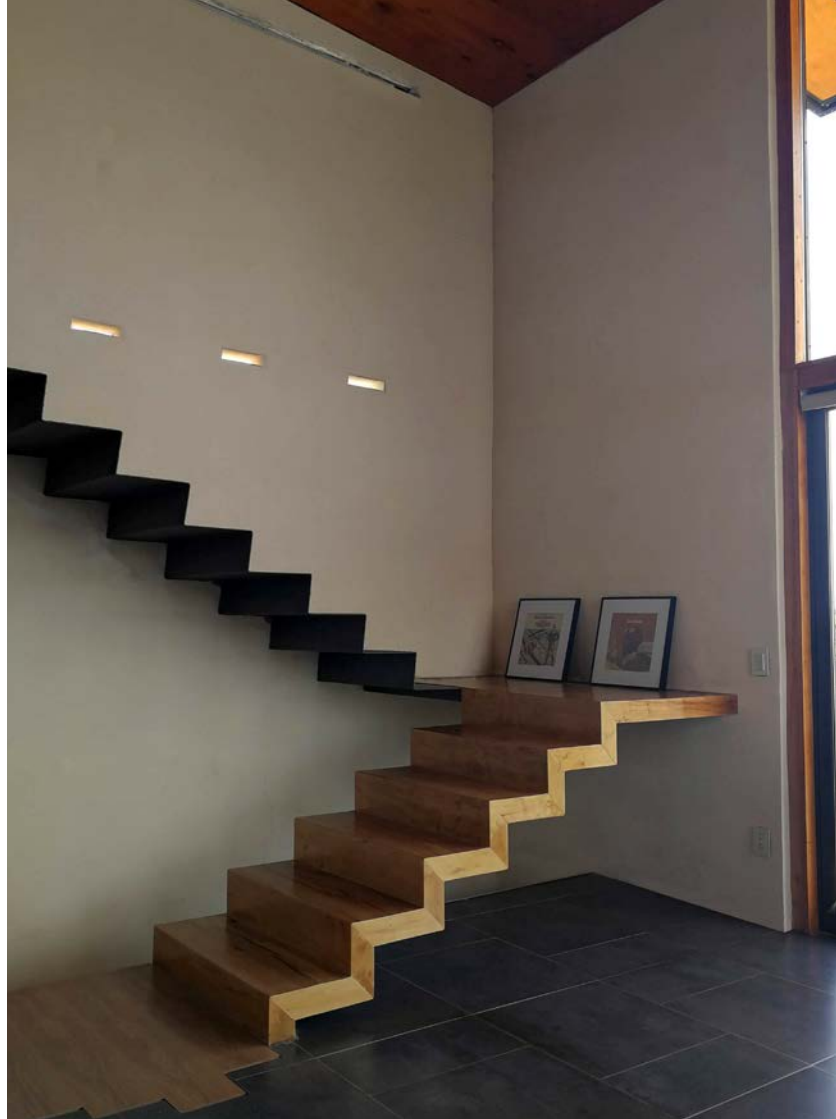


## DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Para calefaccionar pasivamente en épocas invernales, se proyectó un muro trombe hacia el Noroeste. Su funcionamiento en los meses fríos es de dos formas: por convección durante las horas soleadas y por acumulación y retransmisión de calor en las horas en que no hay sol. Para materializar esa reserva de energía calórica se construyó el muro con bloques de tierra comprimida (B.T.C.), dejando el ladrillo a la vista en la cara exterior y pintándolo de negro para hacer más eficiente la recolección. En el verano, se desactiva el funcionamiento colocando una cortina blanca sobre el muro negro (entre el vidrio y los B.T.C.) y se abren unas toberas de ventilación ubicadas en la parte superior de la cámara de aire para dejar salir el calor que pudiera generarse.











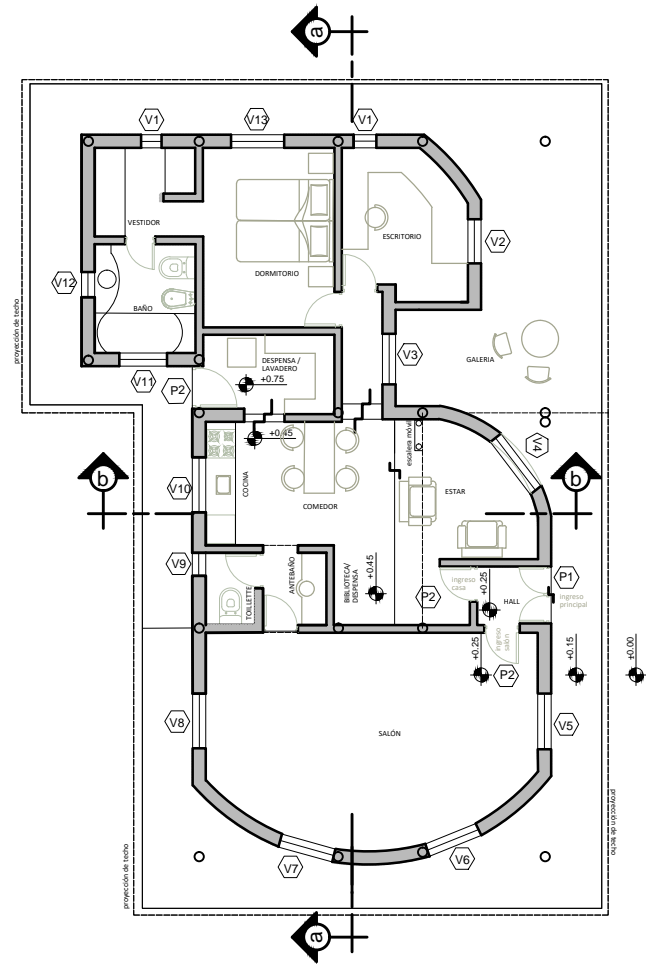
# Casa Pacha Huasi

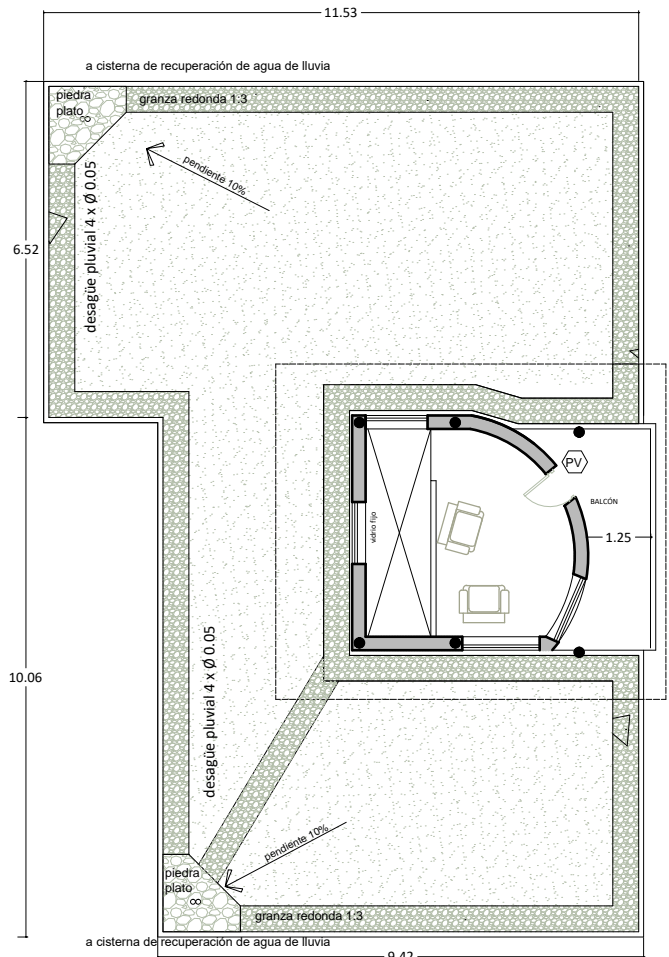
Arq. Laura Bellmann (TAWA bio-arquitectura)  
Ubicación: Cosquín.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

Emplazada en un barrio suburbano de la ciudad de Cosquín, en la zona de la Reserva Natural Camín Cosquín. Se trata de una tipología de usos mixtos que combina vivienda y espacios de trabajo. Organizada en dos niveles, se destaca visualmente por sus colores tierra en muros, y verdes en las cubiertas, logrando de esta manera integrarse y mimetizarse con el entorno.

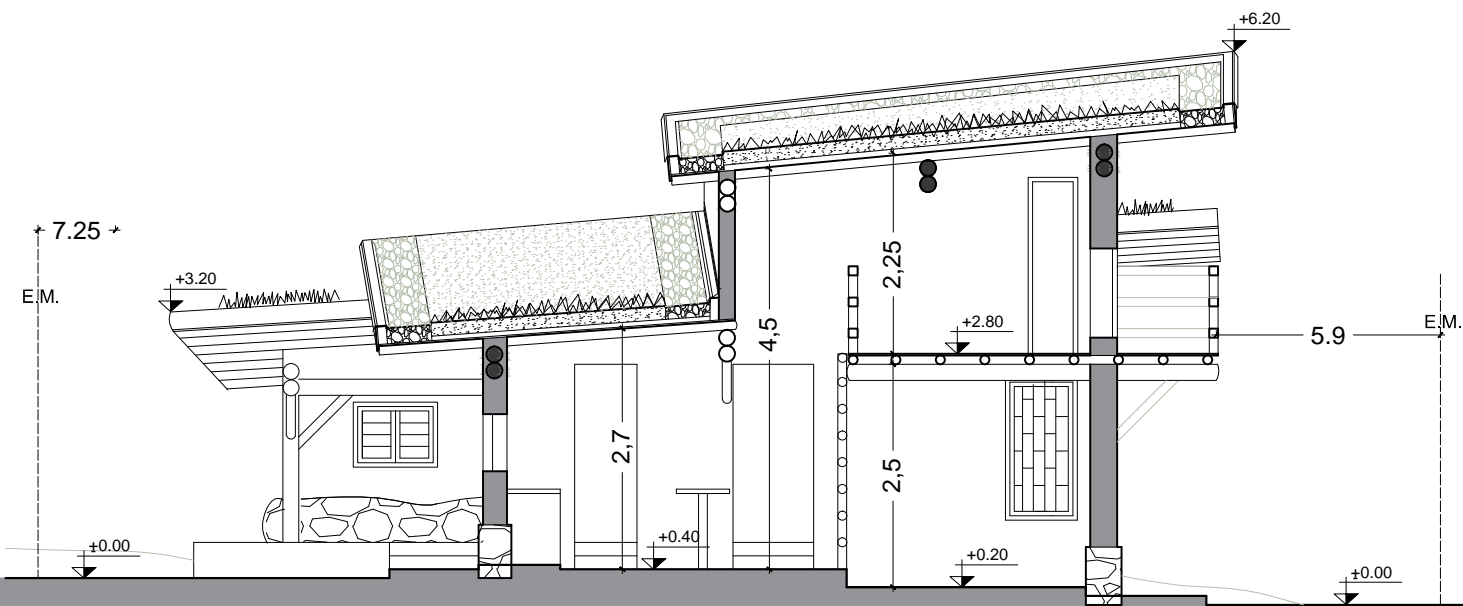
Fue diseñada teniendo en cuenta orientaciones y visuales. Al sur, con ingreso independiente, el salón destinado a actividades holísticas terapéuticas como yoga, constelaciones familiares, bio danza, etc. Al norte encontramos el dormitorio y el escritorio mientras que al este, aprovechando las visuales al Cerro Pan de Azúcar, se ubican las salas de estar, una en planta baja, integrada a la cocina-comedor y otra en un entrespiso.





PLANTA DE TECHOS SOBRE PLANTA BAJA ESC. 1:150





CORTE B-B

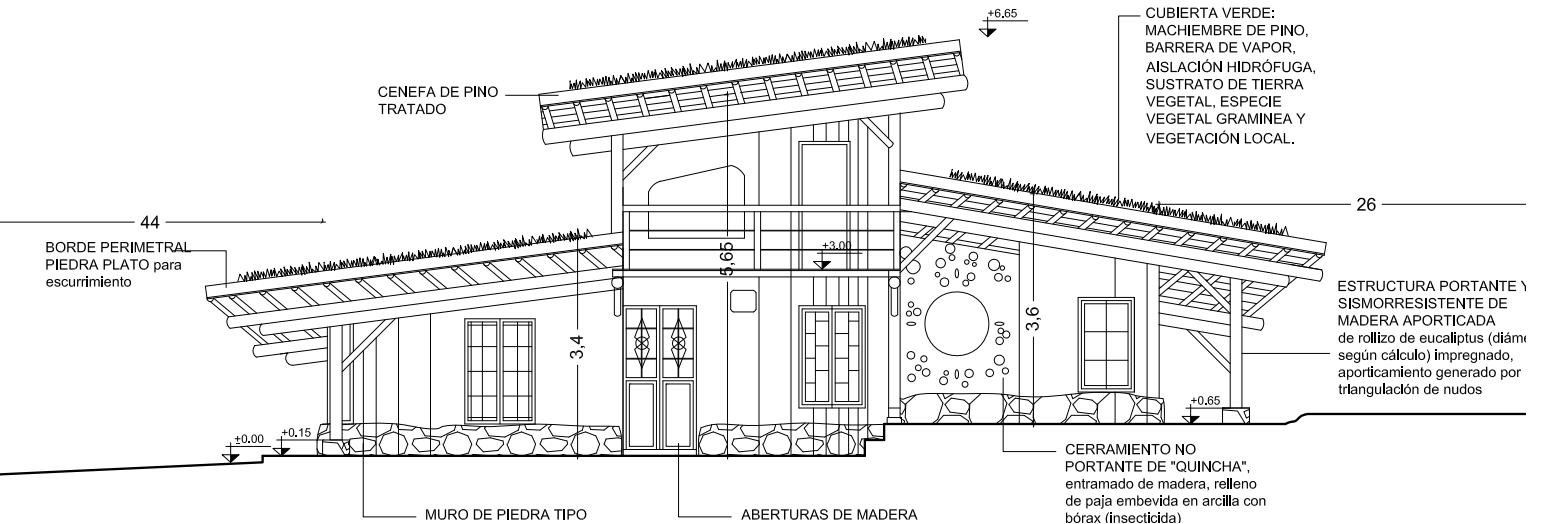
Se acentúa el ingreso de luz natural en todos los ambientes y el juego de luces y sombras generado por el tratamiento de las envolventes con botellas de colores.



## DISEÑO BIOCLIMÁTICO

La quincha húmeda se realiza, en este caso, con fardos de cortadera de quinchos desarmados (material reciclado), variando la relación de proporción entre paja y tierra según la orientación. En la orientación norte se utiliza una mayor

proporción de tierra (inercia térmica) y en la orientación sur una mayor proporción de paja (aislación térmica). En la planta alta se emplea una mayor proporción de paja, también para alivianar la carga sobre la estructura.





La proporción de arcilla y paja de la quincha se ajustó según requerimientos de aislación o inercia térmica. Para las terminaciones de los muros se realizó un primer revoque de nivelación con arcilla, arena y paja, luego un segundo revoque de arcilla, arena y guano de caballo y por último un revoque fino de arcilla, arena y estabilizantes (cal en el interior y emulsión asfáltica en el exterior).



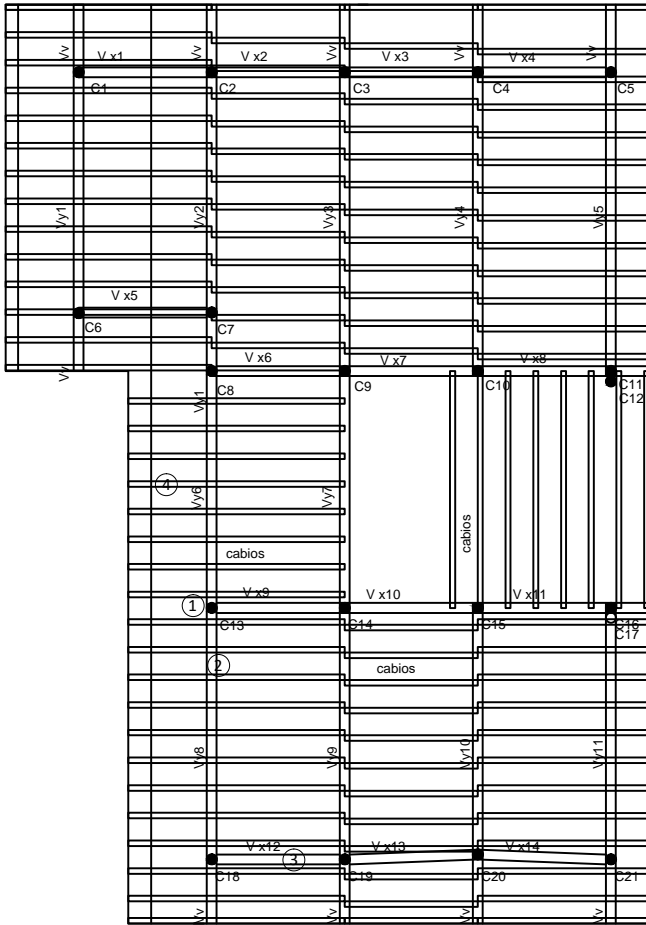


## **ESTRUCTURA**

El sistema estructural consiste en pórticos de rollizos de madera de eucalipto en ambas direcciones que rigidizados por el entramado de la quincha garantiza la estabilidad espacial del conjunto.

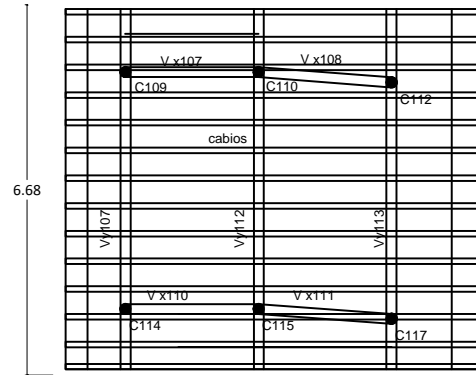
Si bien la vivienda posee algunos sectores de geometría circular, la disposición de vigas y columnas se basa en una trama ortogonal superpuesta a la geometría de la vivienda, en diálogo con los espacios interiores.

cabios



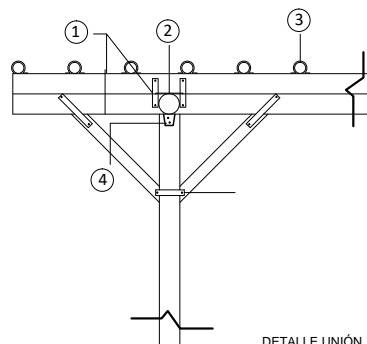
ESQUEMA ESTRUCTURA SOBRE PLANTA BAJA  
ESC. 1:50

7.56

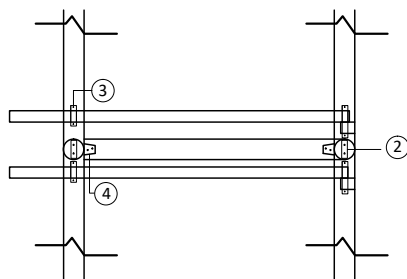


ESQUEMA ESTRUCTURA SOBRE PLANTA ALTA  
ESC. 1:50

- ① COLUMNAS PRINCIPALES DE EUCALIPTO TRATADAS  
FUNCIÓN: TRASMITIR CARGAS AL SUELO  
ESTRUCTURA SISMORRESISTENTE
- ② VIGAS PRINCIPALES DE ROLLIZOS DE EUCALIPTO TRATADOS  
FUNCIÓN: RECIBIR CARGAS CONFORMAR PLANOS RESISTENTES VERTICALES  
ESTRUCTURA SISMORRESISTENTE
- ③ VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO DE ROLLIZOS DE EUCALIPTO TRATADAS  
FUNCIÓN: CONFORMACIÓN DE PLANOS RESISTENTES VERTICALES  
ESTRUCTURA SISMORRESISTENTE
- ④ CABIOS DE ROLLIZOS DE EUCALIPTO TRATADOS  
FUNCIÓN: ACHICAR LUZ DE APOYO PARA APOYO DE MACHIMBRE
- ⑤ DIAGONALES DE ROLLIZOS DE EUCALIPTO TRATADOS  
FUNCIÓN: GENERAR NUDOS RIGIDOS



DETALLE UNIÓN  
COLUMNAS Y VIGAS EN  
VISTA



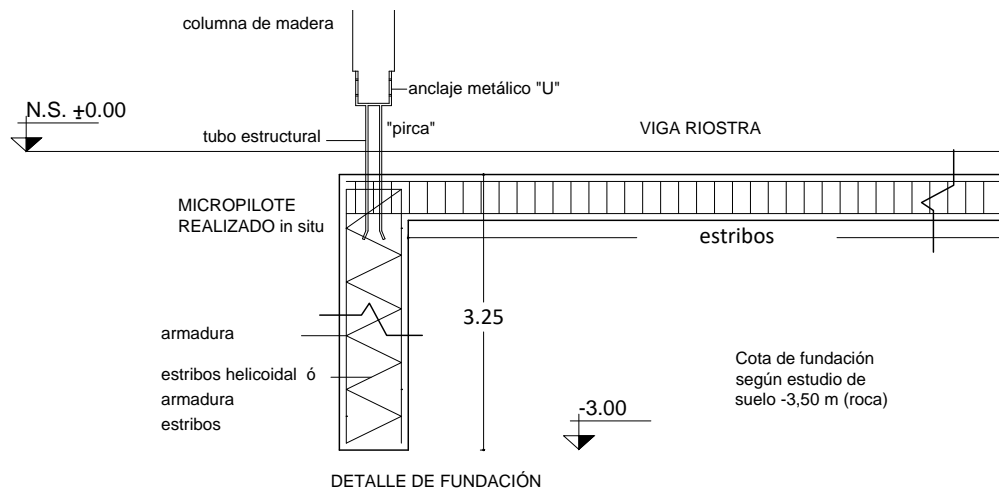
DETALLE UNIÓN COLUMNAS Y VIGAS EN  
PLANTA

- ① VARILLA ROSCADA Y PLANCHUELAS, UNIÓN ENTRE VIGAS
- ② PLANCHUELA PARA VINCULACIÓN DE VIGA A COLUMNA
- ③ UNIÓN METÁLICA TIPO  $\Omega$  PARA VINCULAR CABIOS O TIJERAS A VIGAS PRINCIPALES
- ④ ANCLAJE TIPO "L" PARA APOYO DE VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO
- ⑤ PLANCHUELAS DE UNIÓN DE DIAGONALES (TRIANGULACIÓN DE NUDOS)



El plano superior que sostiene la cubierta verde, consta de machihembrado de pino que descansa sobre cabios de eucalipto separados cada 50 cm. Estos apoyan sobre vigas principales compuestas por dos rollizos de eucalipto, con un canto plano cada uno, para permitir su superposición y ser unidos mediante varillas roscadas que garantizan el trabajo

solidario de ambas piezas. El diámetro y separación de las varillas roscadas es calculado en función del corte en la viga. Este recurso permitió cubrir una luz de viga de 5,40 m con un voladizo de 1,25 m, reduciendo su peso propio al compararlo con un rollizo de diámetro mucho mayor y facilitando el montaje de las piezas ya que no se



requería equipo especial para su izaje. Además fue posible interrumpir uno de los rollizos, el inferior, en la zona del voladizo logrando un diseño más eficiente. Las columnas articuladas en su base, arrancan en una "U" metálica soldada a un tubo de acero vinculado a las fundaciones y unidas mediante tirafondos.



La casa se fundó a -3 metros de profundidad mediante micropilotes vinculados por vigas riostras.

A las columnas principales se les vincula el entramado de la quincha conformado por costaneros de pino (desperdicio en aserraderos) que a pesar de cumplir solo la función de cerramiento contribuyen otorgando rigidez a los planos verticales frente a las acciones horizontales. Se destaca que

este efecto rigidizador es prescindible en este proyecto ya que los pórticos fueron verificados sin su presencia.

La estructura de madera configura el espacio interior y lo cualifica quedando la misma en partes a la vista y en partes cubierta por el barro.

## RESULTADO DE ENSAYOS

Durante el bienio 2015-2016, el equipo de investigación formado por integrantes de la cátedra Estructuras 2A de la FAUD, participó de un proyecto avalado y acreditado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba. El proyecto se dividió en dos grandes etapas: en la primera se relevaron las tipologías de planos resistentes más habituales en arquitectura con tierra en la zona central de la provincia de Córdoba y en la segunda se realizaron ensayos a las distintas tipologías relevadas para evaluar su desempeño. En dichos ensayos el desempeño se evaluaba en función de la máxima carga horizontal que resistía cada uno de ellos al llegar a la rotura. Los resultados arrojaron que los pórticos rigidizados con entramados en forma diagonal (ver fotografía) fueron los más resistentes.



# DIMU

Especialización en  
Diseño de Muebles



# CESEAD

Especialización en Enseñanza Universitaria  
de la Arquitectura y el Diseño



# MÓDULOS - CURSOS

<http://faud.unc.edu.ar/cursos-de-posgrado-2/>







Hacer del defecto una virtud

“Alguna vez un filósofo expresó que 'la obra de arte es una especie de 'matrimonio' entre una materia y la inteligencia del artista'. Esto vale para todas las artes. Así el sonido y el músico, el movimiento con música y el coreógrafo, el color con los medios que lo sustentan y el pintor, el volumen con los materiales específicos y el escultor, etc.

Al pensar en la obra de arquitectura, ocurre lo mismo. Esa simbiosis entre el material estructural y la inteligencia del diseñador constituyen ese "matrimonio" del que hablaba el filósofo dando origen a las "lógicas de las formas estructurales".

Por otra parte existe un paralelismo entre los hombres y los materiales. Así como los humanos tenemos virtudes y defectos y los defectos de las virtudes y las virtudes de los defectos (no es un juego de palabras), los materiales tienen propiedades y limitaciones y las limitaciones de las propiedades y las propiedades de las limitaciones.

A partir de estos razonamientos deduzco que todos los materiales utilizados en arquitectura tienen fortalezas y debilidades. El buen diseñador es aquel que aprovecha las fortalezas y neutraliza CON DISEÑO las debilidades. El límite para diseñar con un determinado material está dado, sin dudas, por la creatividad humana ”

Arq. Horacio Saleme  
Prof. de Diseño estructural de UNT

estructuras

