



Agradecimientos

Sólo con mi accionar puedo demostrar mi gratitud, pero de más no está nombrarlos en este pequeño espacio, tomándome una página de atrevimiento antes de hablar en tercera persona del singular. Ahí va, largo y poco conciso:

Antes que nada y nadie, a papá y mamá, sé que es un cliché, pero no les debo sólo mi vida: les debo mi creer y mi moral, mi accionar y mis ganas de ser mejor; les debo tal vez todo lo que soy, desde el amor que recibo al que doy, y con esto estaría bueno dejar un poco de evidencia de parte de su obra.

A mi familia enorme y metiche, donde todos colaboraron desde sus chismes hasta sus frases de apoyo, cebando tereré y tomando una cerveza cuando se necesitaba, visitando la obra y llamando a preguntar cómo íbamos, metiendo la mano en el barro y haciendo el almuerzo para después de trabajar. Desde cerca y de lejos se involucraron y dieron con eso más de lo que creen.

A los amigos y al más que amigo, por aguantar a mi lado este proceso, por soportar los largos periodos de autismo frente a la computadora, la ausencia a cientos de kilómetros, el pirevai, la aceleración, las largas charlas acerca de lo mismo... quedaron un montón de sábados acumulados a sus cuentas.

No se puede dejar de agradecer jamás, y jamás agradecer lo suficiente a los muchachos que trabajaron de sol a sol en la obra: a Robert, Paulino, los Juanes, Julito, Beato, Félix, Frutos, Rufino y Alberto. Esto no hubiese sido real sin que ustedes hubiesen trabajado lo que trabajaron, me quito el sombrero, pagaré con planos, juro.

A Tigre, el único perro con nombre, los otros dos perros y el gato anónimos, Betania la gata que araña, los ñandúes y todos los sapos que eligieron vivir en la casita durante su construcción; algo les gustaba.

Y a los profesores Ana Flores y Silvio Ríos, que tuvieron que leer y re leer esto, corrigiendo comas, semánticas y sintaxis. Por su paciencia, diligencia, empeño, meticulosidad, apuntes, recetas, curiosidad y apoyo, más que agradecida!

Pero sobre todo a vos, a quien dedico entero este trabajo...



A...

eso que somos todos y nos convierte en uno, que nos unifica con el suelo y el cielo, que nos permite soñar y realizar, querer y cumplir, y sobre todo nos deja amar de manera tal que nuestra responsabilidad para con todos nunca fue un llamado, mas ansia propia.

En vano citar nadie más, si como dice San Agustín, sos el vaso que te contiene, y el espacio que contiene el vaso.

INDICE

Introducción		1
CAPÍTULO 1 - PRESENTACIÓN		
Justificación		3
Objetivos	Generales	5
	Específicos	
Diseño metodológico por etapas		6
Alcances		7
Dificultades		
Marco teórico		8
CAPÍTULO 2 - EXHIBIENDO EL CONTEXTO		
Informaciones generales del sitio		15
El gran Chaco sudamericano		16
Breve paso por el Paraguay		17
Chaco paraguayo		18
El sitio - Departamento de Boquerón		19
Parte uno – Datos físicos, climatológicos y recursos.	Flora	20
	Fauna	
	Aspecto físico y orografía	
	Suelo	
	Hidrografía	
Parte dos – Datos sociales, económicos, arquitectónicos	Clima y precipitaciones	21
	Características generales - Demografía	22
	Ubicación geográfica	
	Síntesis histórica	
	Distritos	
	Economía	23
	Caminos y distancias	
	Comunicación	
	Vivienda	24
	Registro arquitectónico de viviendas	25
	Diagnóstico elaborado en relación a las viviendas censadas	26
	En cuanto a tipología y su relación con la	27
	En cuanto a instalaciones	
NBI -Necesidades básicas insatisfechas		28
CAPÍTULO 3 - LA PROPUESTA		
Propuesta		30
Comparando datos del lugar con la propuesta		32
Ventajas de la construcción con tierra		33
Ventajas de la construcción con súper adobe		35
Materiales y herramientas del súper adobe	La tierra	36
	Bolsas de polipropileno tejido - Plastilleras	
	Soporte de bolsa	37
	Alambre de púas - Arbustos espinosos	
	Cintas de amarre	
	Encofrados	
	Pisones	
Compas para cúpulas		

Estudio geométrico de las formas para domos de	El círculo - Planta de los domos	38
	El arco - Perfil de los domos	
Domos de súper adobe	Estabilidad de los domos	40
	Ventajas de los domos de súper adobe	
	Desventajas de los domos de súper adobe	41
	Técnicas tradicionales de construcción de domos	

CAPÍTULO 4 - EL PROTOTIPO

El prototipo y su diseño	Diseño estructural - geometría del domo	43
	Análisis estructural	45
	Diseño funcional del prototipo	46
	Equipamiento del prototipo	47
	Diseño del prototipo acorde al clima	48
	Aberturas	50
Estudio arquitectónico	Planta de cimentación	51
	Planta acotada	52
	Planta equipada	53
	Planta de instalación eléctrica	54
	Planta de abastecimiento de agua	55
	Planta de desagüe cloacal	56
	Corte transversal	57
	Corte acotado cada 10 cm. del perfil interno del domo	58
	Fachada	59
	Vistas 3D	60

CAPÍTULO 5 - EXPERIMENTACIÓN

Construcción del prototipo		64
1. Pasos previos a la construcción	1.1 Elección del sitio	65
	1.2 Análisis del suelo	66
	1.3 Contenido de humedad	67
2. Construcción de las herramientas necesarias	2.1 El soporte de bolsa	68
	2.2 Los pisones	69
	2.3 El compás	
	2.4 Cajas abanico	
3. Proceso secuencia - Sistema constructivo	3.1 Limpieza del terreno	70
	3.2 Marcación y replanteo	
	3.3 Acarreo de tierra	71
	3.4 Llenado de bolsas	72
	3.5 Fundaciones	73
	3.6 Aislación	74
	3.7 Relleno	
	3.8 Elevaciones	75
	3.9 Dinteles	81
	3.10 Muebles	83
	3.11 Instalacion sanitaria	85
	3.12 Instalación eléctrica	87
	3.13 Puertas y ventanas	88
	3.14 Revoques exteriores	90
	3.15 Revoques interiores	94
	3.16 Piso	95
	3.17 Pintura	96
	3.18 Complementarias	97

CAPÍTULO 5 - CONCLUSIONES FINALES

Conclusiones de la experimentación y/o exploración	99
Diseño y morfología	100
Técnica de construcción	101
Tiempos de construcción	102
Comportamiento térmico	103
Mantenimiento de la vivienda	
Costos	104
En conclusión	108

GALERIA DE IMÁGENES

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía	116
Glosario	117

ANEXOS

Datos generales - Boquerón	1	
Datos climatológicos - Boquerón	2	
<i>Relevamientos</i>	<i>Casa Cuevas</i>	3
	<i>Casa Horquera</i>	4
	<i>Casa Pereira</i>	5
<i>Métodos de construcción con tierra</i>	6	
<i>Opciones de diseño</i>	7	
<i>Modelo de vivienda económica de la revista Mandu'a</i>	14	
<i>Diario de obra</i>	15	



“Nuestra relación con la tierra es que somos más y nada más que el espacio que ocupamos en un momento determinado. Es la misma tierra la que tiene una verdadera posesión de nosotros como pueblo.”

Joe Dale Tate Nevaquaya¹

¹ Escritor y artista nativo norteamericano de las tribus Yuchi y Comanche.



INTRODUCCIÓN

El Chaco paraguayo posee una superficie que corresponde al 60.7% de la superficie total del país, pero sólo alberga al 2,66% de la población total del Paraguay.

Se encuentra ubicado entre los ríos Paraguay y Pilcomayo. Se caracteriza por su clima árido a semiárido, de bajas precipitaciones, aguas muchas veces inadecuadas para el consumo humano y animal, temperaturas extremas, y una fauna y flora muy peculiares, que se adaptan a las condiciones del medio.

Es este contexto ambiental-climático el que condiciona la calidad de vida de los habitantes de la región, por lo que se deben guardar ciertos recaudos con el sitio, a modo de adaptarse mejor y utilizar estas mismas condiciones para provecho de los pobladores.

Esta población cuenta con los más altos índices nacionales de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en calidad de vivienda, capacidad de subsistencia, acceso a la educación e infraestructura sanitaria, entre otros.

El presente trabajo busca crear una solución para el problema de la vivienda en este territorio, tomando lo que él tiene para ofrecer y sorteando los obstáculos que impone para los asentamientos humanos, como ser la mala accesibilidad al sitio y las condiciones climatológicas extremas, entre otras cosas.

Se enfocará en la técnica constructiva, en los materiales y sus funciones (adoptadas según las posibilidades del sitio), se buscará crear una respuesta para la construcción de una célula habitacional adecuada al territorio chaqueño, por medio del estudio analítico y experimental, hasta desarrollar un modelo de vivienda arquitectónico apropiado, apropiable y sustentable para la población y el entorno, abarcando el ámbito necesario para su más eficiente construcción y habitabilidad, aprovechando las condiciones físicas y sociales del sitio.



CAPÍTULO 1 – PRESENTACIÓN

Arquitectura popular: “[...] Se circunscribe al contexto medioambiental y a los recursos disponibles, y tiene carácter de autoconstrucción o construcción comunitaria, por lo que se emplean tecnologías tradicionales. Todas las manifestaciones de arquitectura popular responden a necesidades concretas y a los valores, formas de vida y economías propias de las culturas que las generan”

Paul Oliver²

² Investigador y escritor de numerosas obras acerca de la arquitectura popular y tradicional mundial.



JUSTIFICACIÓN

El Chaco paraguayo, representa más de la mitad del territorio nacional. El mismo se encuentra escasamente poblado, debido entre otras cosas, a su ecosistema único, que lo hace una región difícil de habitar y a la problemática del acceso al territorio así también como a la precariedad de las vías de comunicación.

Las distintas estructuras del suelo de la región, las particulares condiciones climáticas e hidrológicas, las rutas de acceso y la lejanía de los centros comerciales, hacen que las prácticas habituales de construcción sean difíciles de aplicar en esta región.

Es así que se encuentran en muchos casos, el uso de materiales de construcción e instalaciones incorrectas, que deterioran el ambiente y contaminan las aguas; los suelos se salinizan y degradan por la erosión.

Estas elecciones erróneas no sólo perjudican el ambiente, repercuten además sobre la población, en la medida en que estas construcciones no ofrecen una solución integral, ni óptima, para el problema de la vivienda en esta región.

Así también, llaman poderosamente la atención los índices de pobreza y carencias que se observan en varios segmentos poblacionales del Chaco paraguayo:

La Región Occidental tiene casi 3 de cada 10 hogares (el 29,04%) en estado de alta carencia, excediendo al promedio nacional en 18,4 puntos.³

³ Fuente: Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. Año 2008.

Estos altos índices se materializan en los asentamientos humanos de la zona, caracterizados por viviendas deficientes, que ofrecen poca protección al clima, con materiales poco duraderos, insalubridad, hacinamiento y predisposición a enfermedades, lo que reduce la calidad de vida de su población.

De esta forma se observa la necesidad de desarrollar técnicas para la construcción de viviendas, relacionadas con las características físicas particulares y sociales de la región, que mejoren la calidad de vida y protejan el ambiente; generando un hábitat digno, que permita disminuir los índices de NBI⁴, con ambientes saneados, definidos con materiales duraderos y económicos, así como de bajo requerimiento de transporte (teniendo en cuenta las dificultades de comunicación y los altos costos del mismo), que estimulen los procesos de autoconstrucción y de autonomía de la población y que ofrezcan una solución al problema de la vivienda, no sólo en el aspecto tecnológico, sino también en relación a los costos de construcción, dando así la posibilidad de que la población tenga acceso a ella.



⁴ Necesidades Básicas Insatisfechas



OBJETIVOS

General

Proponer un modelo tecnológico para la construcción de viviendas en el departamento de Boquerón – Chaco paraguayo, desde ejemplos que buscan aprovechar los recursos naturales de modo que minimicen el impacto sobre el medio y sus habitantes, además de adaptarse al máximo a las necesidades de estos últimos de forma accesible desde el punto de vista económico y de las posibilidades del medio.

Específicos

- Determinar metodologías de diseño y construcción que permitan un mejor aprovechamiento de lo que el medio provee para construir.
- Establecer tecnologías que aseguren eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético.
- Potenciar la autofinanciación con el uso de recursos locales, sistema de construcción y utilizando mano de obra disponible.
- Lograr, mediante el diseño y los materiales, una mayor eficacia en el acondicionamiento físico y en el funcionamiento pasivo de la vivienda.
- Minimizar impactos ambientales de la edificación en las etapas de construcción, utilización y final de su vida útil.
- Cumplir con los requisitos de confort térmico, salubridad, iluminación y habitabilidad necesarias para una calidad y modo de vida adecuado y sano.



DISEÑO METODOLÓGICO POR ETAPAS

Etapa 1 - Recabar y sistematizar datos aplicables

Proceso de búsqueda, análisis, investigación y recolección de datos, así como el posterior procesamiento de la información obtenida.

Etapa 2 - Programación y diseño del modelo

En relación a los datos recabados en la etapa previa, se elabora un diseño del modelo tecnológico, morfológico y funcional a investigar.

Se estudian las tecnologías y materiales locales, el medio y la morfología arquitectónica. Se realizan modelos tridimensionales de la propuesta.

Etapa 3 - Experimentación

Una vez logrado el modelo adecuado se procede a su construcción de acuerdo a sus especificaciones, de modo a comprobar los resultados reales en el mayor porcentaje posible. Se introducen modificaciones en caso de ser necesarias.

Etapa 4 - Análisis de los resultados

Relacionar los resultados obtenidos en la experimentación (elaboración del modelo y construcción del mismo) y su relación con los objetivos trazados en primera instancia. Se vuelve a corregir el modelo si fuese necesario.

Se elaboran datos consecuentes con dichas conclusiones.

Etapa 5 - Conclusión

En base al análisis de la etapa previa, se logra una conclusión en relación con el objetivo general de la tesis. Se realiza la corrección final del material.



ALCANCES

- Se limita el programa de estudio al tema de la vivienda por considerarla la mínima y más exacta expresión cultural arquitectónica y de adecuación al medio.
- Se trabaja únicamente en la solución de la vivienda de tipo de interés social.⁵
- Se analiza la morfología de la vivienda únicamente en relación a la técnica constructiva y a su vínculo con el clima y otras características del sitio.
- Se tienen en cuenta únicamente medios de construcción, tecnologías, y materiales locales, ya que lo que se busca es la autosuficiencia constructiva con bajo coste económico.

DIFICULTADES

- La complicada comunicación lingüística con los habitantes de la zona, la precariedad de medios de comunicación y la difícil accesibilidad física que hay con el sector a estudiar entorpecieron y retardaron la experimentación y la investigación.
- La falta de datos estadísticos del sector dificultaron la búsqueda y sistematización de la información necesaria para ciertos análisis, como la exclusión de Boquerón en los “Principales Resultados de Pobreza y Distribución del Ingreso” publicado por la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.
- La bibliografía específica sobre la tecnología adoptada no se encontró en idioma español, lo que implicó la traducción de los textos pertinentes para este trabajo.

⁵ Tipo de vivienda destinada a cubrir las necesidades de cobijo y de hábitat, para estratos de escasos recursos y pobreza extrema, que no tienen posibilidad de acceder a créditos para vivienda en el mercado.



MARCO TEÓRICO

Este trabajo se fundamenta en los conceptos de **autoconstrucción**, **reutilización**, **arquitectura sustentable** y **de arquitectura adecuada y adaptable**, considerando tecnologías y el compromiso social para abordar la problemática del hábitat humano en un área del Chaco (Boquerón).

Autoconstrucción

Auto: 'propio' o 'por uno mismo'⁶.

*Inclusión de los habitantes en el proceso de producción de su propia solución habitacional.*⁷

La autoconstrucción es el proceso constructivo mediante el cual una familia, sola o en coordinación con sus vecinos, se aboca a construir su propia vivienda. Cuando son los futuros usuarios los que realizan su vivienda, la motivación más frecuente es la falta de dinero; y cuando son los proyectistas, investigadores o estudiantes, la inquietud es generalmente la experimentación.

Reutilización

Reutilizar: Utilizar algo, bien con la función que desempeñaba anteriormente o con otros fines.⁸

*“Una cierta arquitectura sustentable incorpora materiales reciclados o de segunda mano. La reducción del uso de materiales nuevos genera una disminución en el uso de la energía propia de cada material en su proceso de fabricación. Los arquitectos, con conciencia hacia una arquitectura sustentable, tratan de adaptar viejas estructuras y construcciones para responder a nuevas necesidades y así evitar en lo posible construcciones que partan de cero.”*⁹

La reutilización difiere con el reciclaje en éste puede suponer un proceso físico-químico, aparte del mecánico, para obtener una nueva materia prima o introducirlo nuevamente al ciclo de vida.

⁶ Definición de la Real Academia Española.

⁷ Víctor Pelli, Arquitecto. Director del Instituto de Investigación y Desarrollo en Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la U.N. del Nordeste (Chaco, Argentina), fundador del Instituto para la Comunidad y el Hábitat. Ex Jefe del proyecto *Autoconstrucción: Construcción Progresiva y Participativa*.

⁸ Definición de la Real Academia Española.

⁹ Extracto del trabajo final de grado: *Casas Cajas*. Arquitecta Sol Quiñonez, FADA - UNA



Arquitectura adecuada y adaptable

“Toda tecnología puede ser apropiada o inapropiada al medio para el que se desarrolló. Será “apropiada” en la medida que dé respuesta integral a los problemas específicos que la originaron y contribuya a disminuir otros problemas del contexto; surgiendo desde y para esa realidad.”

“Cuando una tecnología aparece como un producto acabado, el conocimiento que la generó se ignora [...]. En cambio, cuando una tecnología ofrece el conjunto de conocimientos, procedimientos, relaciones y sus consecuencias esa tecnología además de apropiada podrá ser apropiable por quienes la utilizan.”

“Dicha apropiación de conocimientos permitirá gradualmente la recreación tecnológica, adaptándola a los cambios de cada realidad, a los que la propia tecnología contribuye. Se trata del conocimiento científico y del práctico.”

Características de una tecnología apropiada y apropiable

- *“Debe ser respetuosa de la cultura donde se inserta, integrándose armoniosamente y desarrollándose a partir de los recursos de aquella y del propio medio, sirviéndose como una herramienta para la creatividad.*
- *Debe permitir adaptaciones locales, ser de fácil aprendizaje.*
- *Debe ser mano de obra intensiva, generadora de empleo. Debe emplear materiales regionales y herramientas de fácil obtención, fabricación o transformación regional. Debe favorecer el desarrollo de las economías regionales.*
- *Debe guardar una relación adecuada entre sus componentes para responder a los objetivos específicos para los cuales se la formula.*
- *No debe generar dependencia de sí misma (es un medio, no un fin).*
- *No debe prescindir de las tecnologías locales, si no interpretarlas, incorporarlas, racionalizarlas, enriquecerlas, no sustituirlas.*
- *No debe transformarse en una receta universal, ignorando las diferentes realidades de cada situación.”¹⁰*

¹⁰ Arquitecto Héctor Massuh – Córdoba, Argentina

Arquitectura Sustentable

“Según la Real Academia Española, **sustentable** significa “que se puede sustentar o defender con razones”. En el contexto del presente trabajo, el concepto es más complejo y está ligado al concepto de **desarrollo sustentable**. La definición de la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo dice ser “**el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.**”

“La sustentabilidad está definida por tres pilares que se retroalimentan: el social, el económico y el ambiental. Cada uno debe estar en igualdad de condiciones, fomentando un modelo sin exclusión (social), equitativo (económico) y que resguarde los recursos naturales (ambiental).”

“Gran parte del diseño sustentable está relacionado con el ahorro energético, también significa crear espacios que sean saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades sociales.”

“Para ello es indispensable la innovación tecnológica, el desarrollo científico, la creatividad y los cambios culturales, analizar la obra desde todos los puntos de vista: social, económico y ambiental.”¹¹ Se consideran, entre otros:

- Utilizar los recursos ambientales, planificando acciones a largo plazo.
- Atender a las necesidades del conjunto, incluyendo a generaciones futuras.
- Utilización creativa de la variedad natural y cultural. A nivel de los objetivos sociales, de los bienes con que satisfacerlos y de las técnicas para producirlos.
- Enfatizar lo local, la diversidad, adaptabilidad, complementariedad.
- La implantación en el entorno, considerando todos los componentes.
- Tener conocimiento del clima donde se asienta el proyecto.
- Usar materiales que puedan ser reciclados o reutilizados.
- Usar materiales locales, evita el CO2 del transporte y da mano de obra local.
- Proyectar con energías renovables.
- Instruir al personal con cursos de formación sobre la política ambiental.
- Seleccionar los químicos utilizados para evitar enfermedades.
- Diseñar la construcción pensando en la eficiencia de materiales y tecnologías, modularlos para obtener menos desperdicios.
- Elegir materiales durables, con mantenimiento escaso o nulo.

¹¹ Extracto de “Guía para una Construcción Sustentable” Complejo Capitalinas (Córdoba) Autor: Arquitecta Luciana Martino – Master Europeo en Proyección Ambiental.

En atención a estos principios se ha buscado establecer una propuesta viable en el aspecto tecnológico (técnica constructiva y materiales) teniendo en cuenta la accesibilidad (económica y física), con especial atención al campo social y dirigida a promover la autosuficiencia constructiva en la arquitectura doméstica local.

Después de un análisis de las disponibilidades del medio, se concluyó trabajar con una técnica de construcción con tierra, ya que esta tecnología cumple con absolutamente todos nuestros objetivos trazados.

Los orígenes del uso de la tierra en la construcción se remontan a los primeros asentamientos humanos. Se hallaron ejemplos en España de la edad de bronce. Posteriormente otras grandes civilizaciones, como la persa o la egipcia, construyeron ciudades enteras con tierra cruda. En Latinoamérica se encuentra la segunda ciudad de barro más grande del mundo: la peruana “Chan Chan”.

El hecho de hallar todavía en buen estado muchas obras en tierra de tipo monumental refleja cuan duraderas pueden llegar a ser. La tierra se empleó para levantar fortificaciones, castillos, mezquitas, molinos y viviendas en lugares como África, América Latina y toda Europa.

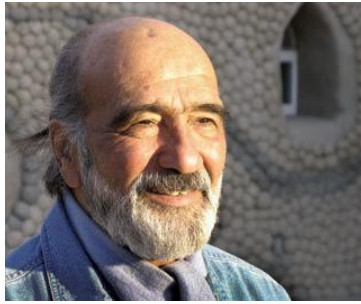
Hoy, hay que destacar la presencia de la tierra cruda en la edificación en los países con mayor necesidad de viviendas y menos recursos, como África, Oriente Medio y América Latina. En China e India hay más de 50 millones de casas de tierra.

“La mitad de la población mundial (unos tres mil millones de personas) viven o trabajan en edificios construidos con tierra, barro o arcilla. Los hay en todos los continentes [...]” John May¹²

Como ejemplo profesional podemos citar a dos grandes arquitectos, dedicados no sólo a la investigación de la construcción con tierra, sino a su transmisión y difusión. Uno de ellos, el arquitecto Iraní **Nader Khalili**, quien fue el diseñador, inventor y propulsor de la técnica que se ha adoptado para este trabajo. Y el alemán **Gernot Minke**, que ha dedicado su vida a sistemas constructivos ecológicos de bajo impacto ambiental, entre ellos el sistema de construcción con tierra y sus variables.

¹² Autor del libro: Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales. Arquitectura popular.

Arquitecto Nader Khalili - Superadobe



A finales de 1970, Nader Khalili (arquitecto iraní de nacimiento, californiano de adopción) desarrolló el “súper adobe”, una técnica constructiva con sacos de arena y alambre de púas.

“La tierra es el material más ecológico, abundante y duradero que existe y además ¡está por todas partes!” comenta. Estas viviendas tienen su origen en un método muy antiguo inspirado en las construcciones del desierto.

El súper adobe puede emplearse para construir cualquier tipo de vivienda, inclusive de dos plantas. Su uso más extendido ha sido en los campamentos de refugiados. *“El costo de una tienda de campaña es superior al de una casa-refugio construida con éste método. Una casa pequeña puede construirse en uno o dos días si participan tres personas, y sin saber cómo hacerlo”*.¹³

El proceso es simple: la tierra se deposita en bolsas que se disponen en círculo, levantando las paredes hasta conseguir una especie de cúpula. El alambre de púas sirve para unir las distintas capas

de bolsas.

Las viviendas están equipadas con todos los servicios básicos, agua corriente, luz, etc. Además, quedan aisladas gracias a sus materiales que permiten que la vivienda tenga siempre una temperatura homogénea.

Khalili era asesor de la ONU para la arquitectura sostenible. Su método resiste terremotos, huracanes e incluso maremotos y ha sido avalado por el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR).

En 1986 fundó la organización sin ánimo de lucro Cal-Earth¹⁴, dedicada a la investigación y desarrollo de la arquitectura sostenible.

¹³ Entrevista al Arquitecto Nader Khalili para la página web: suvienda.es.

¹⁴ California Institute of Earth Art and Architecture.

Gernot Minke – Construcciones ecológicas



Arquitecto, catedrático de la Universidad de Kassel (Alemania) y director del Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales. Es especialista en construcciones ecológicas: trabaja como arquitecto asesor en esa área y ha publicado libros.

Se ha especializado en recrear, mejorar y elaborar nuevas técnicas de construcción con materiales naturales, fundamentalmente aquellos que no han sido industrializados. De este modo, ha realizado proyectos y construcciones en muchos lugares del mundo, utilizando exclusivamente materiales locales.

"La tierra es el material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo. En los países industrializados, la desmedida explotación de los recursos naturales y los sistemas de producción intensivos en capital y energía no sólo generan desperdicios sino que contaminan el ambiente, incrementando el desempleo.

El camino de las construcciones livianas en tierra es el camino del ahorro de materiales, del ahorro de energía y la protección del medio ambiente, o sea, el de las construcciones ecológicas".¹⁵

Minke dirige el laboratorio de construcciones experimentales en la Universidad de Kassel, donde han realizado varias investigaciones. Estos estudios están destinados fundamentalmente a las construcciones con tierra, tratando de mejorar la resistencia contra la lluvia o desarrollar técnicas de bajo costo para Latinoamérica y otros lugares del mundo.

El barro es el material para todas las clases sociales y diferentes tipos de edificios, como escuelas, hospitales, centros de salud. Minke ha realizado un centro de salud de más de 5.000 m² con bóvedas y cúpulas de barro.

¹⁵ Gernot Minke, exposición en Villa La Angostura, Patagonia - Argentina



CAPÍTULO 2 – EXHIBIENDO EL CONTEXTO

La estrecha relación que existe entre el entorno, y la capacidad del hombre para manejar y apropiarse del medio circundante, lo logra llevando una intensa vida social y siendo poseedores de una cultura rica en tradiciones.

Leonardo Garabieta¹⁶

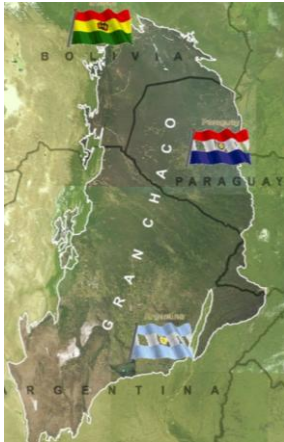
¹⁶ Arquitecto urbanista, profesor y escritor argentino. autor de “Hábitat vernáculo. Un safari en el tiempo”



INFORMACIONES GENERALES DEL SITIO

Para lograr una comprensión adecuada de la problemática que impulsa este trabajo, es primordial revisar las características que componen el sitio de estudio, analizándolo desde una mirada holística para luego bajar la lupa sobre el departamento de Boquerón como parte integral del Chaco Paraguayo y, este último a su vez, integrante del sistema del Gran Chaco Sudamericano.

EL GRAN CHACO SUDAMERICANO



Gran chaco Sudamericano

El Gran Chaco es una vasta región con unidad ecológica. Posee una superficie aproximada de 1.000.000 km² en el centro de Sudamérica. Argentina posee 55% del territorio, Bolivia 25% y Paraguay 20%.

Posee extensas llanuras, sierras, ríos, sabanas secas e inundables, esteros, bañados, salitrales, gran diversidad de bosques y una alta variedad de animales y vegetales. Presenta potencial hídrico heterogéneo y suelos fértiles.

Es el área de bosque seco más grande de Sudamérica y la mayor extensión forestal del continente después del Amazonas. Es un ecosistema sensible por sus condiciones geológicas y climatológicas, propiciadas por erosión eólica, salinización de suelos y aguas.

Etnografía

Los pueblos originarios son los Ayoreo; Wichí, Lengua, Chiquitanos y Toba, luego los de lengua arawak y años antes de la conquista poblaciones de la rama Avá Guaraní o Chiriguano, influjos andinos e incas. Actualmente la mayoría está constituida por mestizos, menonitas y hacendados europeos.

Clima

Existen grandes variaciones térmicas según día/noche y estaciones. Las temperaturas más extremas pueden pasar los 48 °C y los -10 °C.

Las precipitaciones son irregulares y predominan en verano, los meses de invierno son secos y existen importantes sequías.

Ganadería, agricultura y deforestación

Es una de las últimas fronteras agrícolas de Sudamérica con conflictos ambientales. Es poco poblado, con falta de agua dulce y de infraestructura, aunque en los últimos años vivió un avance acelerado en ganadería y agricultura. Esto podría generar un alto costo ambiental por pérdida de monte virgen.

El Chaco Paraguayo pierde 220.000 has. de monte virgen al año (2008).



BREVE PASO POR EL PARAGUAY

El Paraguay posee una extensión de 406.752 km² y cuenta con 7.030.917 habitantes (proyección DGEEC 2011).

Lo riegan dos ríos importantes: el Paraguay y el Paraná. Limita con Argentina, Brasil y Bolivia. Está organizado en una capital y 17 departamentos.

El río Paraguay divide al país en 2 regiones:



La **Oriental**, que abarca el 39% del territorio y al 97,3% de la población. Tiene más de 800 ríos y arroyos, 14 departamentos, la mayor infraestructura y las principales instituciones y patrimonios.

La **Occidental**, que abarca el 61% del territorio y poco más del 2% de población. Está formado por tierras secas y arcillosas, matorrales, palmares, esteros, lagunas y riachos. Tiene 3 departamentos y su producción económica se basa en cultivos y ganadería. El 65% de su superficie está cubierta por bosques.

Datos de superficie, población y densidad por departamentos.¹⁷

Departamento	Superficie		Población			Densidad (hab/km ²)
	km ²	%	Total	Hombres	Mujeres	
Total	406.752	100	6.230.144	3.149.475	3.080.669	15,3
Región Oriental						
Asunción	117	0,03	518.792	240.940	277.852	4.434,10
Concepción	18.051	4,44	190.179	96.878	93.300	10,5
San Pedro	20.002	4,92	352.978	186.858	166.119	17,6
Cordillera	4.948	1,22	270.267	139.507	130.760	54,6
Guairá	3.846	0,95	195.230	101.317	93.914	50,8
Caaguazú	11.474	2,82	476.437	248.589	227.848	41,5
Caazapá	9.496	2,33	150.533	79.317	71.216	15,9
Itapúa	16.525	4,06	523.203	272.096	251.107	31,7
Misiones	9.556	2,35	114.747	58.579	56.168	12
Paraguarí	8.705	2,14	238.524	123.891	114.633	27,4
Alto Paraná	14.895	3,66	720.225	368.479	351.747	48,4
Central	2.465	0,61	1.929.918	950.887	979.031	782,9
Ñeembucú	12.147	2,99	83.175	42.441	40.734	6,8
Amambay	12.933	3,18	124.354	62.595	61.760	9,6
Canindeyú	14.667	3,61	175.645	92.280	83.364	12
Región Occidental						
Pdte. Hayes	72.907	17,92	99.875	50.968	48.907	1,4
Boquerón	91.669	22,54	54.575	27.964	26.611	0,6
Alto Paraguay	82.349	20,25	11.487	5.889	5.598	0,1

¹⁷ Fuente: Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.

CHACO PARAGUAYO



Región occidental o Chaco paraguayo

El Chaco Paraguayo posee una superficie de 247.000 Km², lo que equivale al 60,7% de la superficie total del país, alberga a 165.937 habitantes (0,7 habitantes por km²), que representan el 2,66% de la población total del país¹⁸. Ubicado entre los ríos Paraguay y Pilcomayo, sus límites son:

Al oeste con Argentina por el Río Pilcomayo, al este con Brasil, al sureste con la región oriental del país por el Río Paraguay y al norte con Bolivia.

Abarca los departamentos de Boquerón, Alto Paraguay y Pte. Hayes.

El Chaco es una planicie casi sin elevaciones, asociado a un clima semiárido. Los suelos principalmente son aluviales, con media a alta salinidad, con una precipitación media anual inferior a los 600 mm.

La fauna posee ciervos, venados, monos y reptiles grandes como el yacaré, el curiyú o anaconda y el carpincho. La zona tiene grandes cantidades de garzas, mbiguás, patos silvestres, guacamayos azules, tucanes y loros. El surubí, el pacú y el dorado son característicos de sus ríos. Se pueden obtener maderas muy duras y resistentes, como palo santo, quebracho, trébol y guatambú. La fertilidad de los suelos es alta.

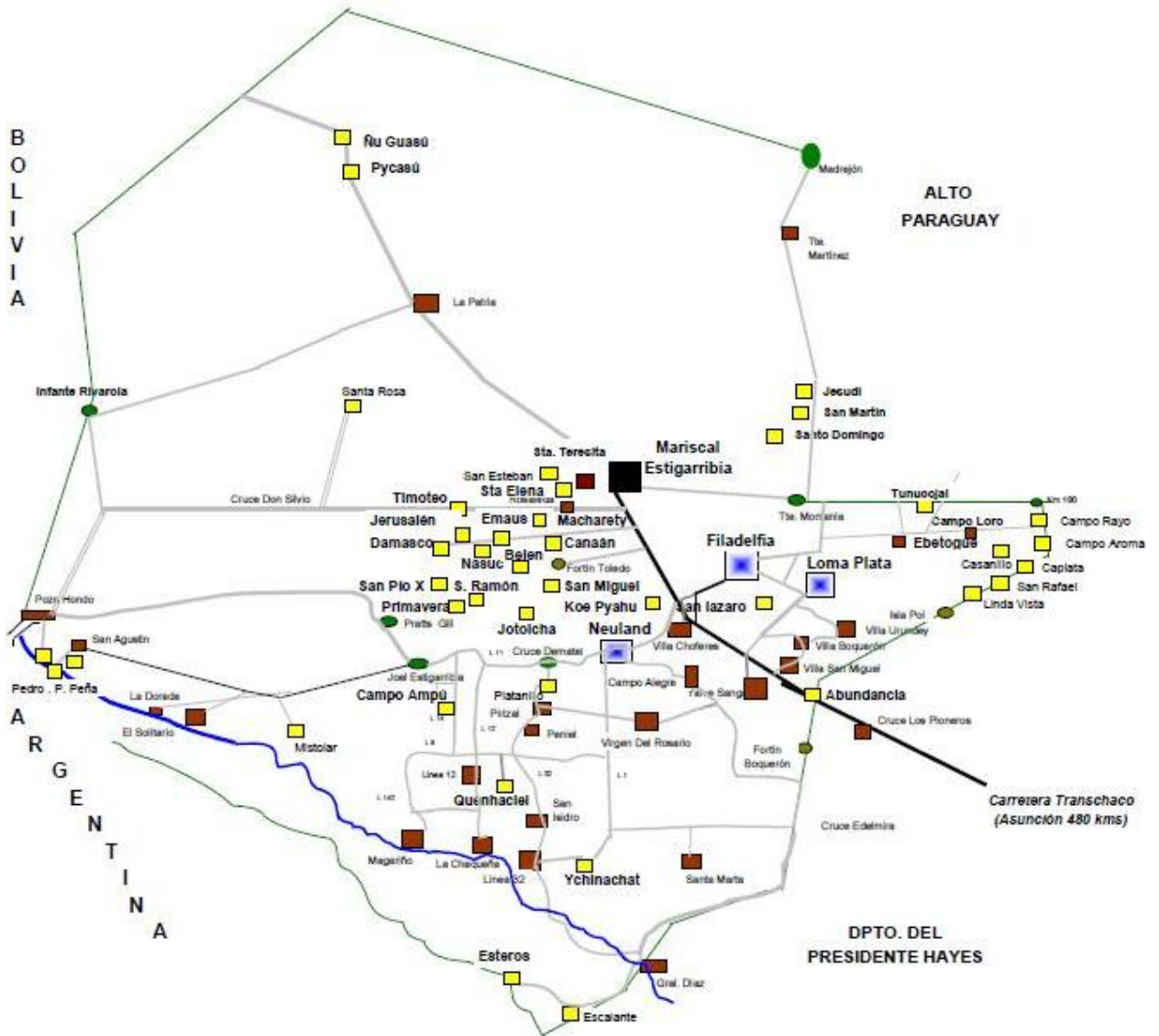
La actividad más importante es la ganadería vacuna, extensiva y también -cada vez más- intensiva sobre pasturas implantadas. La región también produce algodón, maní, sorgo, soja y caña dulce.

¹⁸ Fuente: Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.



EL SITIO

Departamento de Boquerón¹⁹



20

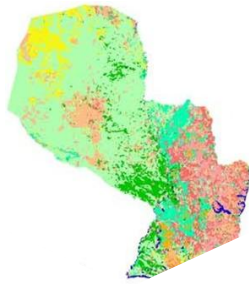
- Centros urbanos menonitas
- Comunidades rurales
- Comunidades indígenas rurales

¹⁹ Ficha de datos generales del departamento en Anexos: Datos generales - Boquerón.

²⁰ Mapa rutero y principales poblaciones del departamento de Boquerón.



Parte uno – Datos físicos, climatológicos y recursos naturales.



- arbusto cerrados
- estepa cerrada
- estepa cerrada
- veg. convertida
- veg. degradada
- sabana inundadable
- sabana de arbustos

Flora

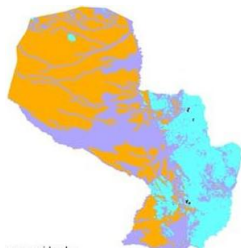
La temperatura, las lluvias, el suelo, el agua subterránea y la sal influyen en la flora del Chaco.

En la región del Chaco seco (norte) predomina el quebracho blanco y colorado, palo borracho y palo santo, además de cactus y arbustos espinosos. A veces, los suelos de esta región se asocian a la vegetación de sabana con bosques de media altura.

Fauna

Existen en él aproximadamente 900 a 1.000 especies de vertebrados: peces, anfibios, aves, reptiles y mamíferos, así como varios miles de invertebrados (insectos, arácnidos, crustáceos, gusanos, etc.).

Aspecto Físico y Orográfico



- Llanura inundable
- Colina
- Llanura

La parte este del departamento es una planicie seca y ondulada, con campos y áreas boscosas. En el noroeste la topografía es más accidentada, con dunas arenosas y elevaciones de poca altura. La zona central, más aplanada y de poco declive, constituye un área de campos abiertos con algunos pantanos y vegetación espinosa y de tunas.

Carece de accidentes orográficos importantes. Penetra en su territorio una moderada elevación, como última prolongación del Cerro León. Se observan dunas arenosas y lomadas, sobre todo en el noroeste.

Suelo

En el Chaco, la mayoría de los suelos se desarrollaron a partir de sedimentos de lluvia o arrastrados por los vientos. Son suelos jóvenes. En el noroeste (área dunas) los suelos están poco desarrollados, con granulometría muy fina, susceptible a la erosión. En el Chaco Central existen diferentes tipos y tienen textura limoso-arcillosa. La napa freática es profunda.

Hidrografía



El río Pilcomayo baña la zona sur de Boquerón, junto con algunos afluentes no navegables pero importantes para el regadío de los suelos.

El principal factor limitante para el desarrollo del Chaco es la escasez de agua dulce. En algunas áreas no existe agua subterránea; en otros no es aprovechable por la sal.

Clima y precipitaciones²¹



Mapa de precipitaciones y temperaturas medias en la región occidental. Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).

Boquerón se encuentra entre los departamentos con mayores temperaturas (registrados en el 2002), alcanzando en promedio 25°C. Fueron las medias máxima y mínima 33°C y 17°C respectivamente. El salto de temperatura entre el promedio diurno y nocturno puede ser muy marcado según la temporada.

Es una de las zonas más secas, alcanzando en el año citado una precipitación total de sólo 594 mm, y con agosto y septiembre sin lluvias.

Por un largo tiempo la evaporación potencial es mayor que la precipitación.

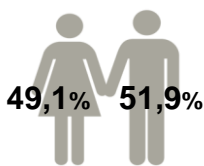
El régimen de lluvias va de 350 (norte) a 850 (sur) mm. /año. El promedio anual de precipitaciones es de 450 mm. Se lo llama Alto Chaco o Chaco seco.

La precipitación y la evaporación en el Chaco son responsables de la distribución y composición vegetal.

²¹ Tablas de climatología según la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos en Anexos: Datos climatológicos - Boquerón.



Parte dos – Datos sociales, económicos, arquitectónicos



Características Generales - Demografía²²

Boquerón es el departamento más grande del Paraguay (91.669 km²) y uno de los de menor densidad (1 hab/3 km²), aunque en el periodo 1992 - 2002 registró (junto con Central) la mayor tasa de crecimiento del país (4,6%). Cuenta con 41.106 habitantes (60% rural).

Hay mayor población infantil; jóvenes y adultos alcanzan proporciones similares, y los adultos mayores presentan el menor porcentaje.

Tiene la mayor población indígena del país. Lo pueblan además menonitas, criollos y estancieros extranjeros.

Ubicación Geográfica

Limita al noreste con Alto Paraguay, al sureste con Pdte. Hayes, al suroeste con Argentina y al oeste con Bolivia.

Síntesis Histórica

Fue escenario de conflictos en el periodo colonial, debido a las agresiones de varias tribus que imposibilitaron la fundación de pueblos estables.

La primera Ley de División Territorial de la República (1906), dividía el territorio en dos regiones, Oriental y Occidental, dividida la última en comandancias militares dependientes del Ministerio de Guerra y Marina.

A partir de 1926 se establecieron los menonitas que fundaron las prósperas colonias agrícola-ganaderas, hoy importantes centros de población.

Boquerón tenía un solo municipio (Mariscal Estigarribia), desde el 18 de diciembre de 1944 hasta diciembre del año 2006, cuando se sumaron Filadelfia (declarada capital departamental por Ley 71/92) y Loma Plata como municipio.

Distritos²³

Cuenta con los distritos de Filadelfia (16.363 hab.), Pedro P. Peña (4.052 hab.), Mcal. Estigarribia (8.957 hab.), Gral. Eugenio A. Garay (995 hab.), Loma Plata (9.872 hab.), y Neuland (5.378 hab.).

²² Fuente: Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos. Atlas Censal del Paraguay.

²³ Fuente: Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos. Censo Nacional de Población y Viviendas 2002.

Economía

El 60% de la economía está ligada al sector primario (51% de la actividad económica depende del sector ganadero y 9% del sector forestal).

La principal actividad económica es la ganadería para carne y lácteos (segundo productor nacional de ganado caprino y el tercero de ganado vacuno). Se exporta carne y lácteos a los países vecinos y otras regiones del mundo. Es el segundo productor de maíz del Chaco y el departamento chaqueño que mayor cantidad de toneladas cosechadas de algodón provee.

Caminos y distancias

El departamento se caracteriza por su extenso territorio y las grandes distancias entre sus centros urbanos y poblados.

Se accede a él por la Ruta 9 TransChaco “Carlos A. López”, que es el principal acceso desde la región oriental, aunque existen otros ramales desde distintos puntos de la región occidental y desde la frontera con países vecinos (Argentina y Bolivia).

Boquerón cuenta además con servicio de transporte diario a varias comunidades, servicio de ómnibus semanal a comunidades remotas y ómnibus Asunción – Bolivia.

El departamento posee una gran extensión de vías pavimentadas (algunas en muy mal estado) y otras de tierra con muy buen mantenimiento.

Las colonias menonitas mantienen unos 4.000 Km. de caminos vecinales (en Boquerón y Presidente Hayes) de uso público, mientras el gobierno departamental mantiene otras vías.

En cuanto al acceso aéreo, Mariscal Estigarribia posee una pista de aterrizaje para aviones de todo tipo. Asimismo, Loma Plata y Filadelfia cuentan con pistas de tierra. No existe ninguna línea aérea con vuelos regulares al Chaco paraguayo.

Comunicación

Algunos distritos ya poseen adelantos tecnológicos y es común en el Chaco Central la televisión, internet, telefonía estatal y celulares. Sin embargo hay lugares donde aún es difícil la comunicación.

En este aspecto, las radios cumplen un papel fundamental para transmitir información a la población.

Vivienda

“La densidad poblacional es muy baja; no alcanza a un habitante por Km², lo cual condiciona la forma y la tipología de los edificios, generalmente bajos, de uno o dos pisos, los materiales con los cuales están contruidos, la extensión de la pavimentación vial, la infraestructura y la prestación de los servicios urbanos.”²⁴

Existen casi 9.000 viviendas particulares ocupadas, con un promedio de 5 personas por cada una de ellas. En cuanto a servicios básicos de la vivienda, sólo el rubro de recolección de basura se ha desarrollado notablemente (aunque aún la mayoría la quema). En cambio, las viviendas que disponen de agua por cañería han disminuido del 10% al 6%. Se mantienen casi iguales los servicios de luz eléctrica con 60% de cobertura y la conexión de baños a pozo ciego con el 42%.

Según los datos arrojados por el *“Plan de ordenamiento ambiental del territorio. Departamentos de Boquerón y Alto Paraguay”*, en la procedencia del agua de consumo el 44% proviene de aljibes, 31% de pozos con bomba, 8,9% de manantiales, 11% de arroyos, 5% de ESSAP/SENASA, 4,6% de pozos sin bomba, 0,7% de la red privada y 3% de otra fuente.

Respecto al desagüe sanitario, 94% de las viviendas cuentan con baño, de las que un 52,5% utiliza hoyo o pozo, 42% utiliza pozo ciego, y un menor porcentaje lo arroja a la superficie, al arroyo o al río.

En tanto, los materiales predominantes encontrados en las paredes son el ladrillo en un 58,7%, madera en un 17,8%, adobe en un 10,32%, estaqueo en un 6,91%, cartón y/o hule en el 2,48% de los casos, y en menor proporción el tronco de palma. El 1,62% no tiene pared.

En los pisos se encontraron 39,4% de tierra, 19,13% de baldosa común, 16,5% de granito, 12,7% de lecherada de cemento, 9,9% de ladrillo y en menor porcentaje pisos de madera.

En techos las cifras fueron de 82% para chapa de zinc, 12% tejas, 2,6% fibrocemento, además de casos menores al 1% de paja, tablilla de madera, cartón, hule, tronco de palma y hormigón armado, entre otros.

²⁴ Extracto del *“Plan de ordenamiento ambiental del territorio. Departamentos de Boquerón y Alto Paraguay. Compilación de informes sectoriales.”*

Registro arquitectónico de viviendas

Para este trabajo se ha realizado un levantamiento de datos de las viviendas encontradas en distintos puntos, a lo largo de la ruta 9 TransChaco.

Con esto se obtuvo información más precisa sobre la vida de los habitantes en relación a la vivienda; con qué ambientes y dimensiones cuentan, edad de la edificación, quién fue el constructor, tipo de materiales, lugar de aprovisionamiento de ellos, etc.

Con estos datos se examinaban las razones que llevaron a sus constructores o propietarios a preferir ciertos materiales sobre otros, con qué tipo de infraestructura de servicio y comodidades cuentan, de dónde consiguen el agua, electricidad, etc., para obrar luego en consideración a todo ello y ofrecer una respuesta más eficiente, con tecnologías apropiadas a las disponibilidades de sus habitantes.



Diagnóstico elaborado en relación a las viviendas censadas.²⁵

De acuerdo a una ficha “censal” preparada para relevar datos de la construcción, las observaciones más llamativas son las siguientes:

En cuanto a materiales utilizados según el territorio:

- En las viviendas encontradas en **Bajo Chaco**, el material predominante de construcción es el tronco de karanday, con este mismo material haciendo las veces de estructura de soporte, cerramientos laterales y superiores.

En estos casos, en el techo este tronco puede ser reemplazado por la chapa de zinc, o se usan ambas tecnologías de forma combinada.

Las aberturas en esta zona están hechas en tablas mampuestas y se evitan las ventanas.

- Al alejarse del bajo Chaco y de la zona de palmares, en la zona de **Chaco Central bajo**, se reemplaza el karanday con maderas, tablas terciadas y materiales reutilizados.

- Tanto en viviendas de karanday como en las hechas con tablas no se cuenta con ninguna superficie revocada.

- En la zona de **Chaco Central Norte** empiezan a aparecer las viviendas en mampostería cerámica, cocida como también cruda. Se encontraron también ejemplos de estaqueo.

- En estas viviendas el sistema de aberturas es bastante similar a los casos anteriores, de tablas mampuestas y otros materiales. La diferencia es que con este material las ventanas aparecen carentes de vidrios y tela metálica o mosquitera (esta última se aplica exclusivamente a los mosquiteros de dormitorios que se vieron de forma generalizada en todos los hogares).

En los casos observados con mampostería cerámica cocida se dejan los ladrillos a la vista, en los casos de estaqueo y adobe se vio un revoque hecho de la misma tierra, con necesidades de mantenimiento en algunos casos.

- En la mayoría de las viviendas analizadas los pisos son de la misma tierra del lugar apisonada. Hacia el norte aparecen en algunos casos pisos de ladrillo.

²⁵ Elaboración propia. Ver fichas de ciertas de las viviendas censadas en Anexos – Relevamientos.



En cuanto a tipología y su relación con la tecnología y materiales:

- La **tipología** varía adecuándose a las modificaciones que van haciéndose a la vivienda según las necesidades de los propietarios. Pero de igual manera la disposición de espacios y la **morfología** de la casa es prácticamente la misma para los distintos materiales utilizados.

- En la mayoría de las viviendas registradas, independientemente del material, éstas contaban con paredes aplomadas (en aproximación), encuentros de muros ortogonales, plantas rectangulares y techos inclinados en ángulos de entre 10° a 30° a dos aguas.

- Las viviendas de karanday y las realizadas con tablas tienen **espacios** intermedios y exteriores más integrados que las de cerámica.

- La **galería** aparece para todos los casos, en algunos al frente longitudinal de la casa, otros en el centro de dos construcciones (culata jovai) o también en el frente transversal de la vivienda.

- En muchos casos (independientemente de la técnica y del material), la **cocina** se encuentra separada de la casa (depende del uso de fogón u otro sistema), estar y comedor son áreas “intermedias” entre el interior y el exterior.

- En los ejemplos de karanday y los de tablas, las viviendas no contaban con **sanitarios** integrados a la vivienda, o no contaban con sanitarios en absoluto.

En cuanto a instalaciones:

- En el caso de poblados poco consolidados o informales la obtención de agua se hace a través de tajamares cercanos o de la recolección de lluvia.

- No existe red pública de desagüe de ningún tipo, la estructura sanitaria es deficiente o inexistente en muchos hogares.

- La mayoría de los hogares cuenta con instalación eléctrica, aunque en los casos informales se trata de una prolongación del sistema de abastecimiento privado de estancias.

- La mayoría de las viviendas están equipadas con electrodomésticos de todo tipo y aparatos electrónicos.



NBI - Necesidades Básicas Insatisfechas²⁶

Pese a las prósperas colonias mennonitas y establecimientos ganaderos, los numerosos indígenas -en proceso de des-culturalización y desintegración tribal, proletarizados en lo que fueron las empresas obrajeras y tanineras del Chaco, asimilados hoy a industrias mennonitas, así como el extenso segmento de peones rurales- determinan un gran porcentaje con altos niveles de NBI.

Boquerón se localiza en los niveles nacionales en el estrato III según **Capacidad de Subsistencia**, con **17,7%** de hogares afectados. En **Acceso a la Educación y Calidad de la Vivienda** integra el estrato IV, con **33,7%** y **31,8%** respectivamente. En **Infraestructura Sanitaria** se ubica en el estrato V, con **71,9%** de sus hogares carenciados.

En la región Occidental las mayores proporciones de NBI se encuentran con 1 y 2 carencias. Sin embargo, el porcentaje de hogares con altos niveles, 3 y 4 NBI, es también muy alto, y más de 3 veces superior al nacional. El área urbana de la región Occidental presenta una mejor situación que la rural. En las zonas urbanas, Mcal. Estigarribia es el distrito que muestra el mayor porcentaje de hogares con sólo 1 NBI.

	Total Boquerón	Urbana	Rural
Población Total	41.106	16.418	24.688
Población menor a 15 años	36,70%	32,30%	39,60%
Promedio de hijos por mujer	2,5	2,3	2,7
Analfabetos	16,60%	10,40%	21,30%
Asistencia Escolar	88%	90,80%	86,40%
Instrucción Post primaria	32,90%	43,70%	24,80%
Ocupados sector primario	38,50%	12,20%	58,10%
Ocupados sector secundario	24,40%	29,60%	20,40%
Ocupados sector terciario	35%	55,40%	19,80%
Ocupados en labores agropecuarias	36,70%	11,10%	55,90%
Empleado/obrero	52,30%	68,20%	40,40%
Patrón o empleador	4,30%	5,70%	3,30%
Trabajador independiente	31,40%	16,70%	42,30%
Trabajador familiar no remunerado	5,70%	0,80%	9,40%
Empleado doméstico	4,80%	7,20%	3,10%
Viviendas con personas presentes	8.887	4.004	4.883
Viviendas con electricidad	60,30%	88,10%	37,60%
Viviendas con agua corriente	5,90%	8,70%	3,60%
Viviendas con recolección de basura	37,10%	71,30%	9,10%
Viviendas que utilizan leña o carbón	48,30%	23,20%	68,80%
Viviendas con un cuarto	46,10%	33,20%	56,60%
Viviendas con hacinamiento	31,30%	18,60%	41,7v
Baño moderno conectado a red pública	x	x	x
Baño moderno conectado a pozo ciego	42,10%	64%	24,20%

27

²⁶ Fuente: Atlas Boquerón – Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.

²⁷ Fuente: Atlas Boquerón. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.





CAPÍTULO 3 – LA PROPUESTA

Lo que perdura sostiene. Si se puede construir una casa que es habitable durante 500 años, se ha contribuido a una sociedad sostenible.²⁸

²⁸ Extracto del libro: Super adobe building, the tools, tricks and techniques - Kaki Hunter y Donald Kiffmeyer.



PROPUESTA

Para cumplir con los objetivos de este trabajo es de suma importancia que la casa guarde relación con el ambiente físico y social, respondiendo a sus habitantes, a la economía y a la ecología.

Así, teniendo en cuenta las características propias del lugar y las disponibilidades técnicas y de materiales con que se cuenta, se puede deducir que el principal material utilizado será la tierra, ya que es el elemento predominante en el sitio, de costo cero y accesibilidad total.

Existen diferentes técnicas para trabajar la tierra cruda, y la mayoría de ellas son técnicas ancestrales que se han mantenido con pequeños cambios desde la antigüedad, aunque otras con aportes modernos. A menudo están fuertemente relacionadas con las costumbres locales, al clima del lugar y a las características de la tierra disponible. Las técnicas principales son el tapial, el adobe, el cob, los bloques de tierra compactada o el estaqueo²⁹.

La propuesta consiste en una técnica de construcción con sacos de tierra llamada “súper adobe” y creada por el arquitecto Iraní Nader Khalili, modificada en ciertos aspectos para hacerla más viable a nuestras posibilidades y a nuestros objetivos.

En esta técnica, con tan sólo alambre de púas, bolsas y una pala, se puede construir un refugio con nada más que la tierra bajo los pies.

Una de las ventajas más importantes de este sistema es que el procedimiento es simple. Las bolsas plastilleras se llenan con tierra humedecida y se ubican en el sitio requerido en la construcción, una al lado de la otra, formando una fila acorde a la forma deseada. Al término de una fila estas bolsas son compactadas con un pisón.

Luego de haber compactado las filas se colocan dos vueltas de alambre de púas entre cada hilada, como un velcro para que las bolsas queden en su lugar, proporcionando resistencia a la tracción. Sobre este alambre la siguiente fila es colocada.

Se elige esta metodología de construcción de acuerdo a lo siguiente:

²⁹ Descripciones de estos sistemas constructivos en el capítulo de Anexos – Métodos de construcción con tierra.



- A diferencia de la mayoría de los sistemas de construcción con tierra, en el sistema de súper adobe no importa el tipo de suelo del que uno dispone, ni sus componentes, ya que este método probó funcionar incluso con arena seca del desierto. De esta forma, no se requieren estudios especializados por parte del constructor para analizar los componentes del suelo y sus proporciones.
- El método constructivo es rápido, puede ser realizado por pocas personas sin demasiada capacitación previa, como tampoco necesita una anterior preparación de materiales.
- La construcción implica muy bajo consumo de agua, nulo en casos extremos. Esta cualidad es primordial para la zona, caracterizada por escasas aguas superficiales y un régimen de lluvias de poco caudal.
- La geometría de la forma evita las esquinas y, junto con la textura del revoque y la claridad de la pintura a la cal, ayudan a la detección de alimañas. La utilización de esquinas curvas es un método muy utilizado en viviendas de campo para evitar la formación de nidos y escondites de insectos.
- El material contenedor de la tierra es la bolsa plastillera, utilizada para envasar alimentos de todo tipo, las bolsas usadas son revendidas a muy bajo costo y manteniendo su calidad ya que fueron utilizadas una sola vez. Las bolsas son fáciles de trasladar y vacías son muy livianas.
- Toda la vivienda se puede realizar íntegramente con el mismo material, de forma que éste constituya la fundación, la elevación y el cerramiento superior.
- El material que sirve de nexo entre las bolsas (el alambre de púa) puede ser reemplazado por ramas espinosas de los arbustos del lugar, que se caracteriza por este tipo de vegetación, por lo que el costo podría ser nulo.
- Esta tecnología permite una fácil incorporación de instalaciones sanitarias y eléctricas dentro de la construcción, de forma práctica y segura.
- Las mismas bolsas que dieron forma a la estructura de la casa en sí, también forman el mobiliario de la misma, de esta forma se evitan los muebles tradicionales que permiten la intromisión de insectos y alimañas bajo ellos. Esta forma monolítica de mobiliario logra nuevamente costos muy bajos en el equipamiento de la vivienda y facilita su mantenimiento, limpieza, etc.
- Las terminaciones (revoques, pisos, etc.) se hacen con la misma tierra del lugar, y los impermeabilizantes son a base de materiales orgánicos encontrados también en el sitio.

COMPARANDO DATOS DEL LUGAR CON LA PROPUESTA

Datos	Situación actual	Adecuación de la propuesta
Territorio	Es el departamento más grande del país, con menor densidad pero con gran crecimiento poblacional, siendo más de la mitad de esta población rural y de una gran variedad cultural.	El alto crecimiento poblacional involucra una mayor demanda habitacional. La propuesta utiliza recursos y mano de obra local, además de adaptarse a las necesidades del usuario.
Demografía		
Ubicación geográfica	Posición estratégica en el paso de la ruta bioceánica y como paso internacional a países limítrofes.	Los caminos importantes siempre son territorio de centros poblacionales, que deben ser respetuosos con el medio natural donde se implanta, como lo hace la propuesta.
Caminos y distancias	Distancias largas dentro del territorio con muchos caminos en mal estado.	La propuesta tiene un traslado de material muy bajo a nulo.
Situación de la vivienda	Mala calidad en la construcción, estado e instalaciones de la vivienda. Uso de técnicas que no son útiles para el clima ni para la sanitación del hogar en dicha región (intromisión de mucho polvo, insectos, etc).	El sistema de construcción propuesto está pensado para hacerlo de forma autónoma con ayuda de la comunidad, de modo que pueda ser encarado por todos y se adapte a las distintas demandas espaciales. Permite mejores condiciones en el hogar, haciéndola más sana y apta para sus habitantes y el medio.
NBI	La región tiene los mayores índices de NBI, muchos en el sector de la vivienda, con casi 1 de 3 hogares con hacinamiento.	La propuesta ofrece un método sencillo y muy económico que podría resultar en una solución a estos índices.
Flora	Predominancia de arbustos bajos espinosos.	Se saca provecho en la impermeabilización de la vivienda y usando las espinas en la obra.
Fauna	Gran diversidad de insectos y víboras venenosas.	Fácil detección y eliminación de insectos y nidos por la forma curva y color blanco de la vivienda. La construcción no permite el paso al interior por ranuras, como en otros sistemas.
Orografía	Superficie mayormente plana y de poco declive.	Facilita la construcción en el plano horizontal, aunque permite que se junten grandes charcos estacionarios de agua de lluvia.
Suelo	Varían en composición de acuerdo a la zona.	El sistema propuesto admite cualquier variedad de tierra.
Hidrografía	Existe en la zona muy poca disponibilidad de agua y escasez de agua dulce.	El sistema de construcción utiliza muy poca agua, pudiendo usarse sólo para los revoques.
Clima y Precipitación	El cambio climático en la región es muy extremo, con grandes saltos de temperatura, pocas lluvias y temporadas de sequía.	La tierra (predominante en la propuesta) es un excelente material para estas condiciones y para la climatización pasiva del hogar.



VENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

[...] por cada saco de cemento que se produce se genera un saco y medio de dióxido de carbono residual.

John May³⁰

La tierra es un **material inocuo**, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación.

Es **totalmente reciclable**: si en la construcción no se mezcla con algún producto fabricado por el hombre, sería posible integrar totalmente el material en la naturaleza una vez que se decidiera destruir el edificio.

Es **fácil de obtener** localmente, prácticamente cualquier tipo de suelo es útil para construir, o se puede escoger una técnica en función a la tierra disponible.

Es ideal para la **autoconstrucción**, ya que las técnicas de construcción con tierra no precisan de mano de obra muy capacitada pero, sin embargo, quizá sí sea necesario un mayor esfuerzo de parte de los constructores ya que es un material asociado a técnicas más trabajosas en su ejecución.

La construcción con tierra cruda es sencilla y con **poco gasto energético**, no requiere mucho transporte de materiales y ninguna cocción. Es por ello que se considera un material de muy baja energía incorporada.

*“Para preparar, transportar y trabajar el barro en el sitio se necesita sólo el 1% de la energía requerida para la preparación, transporte y elaboración de hormigón armado o ladrillos cocidos”.*³¹

Su **obtención** es **respetuosa** con el medio ambiente. Si se extrae del propio emplazamiento, provoca un impacto poco mayor que el que ya supone realizar la propia construcción. No lleva asociados problemas como la deforestación o la minería.

Es **económicamente asequible**, es un recurso barato (o prácticamente gratuito) ya que a menudo se encuentra en el lugar donde se levantará la vivienda.

³⁰ Autor del libro: Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales. Arquitectura tradicional.

³¹ Extracto de “Manual de construcción con tierra” de Gernot Minke.



Los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una barrera contra ruidos, proporcionando una buena **aislación acústica**.

Es un material inerte, **ignífugo**, que **no se pudre** ni es atacado por **insectos** si se evita el uso de las capas superiores de suelo con material orgánico.

Es por naturaleza **transpirable**, ya que el barro tiene la capacidad de absorber y liberar humedad más rápido y en mayor cantidad que los demás materiales de construcción. Por eso regula el clima interior, manteniendo los porcentajes de humedad en niveles saludables para el ser humano.

La tierra tiene una gran capacidad de almacenar calor y cederlo posteriormente, cualidad conocida como **inercia térmica**. Las paredes de tierra funcionan como una masa absorbente que es capaz de almacenar calor y emitirlo de nuevo en el espacio de vida cuando la masa se enfría. Es un retraso térmico en la transferencia de energía desde el exterior al interior. Esto significa que en el momento más caluroso del día al exterior, dentro de una estructura de tierra está más fresco, mientras que en el momento más frío al exterior en el interior está más cálido.

Logra una **reducción de las temperaturas pico** (máxima y mínima) ya que esta inercia térmica hace que las temperaturas máximas tarden en atravesar los muros, de forma tal que cuando lo estén logrando, afuera la noche hace que la temperatura exterior baje radicalmente, con lo que el movimiento se invierte y la energía ganada tiende a salir nuevamente.

La tierra es un material ideal para regiones con grandes variaciones de temperaturas y en **climas áridos** caracterizados por la fuerte radiación solar y oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche mayores a los 20°C, construyendo muros macizos con gran inercia térmica, que permite atenuar los cambios de temperatura extremos, creando un ambiente interior agradable (por supuesto, este comportamiento térmico en la vivienda está regulado además por varios factores, incluyendo la ubicación y estado de ventanas y puertas, zona climática, color y orientación, pero en particular por el espesor de la pared).



VENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN CON SÚPER ADOBE

Este tipo de construcción emplea gente en lugar de productos. La simplicidad de la técnica se presta a la autoconstrucción y como una opción de refugio a comunidades afectadas por desastres naturales.

El sistema de súper adobe puede eliminar el 95% de la madera que se utiliza en una casa promedio.

Los materiales utilizados en la construcción son en la mayoría baratos, abundantes y accesibles (el material predominante es la tierra).

El súper adobe puede utilizar tierra cruda sin alterar la composición del suelo, gracias a la bolsa que lo estabiliza mecánicamente.

Esta tecnología funciona bien frente a inundaciones, ya que los sacos de tierra no sólo detienen las aguas de inundación, sino que además aumentan la fuerza después de la inmersión en ellas.

Se ha probado que soporta los estragos del fuego, inundaciones, huracanes, termitas y terremotos. El sistema de súper adobe y el diseño de formas monolíticas es la clave de su integridad estructural.

Tiene además ciertas ventajas en comparación a las técnicas tradicionales de construcción con tierra. Por ejemplo:

El súper adobe no requiere tanto tiempo de preparación, atención, porcentajes específicos ni adición de otros materiales como lo requiere el *adobe o el cob*. No es necesaria tanta humedad y se cura directamente en la pared, eliminando el tiempo de espera del secado, y no se deforma si contiene más humedad que lo óptimo ya que la bolsa actúa como contenedor del material.

Elimina la necesidad de encofrados para el *tapial* y requiere mucho menos compactación que éste.

La ventaja con el *bloque prensado* es que el súper adobe no requiere una mezcla de suelo específico es nuevamente una ventaja sobre este sistema.

El *estaqueo* requiere de una estructura que debe armarse previamente, así como atención y renovación de la madera interna por podredumbre, ataque de hongos y otros insectos. Tal inconveniente no existe con el súper adobe.



MATERIALES Y HERRAMIENTAS DEL SÚPER ADOBE

La tierra

Es producto de la erosión de las rocas en la corteza terrestre. Su composición y la variedad de sus propiedades dependen del lugar donde se encuentra. Es una mezcla de arcilla, limo y arena, que algunas veces contiene agregados mayores como grava y piedras. Sus partículas se definen dependiendo de su diámetro: partículas con diámetros menores a 0,002 mm. se denominan arcilla; entre 0,002 y 0,06 mm. Limo; y, entre 0,06 y 2 mm. arena. Partículas mayores se denominan gravas y piedras.

La arcilla actúa como aglomerante para pegar las partículas mayores en la tierra. Limo, arena y otros agregados constituyen rellenos en la tierra. Dependiendo de cuál de estos tres componentes sea el predominante podemos hablar de un suelo arcilloso, limoso o arenoso.

Dependiendo de las proporciones de sus componentes, además de su grado de compactación, el suelo presentará características diferentes como permeabilidad, retención de agua, adherencia, dilatación y contracción.

Bolsas de polipropileno tejido – PLASTILLERAS

Son el mismo tipo de bolsas utilizadas para envasar alimentos y granos.

El costo de este material es bajo, pero además se pueden conseguir bolsas que una vez utilizadas para su cometido original, se obtienen a menos de la mitad del precio y en óptimas condiciones ya que sólo se usaron una vez.

Otro sistema utiliza el “tubo” del mismo material de las bolsas pero que se realiza en largos continuos de cientos de metros. En nuestro país estos tubos sólo se fabrican bajo pedido y el precio es muy superior al de las recicladas. Por ello optamos por las bolsas recicladas.

Bolsas de otros materiales resultan erróneas ya que no dejan respirar a la tierra como lo permite el tejido de las plastilleras, entre otras cosas.

Existe en el mercado una variedad de tamaños. En general, cualquiera sea el ancho de la bolsa, será de 5 a 7,5 cm. más estrecho cuando se llene y apisone.

Las bolsas de polipropileno son vulnerables a daños por el sol, por la exposición a rayos UV, por ello tienen que estar bien protegidas hasta su uso.

El polipropileno es uno de los plásticos más estables. No tiene olor y cuando se protege plenamente del sol tiene una vida útil indefinida.



Soporte de bolsa

El soporte mantiene la bolsa abierta en su lugar, así el constructor mantiene ambas manos libres, llenando la bolsa con palas o baldes.

Alambre de púas - Arbustos espinosos

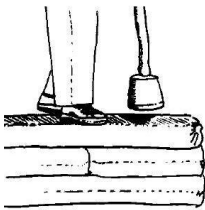
Se utilizan 2 hebras de alambre de púas como un velcro entre cada fila de bolsas, uniéndolas entre sí; esto otorga un agarre seguro que permite a las bolsas fijarse en cada fila hasta que el círculo se va cerrando. Si el caso lo requiere, sea por presupuesto o poca disponibilidad de material, se podría reemplazar el alambre por arbustos espinosos, abundantes en el territorio.

Cintas de amarre

Son un accesorio para la fijación de las instalaciones eléctricas y cañerías a lo largo de las paredes interiores. Son alambres que fijan la instalación rodeándola con un bucle y trabándose en la pared entre las bolsas.

Encofrados

Se usan para dejar los huecos de las aberturas. Pueden ser de distintos materiales como madera, metal o las mismas bolsas llenas sin trabar.



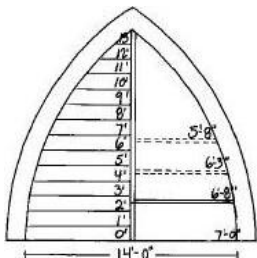
Pisones

Los pisones son herramientas usadas para apisonar las bolsas golpeándolas desde arriba. Se usan dos tamaños:

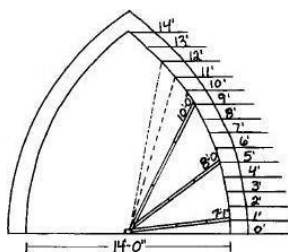
El pisón mayor (típico de madera) para compactar las bolsas después de que una fila entera se ha establecido (el sonido cambia a “metálico” cuando la tarea de compactación está lista).

El pisón de 1,25 kg., se utiliza dentro de las bolsas para pre-apisonar y dar forma, crear fondos de bolsa más duros.

Compás para cúpulas



El compás fijo: La forma más precisa de construir un círculo es un compás. El compás fijo utiliza un poste central con la altura deseada y unido a él un brazo con la longitud del radio deseado que rota horizontalmente desde el punto de unión con el poste y sube y baja por él.



Compás fijo de centro: Este compás se fija en la línea de arranque del domo y funciona adjuntando a una base en el centro del domo un brazo que esté libre de girar y medir sus distintos puntos.

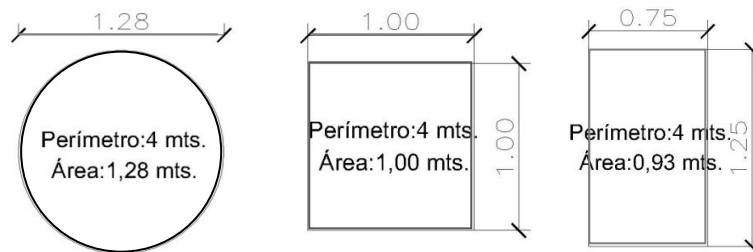


ESTUDIO GEOMÉTRICO DE LAS FORMAS PARA DOMOS DE SÚPER ADOBE

El círculo – Planta de los domos

La naturaleza más que un ingeniero estructural; es experta en eficiencia.

Un muro circular utiliza la menor cantidad de materiales mientras otorga la máxima cantidad de espacio. Al cambiar las esquinas por curvas se fortalece la integridad estructural de la arquitectura.

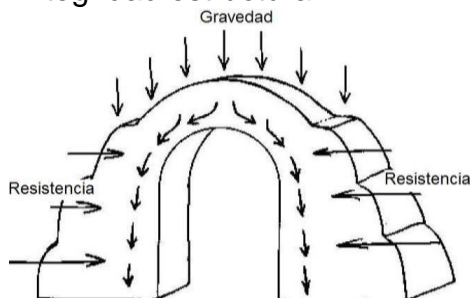


Mismo perímetro, diferentes áreas.

El arco – Perfil de los domos

“Un arco se mantiene en su lugar por dos fuerzas opuestas. La fuerza de la gravedad tira hacia abajo (compresión), mientras que la resistencia de uno y otro lado evita que la gravedad aplane al arco.”³²

Todos los arcos que se construyen por unidades independientes (adobe, ladrillo, etc.), utilizan la compresión y la tensión como fuerzas opuestas y dan integridad estructural.



A medida que la gravedad empuja hacia abajo la dovela central, la fuerza resultante se transfiere a los lados, donde se reunió con la resistencia de los contrafuertes³³ o muros adyacentes.

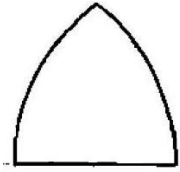
Hay diferentes tipos de arcos, elíptico, herradura, lanceta, medio punto, etc. Todos estos comparten los mismos principios de geometría, pero se analiza el arco Gótico, ya que con él se han realizado satisfactoriamente experimentos de construcción con súper adobe y el proceso de diseño es simple.

³² Extracto del libro: Super adobe building, the tools, tricks and techniques.

³³ Un contrafuerte, también llamado estribo, es un engrosamiento de un muro, normalmente hacia el exterior, usado para transmitir las cargas transversales a la cimentación.



El arco gótico, apuntado u ojival



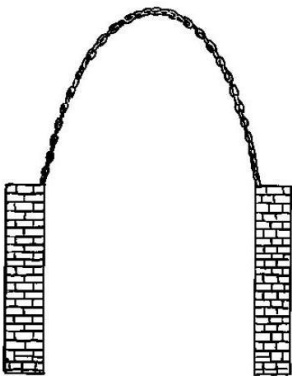
Está compuesto por dos tramos de arco formando un ángulo central, en la clave. Es más empinado que el romano o semiesférico.

Las mismas fuerzas de tensión y compresión actúan en todos los arcos. Pero la ventaja que tiene esta forma ante la semicircular es que gracias a su perfil más empinado, las fuerzas se transmiten mayormente de forma vertical, atenuando los empujes laterales propios de los arcos de medio punto, ya que un arco gótico dirige la fuerza de compresión hacia abajo a través de las extremidades en vez de salir hacia los lados, por lo que pueden salvar mayores luces con menor requerimiento de contrafuertes.

La curva catenaria



La catenaria es la curva que describe una cadena colgada por sus extremos, sometida a un campo gravitatorio uniforme, que tendrá tensión total con cero compresión (la tensión entre cada eslabón de la cadena es el mismo para todos). Pero, si tuviera cada eslabón soldado y se girara la forma de la cadena hacia arriba, se obtendría un arco en compresión total.



Se usa esta curva para garantizar que el perfil del arco utilizado para la construcción sea adecuado para transmitir las fuerzas eliminando los empujes laterales.

Para ello se cuelga una cadena sobre el dibujo de un arco al revés. La cadena debe colgar en el centro tercio del ancho del arco y contrafuertes con el fin de anular todas las fuerzas que quieren empujar las paredes hacia el exterior.

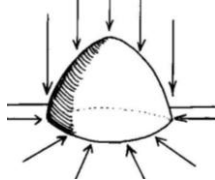
A menor perfil, o flecha³⁴ de un arco, más contrafuertes se requieren. Una vez que el arco (y contrafuerte) tengan la capacidad para la curva catenaria, se pueden lograr análisis de esfuerzos sin necesidad de una fórmula matemática.

³⁴ Altura del arco midiendo desde la línea de arranque hasta la clave (La clave es la pieza central de un arco, o una bóveda).

DOMOS DE SÚPER ADOBE

Estabilidad de los domos

Al igual que un huevo, una cúpula posee una doble curvatura, en el plano horizontal y vertical al mismo tiempo. Técnicamente, el perfil de un domo puede ser de muchas formas, desde una esfera baja a una parabólica.



Las cúpulas de tierra se basan en dos fuerzas que se oponen y obligan a mantener juntos los elementos y la forma: *la gravedad y la tensión.*

Al igual que un arco (un domo se origina de un arco que gira alrededor de un eje), una cúpula es tan fuerte como su contrafuerte. Una cúpula, sin embargo, es autosuficiente y no necesita de ningún encofrado estructural.

Ventajas de los domos de súper adobe

Estructuralmente, la diferencia entre domos de súper adobe y ladrillo es su mayor resistencia a la tracción, por los alambres de púas por fila.

Funcionalmente, mientras más empinado el perfil, más rápidamente escurre el agua. Este es un beneficio en climas donde ocurren breves ráfagas de lluvias. Además, el interior más alto permite un segundo piso.

En cuanto al consumo de energía, una cúpula da mayor volumen interior con la menor cantidad de superficie de pared y exige menos energía para calentar y enfriar. Y debido a la forma, el aire es capaz de fluir sin obstáculos.

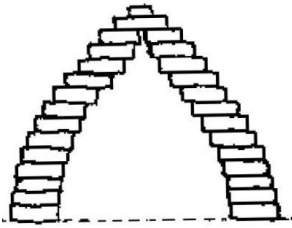
Climáticamente, los muros de tierra son reguladores naturales, ya que respiran. También absorben la humedad en el interior y dejan que se escape a través de las paredes, ayudando a regular la humedad interior. En climas calientes y secos son capaces de liberar aire hidratado de vuelta hacia el interior. La Tierra es un desodorante natural y purificador de toxinas.

Desventajas de los domos de súper adobe.

Uno de los inconvenientes es que por la geometría utilizada con mayor diámetro se obtiene mayor altura.

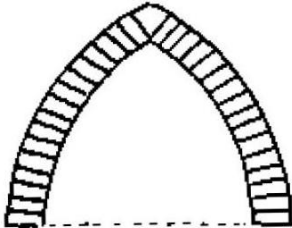
En climas muy lluviosos, las paredes pueden necesitar protección del exceso de humedad durante la construcción.

Técnicas tradicionales de construcción de domos



Mensulado

El “mensulado” es una técnica de construcción milenaria. Se trata de colocar el ladrillo horizontal en lugar de inclinado. Cada línea se sobrepone un poco a la anterior, en voladizo, creando un perfil más con forma de cono que semiesférico.



Estilo nubio

Otra técnica tradicional con ladrillos de adobe es la “mampostería de estilo nubio”, desarrollada por egipcios hace más de tres mil años.

Estos instalaron los ladrillos de adobe en un ángulo, a partir del arranque, lo que les ha permitido seguir una forma semiesférica, el ángulo de los ladrillos es casi vertical cuando llegan a la parte superior de la

cúpula.

Los diseños más comunes para bóvedas de ladrillos de adobe en el Oriente Medio y el Mediterráneo, son paredes verticales circulares o cuadradas hasta la altura de la cabeza, y de allí surge la cúpula. La fuerza horizontal de una cúpula es contrarrestada, aumentando el espesor de las paredes, proporcionando masa extra como contrafuerte.

Los domos de súper adobe utilizan la técnica de mensulado, por la naturaleza misma de las bolsas. Al utilizar esta técnica se mantiene una superficie plana que permite que uno pueda pararse sobre las bolsas durante la construcción.

La forma más sencilla de proporcionar solidez al domo es comenzar el arranque en o por debajo del nivel de suelo, donde la primera fila de bolsas se asiente. Al comenzar la curvatura a nivel suelo, no necesitamos una viga de unión para reforzar el perímetro de la cúpula.

Otra forma de asegurar solidez al domo es elevar el perfil a un ángulo agudo, así las fuerzas horizontales se reducen al mínimo. La pendiente del perfil ayuda a dirigir las fuerzas gravitacionales hacia el suelo en vez de hacia los lados.



CAPITULO 4 – EL PROTOTIPO

Hoy en día, de un tercio a la mitad de la población mundial vive en casas de tierra.

Fundación Tierra³⁵

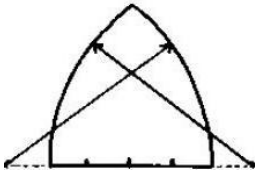
³⁵ Fundación española que tiene como objetivo canalizar y fomentar iniciativas que favorezcan una mayor responsabilidad de la sociedad en los temas ambientales.



EL PROTOTIPO Y SU DISEÑO

Se desarrollarán en este capítulo algunas consideraciones tomadas para el diseño del prototipo que fue posteriormente construido.

Diseño estructural del prototipo - Geometría del domo



Dibujo del arco o perfil del domo

Un arco gótico lanceolado, apuntado u ojival, tiene un perfil mucho más pronunciado que un arco de medio punto.

Un arco más escarpado transfiere el peso más verticalmente que un arco de poca flecha; más superficial el arco, más tensiones horizontales crea.

Existen varios tipos de arcos y domos, pero se utiliza el lanceolado por probar su eficacia para este tipo de construcción en ejemplos ajenos a este trabajo y por la verticalidad de su perfil.

Para dibujar un arco lanceolado³⁶ los pasos son los siguientes:

1. Se traza una línea de longitud igual al diámetro interno de la base del domo de forma horizontal y se divide en cuatro segmentos iguales.
2. Se dibuja a cada extremo de esta línea un segmento auxiliar, que sea de la misma longitud de los tramos resultantes de la división anterior.
3. Se coloca el punto fijo del compás en el extremo exterior de la línea auxiliar y se amplía el lápiz al extremo opuesto del diámetro interno de la base del domo y se dibuja un arco para completar la mitad de la curva.
4. Se repite este procedimiento desde el otro lado de la línea. Cuando los dos arcos se cruzan por encima del centro denota la forma de este arco.

El mismo principio se puede utilizar para hacer diferentes arcos. Sólo se cambia el punto del eje del compás a otros lugares a lo largo de la base.

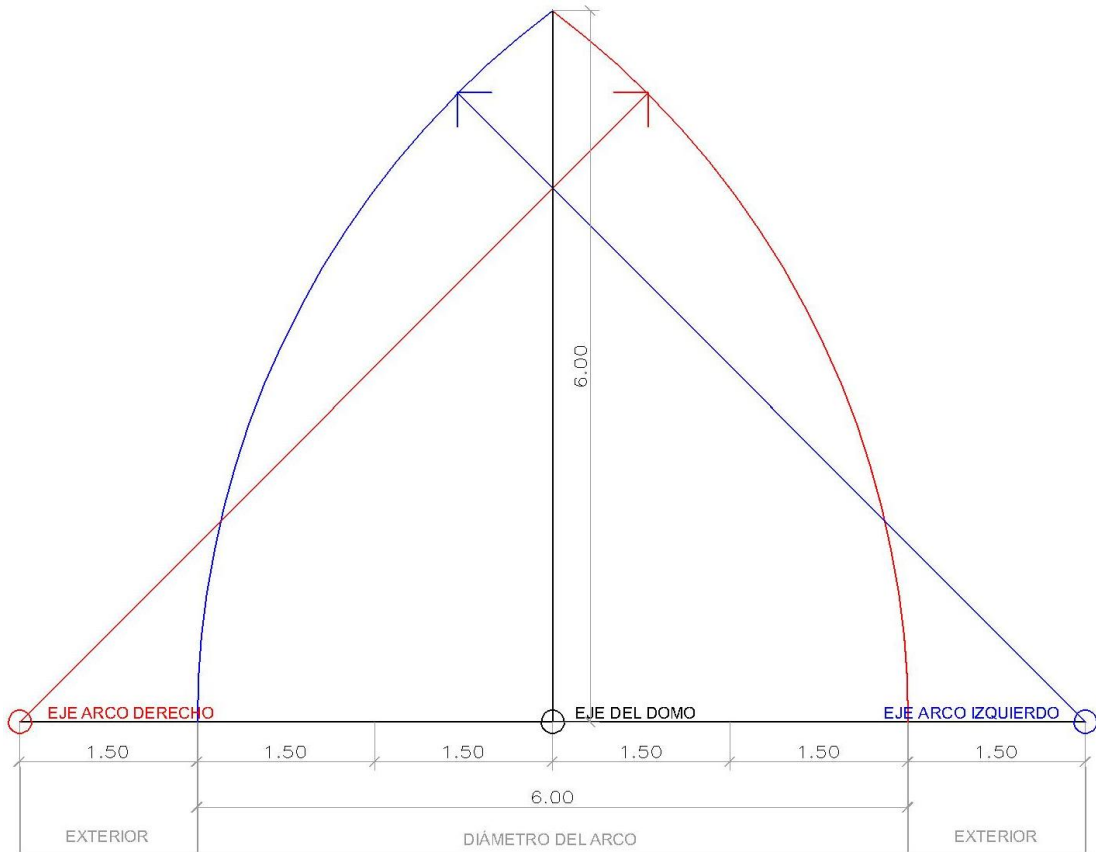
Este proceso permite duplicar el perfil del domo del papel a la realidad.

Para comprobar su catenaria se cuelga una cadena en un corte del perfil en medio del espesor de la base de cada lado. La cadena debe colgar en el tercio medio del ancho de la pared. Si no, se puede aumentar el espesor de las paredes o modificar el perfil.

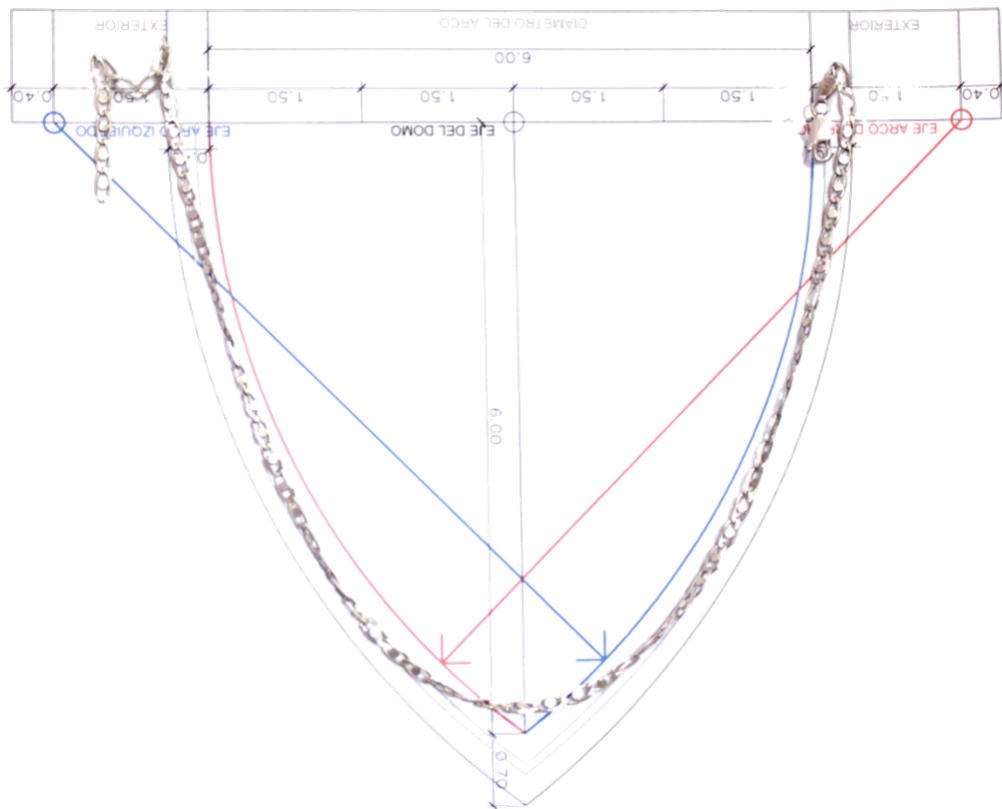
³⁶ Arco gótico muy empinado, cuyos centros se sitúan fuera de la abertura.



Dibujo del perfil interior del domo del prototipo



Corroboración de la catenaria

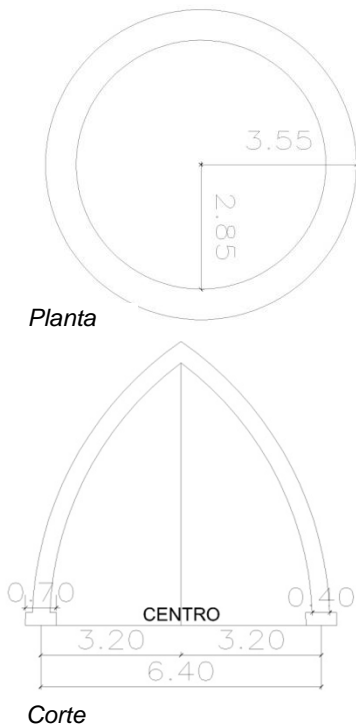


Análisis estructural

Como se vio anteriormente, la forma analizada es un domo lanceolado, con un perfil más empinado, lo que hace que sus cargas se transfieran al suelo de manera vertical eliminando las tensiones horizontales o empujes.

Entonces, se calcula la fuerza que ejerce el domo al suelo y la resistencia de éste último, a modo de determinar la mejor forma de fundar el domo al suelo. El procedimiento es el siguiente:

Se tiene como dato que la resistencia superficial del suelo³⁷ en zona de La Patria es de **0.8 km/cm²**, u **8000 kg/m²** y el peso específico de la tierra compactada es de **2.500 kg/m³**



Área superficial del domo: $\frac{4 \times \pi \times \text{radio}^2}{2} \Rightarrow \frac{4 \times 3,14 \times 3,2^2}{2} = 64,31 \text{ m}^2$

Volumen del domo: área x espesor de muro $\Rightarrow 64,31 \times 0,4 = 25,72 \text{ m}^3$

Peso del domo: volumen x peso específico $\Rightarrow 25,72 \times 2500 = 64\ 300 \text{ kg}$

Área de base del domo: área exterior – área interior $\Rightarrow 39,57 - 25,50 = 14,07 \text{ m}^2$

Área exterior: $\pi \times r^2 \Rightarrow 3,14 \times 3,55^2 = 39,57$

Área interior: $\pi \times r^2 \Rightarrow 3,14 \times 2,85^2 = 25,50$

Peso del domo por m²: $\frac{\text{peso total del domo}}{\text{área de la base}} \Rightarrow \frac{64.300}{14,07} = 4570 \text{ kg/m}^2$

4570 kg/m² < 8000 kg/m²

Se concluye de esta forma que una cimentación superficial es adecuada, por lo que una zanja de poca profundidad para anclar el domo al suelo es suficiente.

³⁷ Dato obtenido por la empresa constructora encargada de la ruta Transchaco en esta zona.

Diseño funcional del prototipo

Se analizaron los espacios y programas hallados en las viviendas relevadas³⁸ y se concluye que las estancias encontradas son los espacios típicos de dormitorio, cocina, estar y comedor (en algunos casos, los dos últimos comparten el mismo espacio y equipamiento). El lavadero es un programa que aparece en menor porcentaje. El programa faltante o deficiente son los sanitarios en la mayoría de los casos.

En el diseño del prototipo se incorporarán estos programas hallados y se incluirá al de los sanitarios por ser una fuerte carencia de las viviendas y del sector poblacional en cuanto a salud e higiene de sus habitantes.

El prototipo elegido para la construcción es una propuesta de 37,8 m² (medidas exteriores), para cuatro personas, con dos habitaciones, sala, comedor, cocina, sanitario y lavadero.

A diferencia de los modelos tradicionales de viviendas rurales en el área estudiada (con muchos espacios intermedios), se ubicarán todos los programas dentro de un mismo domo, excepto el lavadero que quedará al exterior.

Se realizaron varias opciones de diseño³⁹ de viviendas con espacios mayores, más estancias y algunas con espacios intermedios, pero se optó por el modelo siguiente por cuestiones prácticas de construcción, acorde al tiempo disponible para este trabajo, por el tipo de uso que se le dará a la vivienda y por la cantidad de habitantes que la ocuparán.

Se utilizaron dos tipos de geometrías en la realización del plano de esta vivienda, el domo exterior curvo y las paredes interiores ortogonales, ya que el sistema y técnica de construcción permite ambas opciones a la hora de planificar y edificar. Así, los espacios obtenidos generan en algunos casos esquinas que son difíciles de tratar, pero con la maleabilidad de este sistema se convirtieron todas en superficies de apoyo para los distintos elementos y herramientas del vivir, por ejemplo, la esquina del baño se utilizó para hacer una superficie donde colocar los utensilios de baño. En el dormitorio matrimonial se colocó un mueble esquinero, etc.

A este tipo de construcciones es también muy fácil agregarle un entrepiso, ya que por las grandes alturas que requieren para su construcción el espacio superior es suficiente para un nuevo nivel.

³⁸ Localidades de las viviendas estudiadas, sus plantas y fachadas en Anexos - Relevamientos.

³⁹ Las opciones de diseño en Anexos – Opciones de diseño.



Equipamientos del prototipo

Muebles

Los equipamientos, tradicionalmente móviles en la vivienda, se realizaron con el mismo material en que está hecha la casa (bolsas plastilleras rellenas y compactadas).

Esta tecnología del súper adobe permite lograr un equipamiento que por un lado tiene la desventaja de ser fijo, pero la ventaja de lograr un gran ahorro económico en el equipamiento del hogar así como ofrecer una continuidad en las formas, suelo y muros, además de no permitir la intromisión de alimañas bajo las camas, en los rincones entre muebles, etc.

Equipamiento de cocina

En cuanto al equipamiento de cocina, se encontró que en las viviendas relevadas se utilizan varios tipos de hornos eléctricos, a gas y a leña (fogón) y heladeras eléctricas.

En el caso de éste prototipo se utiliza una heladera eléctrica y un horno a gas, que al no producir el humo que produce el fogón, posibilita integrar la cocina a la vivienda.⁴⁰

En cuanto a la bacha de la cocina y la del lavadero exterior se utilizará la versión económica de plástico, pudiendo ser reemplazada en obras de menor presupuesto por bidones plásticos.

Equipamiento sanitario

Por consideraciones de tiempo y alcance de este trabajo, se incorpora en el área de equipamiento sanitario al inodoro y lavamanos común de loza con cámara séptica y pozo ciego⁴¹. La ducha es también de tipo tradicional (las instalaciones sin embargo serán especiales al caso).

^{40 -43} Otras opciones con cocina y sanitario separado en Anexo - opciones de diseño.



Diseño del prototipo acorde al clima

El control natural del clima interior es un arte y una ciencia. En este trabajo no se ahondará demasiado en la exploración de un tema tan extenso como lo es la climatización de la vivienda, pero se pondrán en práctica algunos métodos y consideraciones básicos para lograr con ellos este efecto, ya que es de suma importancia que el prototipo responda a estos temas de manera sencilla para que pueda ser luego utilizado por todos sin un conocimiento demasiado científico del tema.

En la zona estudiada las temperaturas son extremas en las estaciones de calor y de frío; la falta de humedad en el aire hace que exista poco control entre la variación de las temperaturas, con grandes saltos térmicos, por lo que es importante poner en práctica estas estrategias para crear un hábitat agradable de acuerdo a las posibilidades.

Grosor de muro

“Un muro con alta capacidad de almacenamiento crea un alto retraso de penetración del calor y una disminución de la amplitud térmica, mientras que un muro con alto aislamiento térmico solamente reduce la amplitud térmica.”⁴²

Esta capacidad de almacenamiento es directamente proporcional al espesor del muro. En el caso de este prototipo el espesor de muro obtenidos es de 40 a 43 cm. de ancho.

Color

El color exterior de las paredes (o el techo de una cúpula) afecta de manera significativa la temperatura de la superficie de la vivienda. Mientras más oscuro el color, más calor es absorbido; en tanto que un color más claro refleja el calor. Una superficie blanca refleja más de 70% de la radiación solar.

El domo se pintará de blanco, tanto su exterior como su interior, ya que esto ayuda además a la detección de alimañas e insectos dentro del hogar.

Algunas decoraciones exteriores (recubrimiento de dinteles y pórticos) se hacen en el mismo color de la tierra, meramente de manera decorativa.

⁴² Extracto del *Manual de construcción en tierra*. Autor: Gernot Minke.

Orientación, ventilación y sombra

La consideración de estos tres elementos repercute directamente en el ambiente interior de la vivienda, y debiendo ser especialmente atendidos para una correcta climatización, entrada de luz, entre otras cosas.

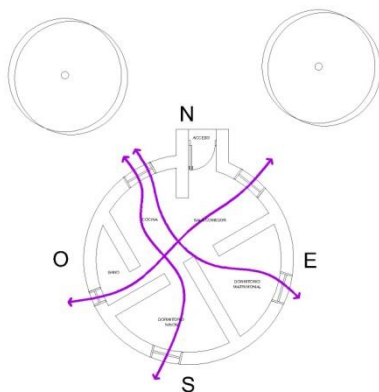
La orientación de la vivienda debe considerar el recorrido del sol y la dirección de los vientos predominantes (noroeste) para la ubicación de las aberturas, logrando una ventilación abarcante, fresca y agradable.

En este caso se ubicó el baño -por ser una zona húmeda, y de estancia transitoria al noroeste (orientación más comprometida con el calor por llegarle de forma directa el sol de la tarde), de modo a ayudar a evaporar las condensaciones que allí se generen.

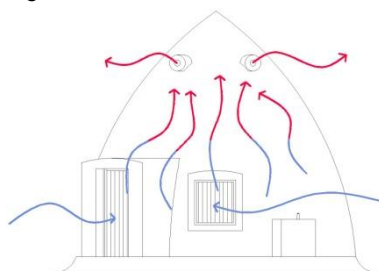
La cocina tiene una ubicación similar, pero más al norte; la sala al noreste, donde llega el sol de la mañana y otorga una buena entrada de luz a la vivienda; los dormitorios al sur se resguardan del viento caliente y del polvo del norte, siendo beneficiados por el fresco del sur, además de una entrada de luz agradable y bien distribuida.

Construcciones a la sombra reducen la exposición de la superficie de los muros al sol, lo que permite que éstos se mantengan frescos por más tiempo de acuerdo a la estación u hora del día.

Esto se puede lograr incorporando aleros a la construcción (diseño no adoptado para este prototipo) o haciéndolo a la sombra de árboles si los hay.



Planta según orientación y vegetación circundante



Esquema de salida del calor

En el sitio elegido se cuenta con dos árboles de tamaño medio al norte, zona de la fachada principal de la vivienda, paliando la incidencia directa del sol.

La ventilación se hizo ubicando una abertura en cada espacio citado, en cruce unas con otras, permitiendo la circulación cruzada de viento interior.

Se incluyeron perforaciones superiores, cercanas al cierre del domo, que permiten la extracción del aire caliente.

Aberturas

En el diseño de aberturas se tiene en cuenta su aspecto técnico de construcción, así como su aporte para la climatización pasiva de la vivienda.

La altura de antepecho en dormitorios es de 60 cm. (considerablemente menor a la habitual de 90 cm.) correspondiéndose con la altura de camas y equipamientos, de forma que el viento exterior alcance al usuario acostado durante la noche, cuando las ventanas se abren, para dejar entrar fresco a la vivienda (la práctica habitual indica cerrarlas durante el día, evitando que el calor del sol directo y de la resolana reflejada ingresen a la casa).

La abertura correspondiente al sanitario tiene una altura de antepecho de 1,50 mts. y la de la sala y cocina se relacionan con la altura de mesada de ésta última, por lo que tienen la altura tradicional de 90 cm.

Constructivamente los marcos de las aberturas se hicieron en madera de ybyrapyta, por ser más resistente, mientras que las hojas de éstas se hacen de madera reutilizada de pallets (bajo costo y facilidad de adaptación por forma y tamaño).

Cerrando la abertura se utiliza tela metálica, evitando la intromisión de mosquitos y otros insectos a la vivienda al abrir las ventanas.

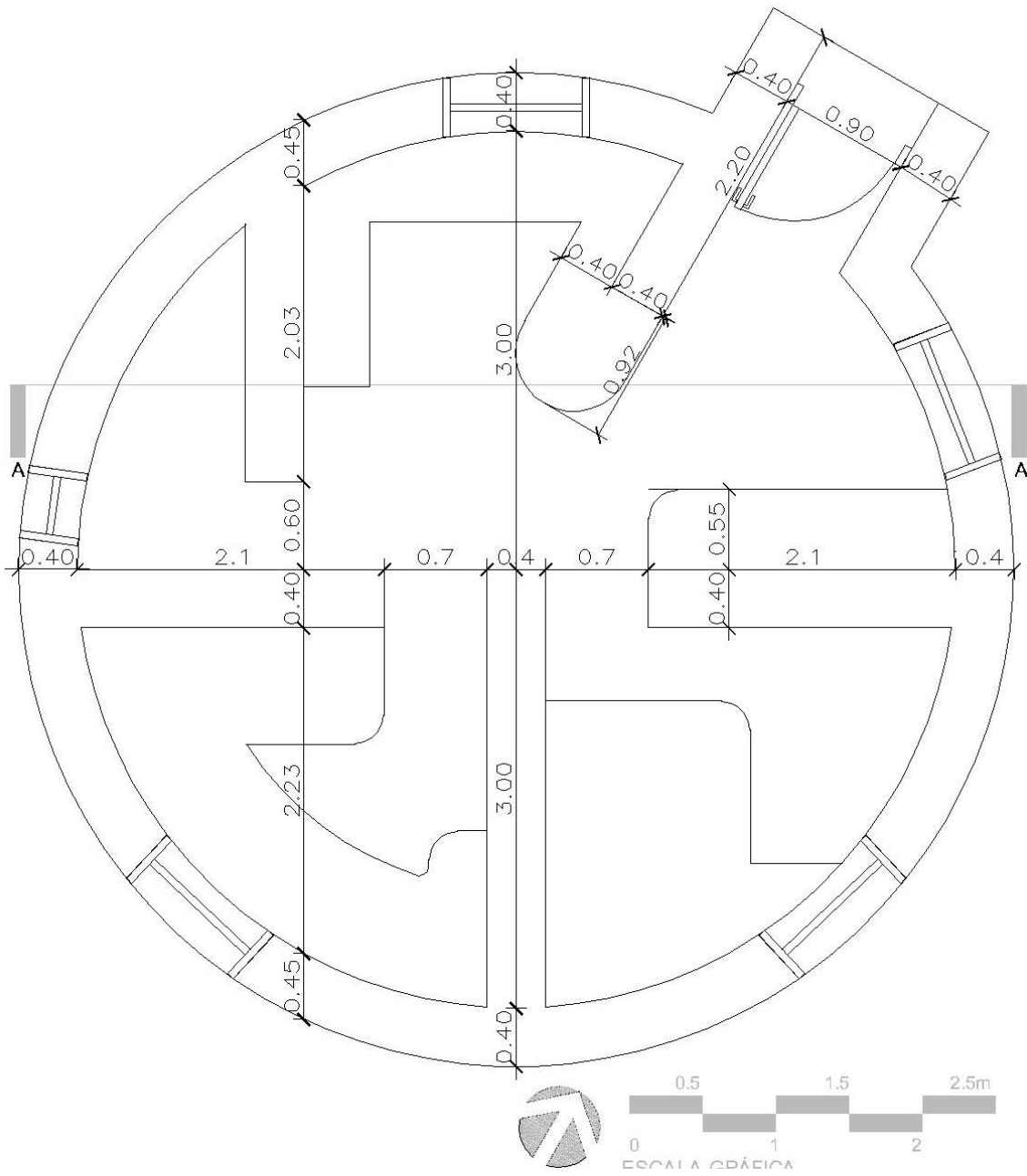
Otra opción válida para la región (pero no será el caso de este trabajo) es la utilización de madera de cactus, que es altamente abundante en la zona (muy utilizada al norte de Argentina, provincia de Salta, Jujuy, etc.).

Para zonas más bajas del territorio se puede utilizar el karanday hueco, aunque existen muchas opciones en cuanto a la madera a elegir, dependiendo de la zona.

Las aberturas interiores (vanos de puertas en dormitorios y baño) son de tela, a modo de cortina colgante de un travesaño (un palo de escoba) que cruza a 2.10 mts. de altura, ya que éstas, más que protección, cumplen simplemente un papel de privacidad en el hogar.

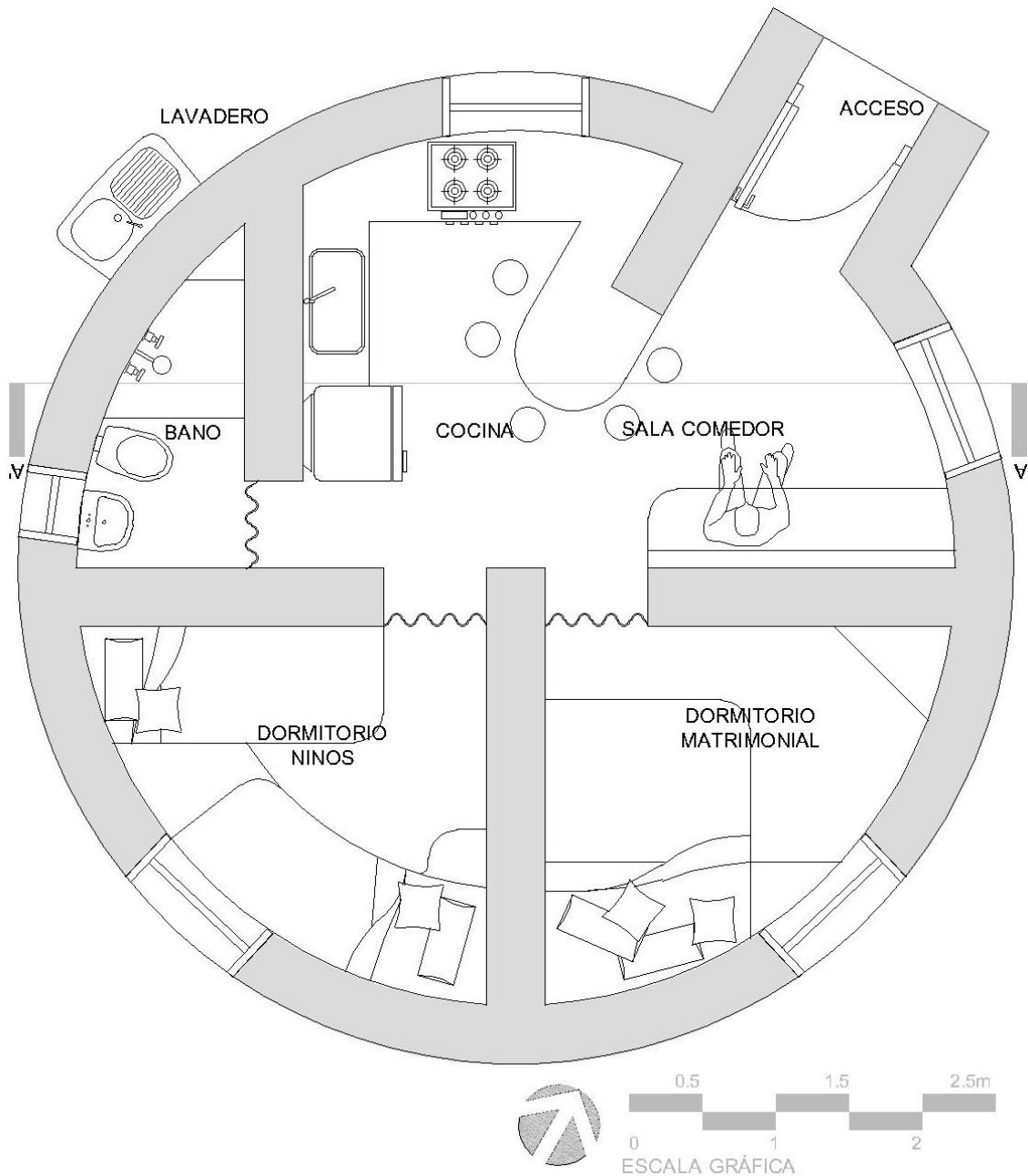


Planta acotada



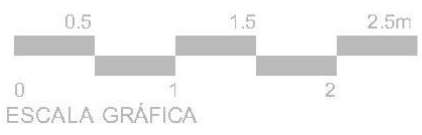
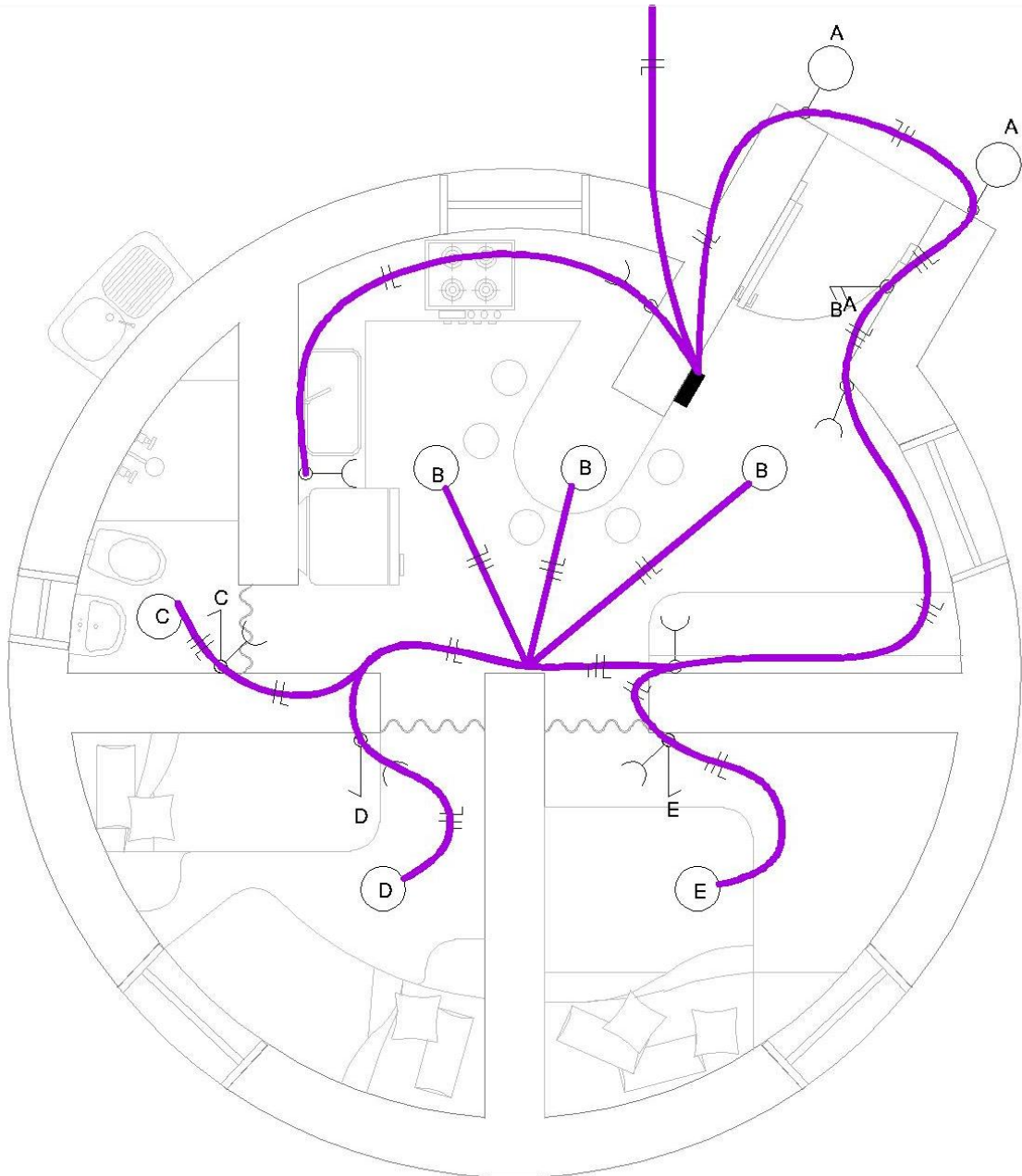
Planta equipada

La disposición se hace de forma que la vivienda pueda funcionar cómodamente, ubicando las áreas húmedas próximas, así como los dormitorios entre sí; e integrando los espacios sociales para lograr una mayor fluidez y calidad espacial, ya que se cuenta con un espacio muy reducido.





Planta de esquema de intalación eléctrica

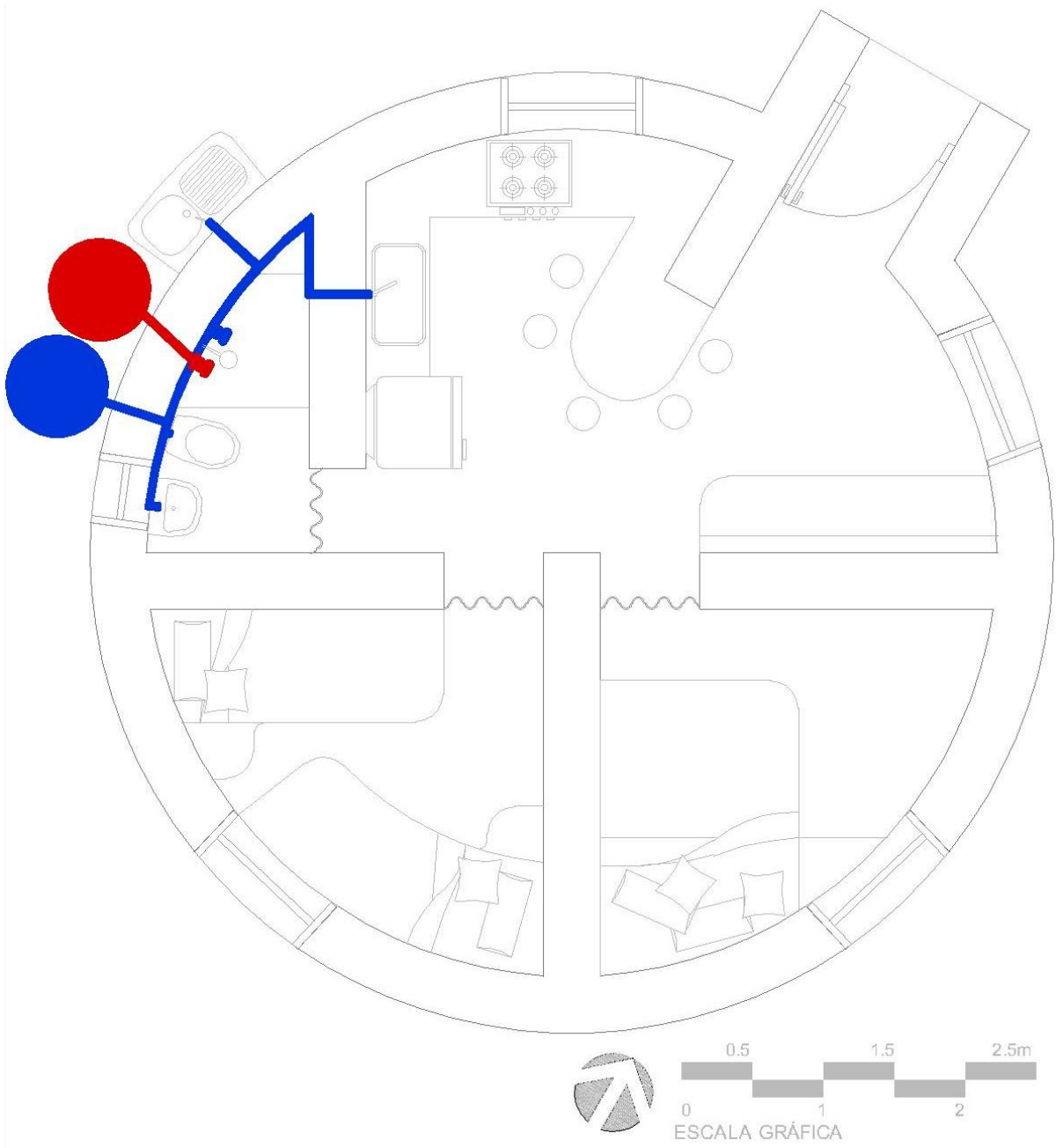


Leyendas

- TOMA ALTA
- LLAVE DE 1 PUNTO
- LLAVE DE 2 PUNTOS
- APLIQUES DE PARED
- ARTEFACTO DE COLGAR
- NEUTRO
- FASE
- RETORNO



Planta de esquema de abastecimiento de agua



Leyendas

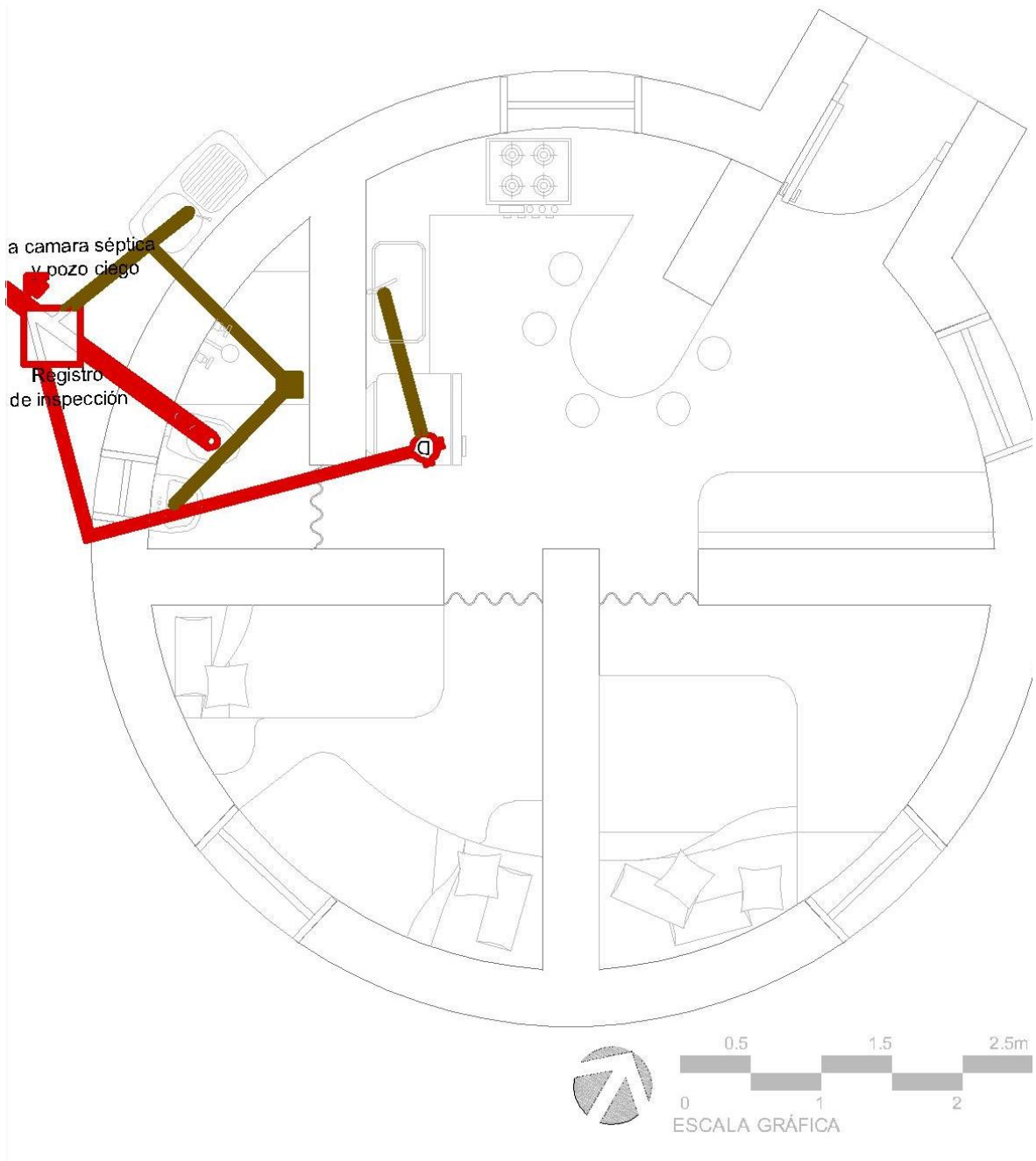
 Agua caliente

 Agua fría





Planta de esquema de desagüe cloacal



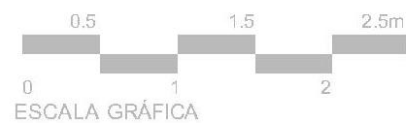
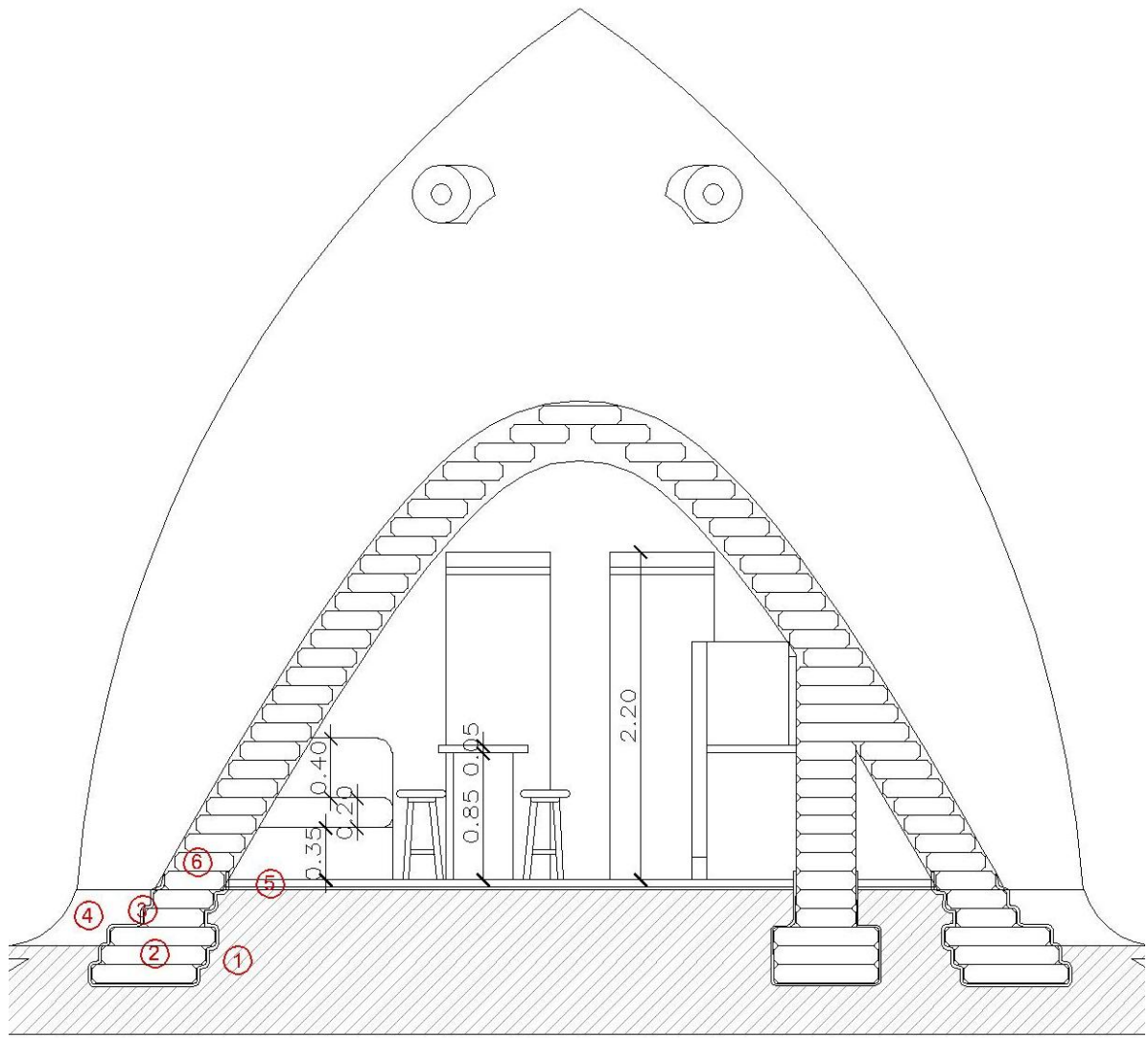
Leyendas

- Cañería primaria
- Cañería secundaria



CORTES

Corte transversal



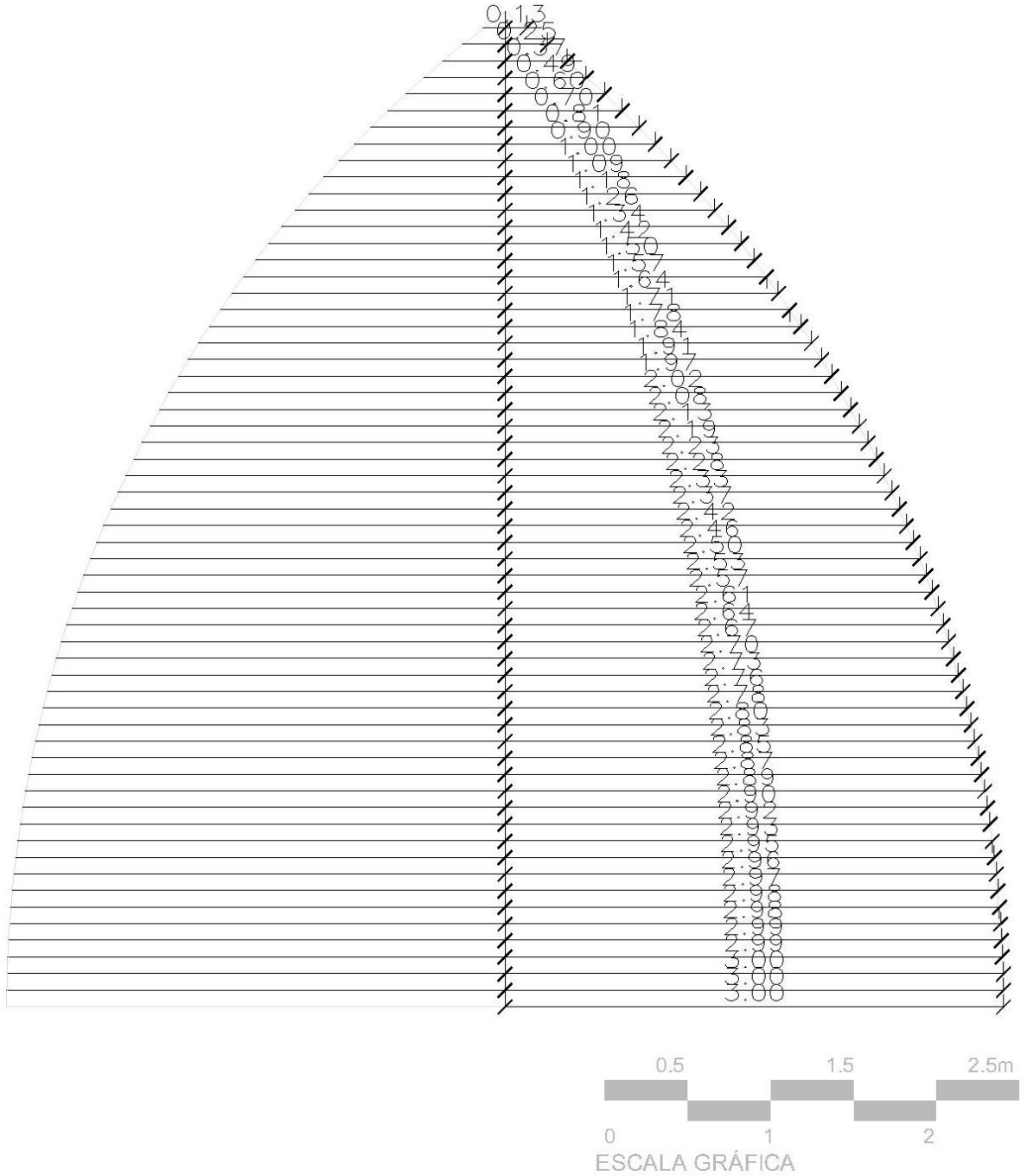
Leyendas⁴³

1. Suelo natural.
2. Cimentación: Tres filas de bolsas plastilleras rellenas y compactadas, puestas en el sentido corto de la bolsa, dando un espesor de 70 cm.
3. Recubrimiento de carpa negra o aislapor para protección de la acción capilar de la humedad del suelo.
4. Talud de relleno de la nivelación.
5. Piso de alisada de cemento.
6. Bolsas plastilleras rellenas y compactadas.

⁴³ Algunos detalles constructivos en el capítulo de ensayos.

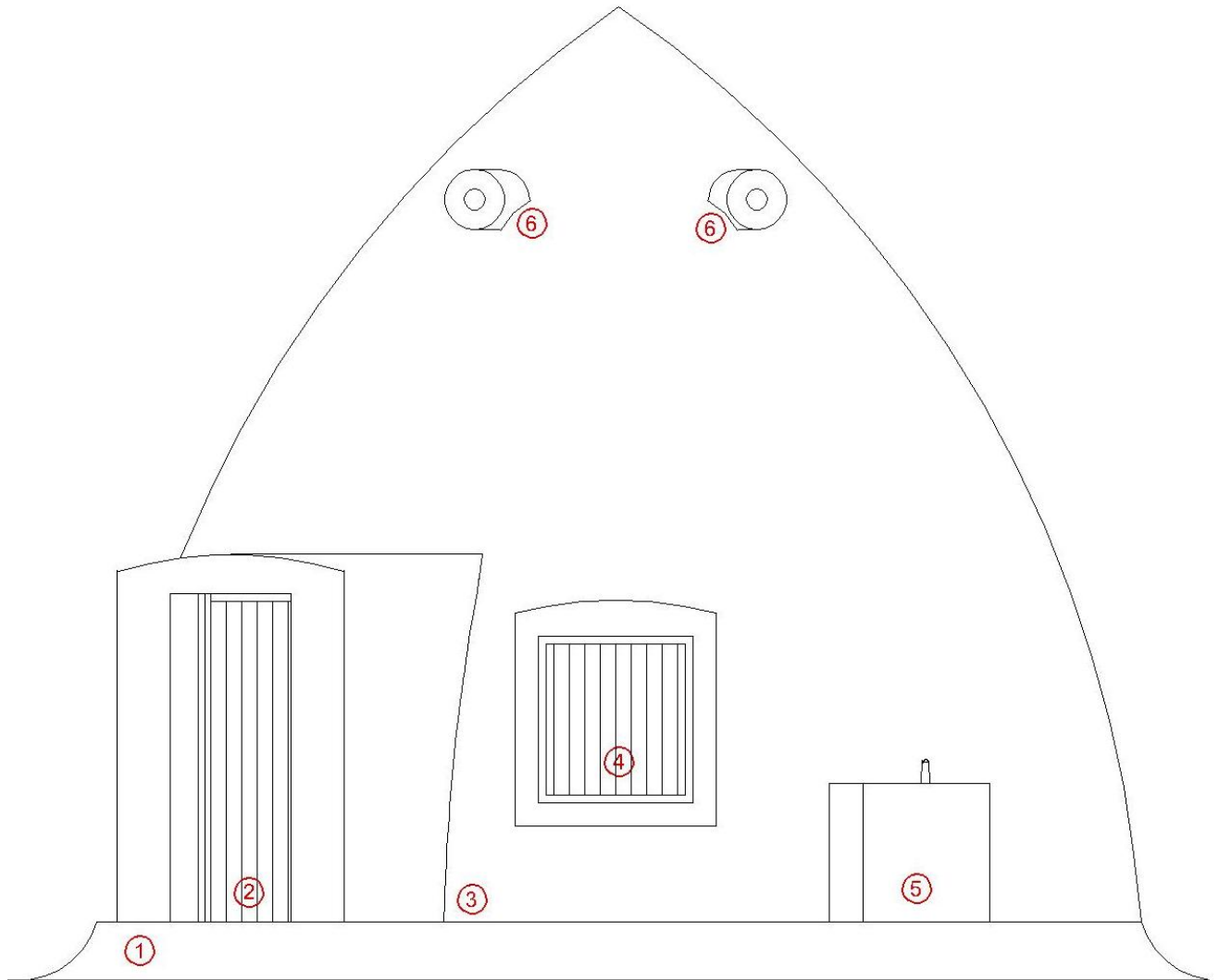


Corte acotado cada 10 cm. del perfil interno del domo





FACHADA



Leyendas

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. Talud de tierra | 4. Ventana doble hoja de madera |
| 2. Puerta de acceso principal | 5. Lavadero y mueble de apoyo |
| 3. Muro revocado con barro y pintado a la cal | 6. Respiraderos superiores |

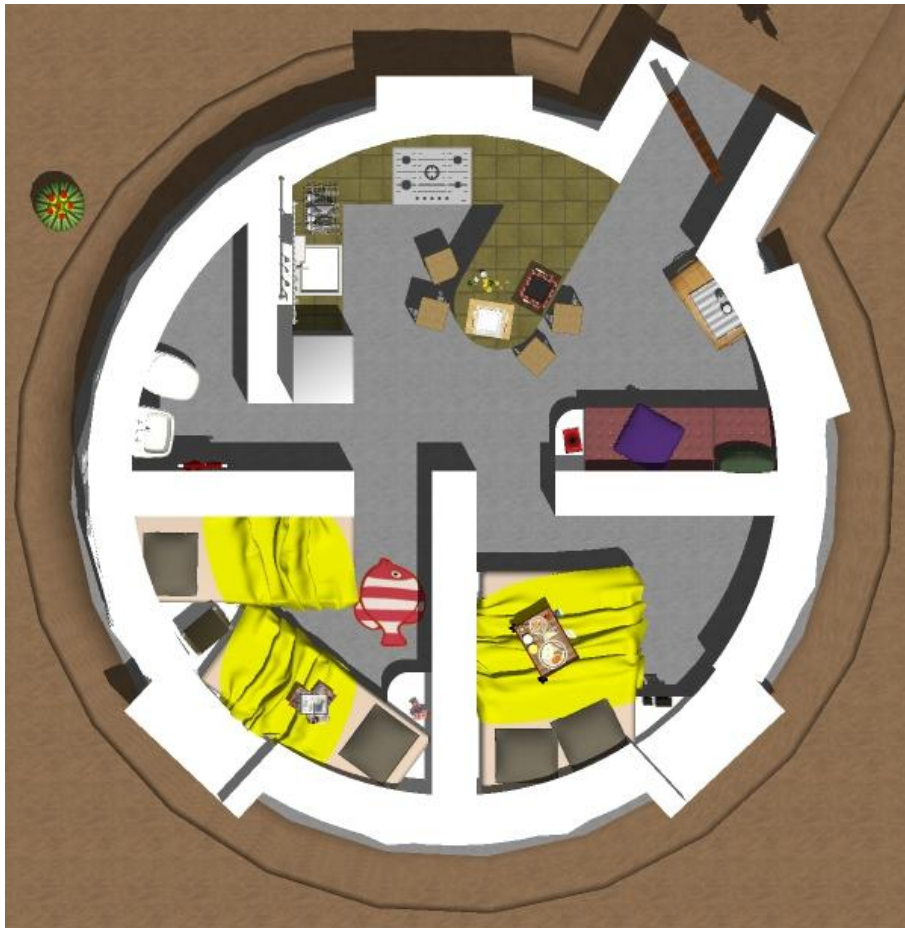




VISTAS 3D

De la misma manera que se hace la exploración y el diseño en planos en dos dimensiones, se hizo con una maqueta virtual del modelo.

Con esto se logra una comprensión más cercana de los espacios y los volúmenes antes de su etapa de construcción.



Planta



Vista de la fachada principal





Fachada norte



Fachada oeste



Fachada sur

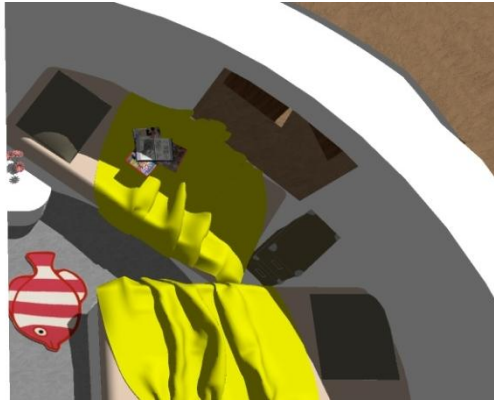
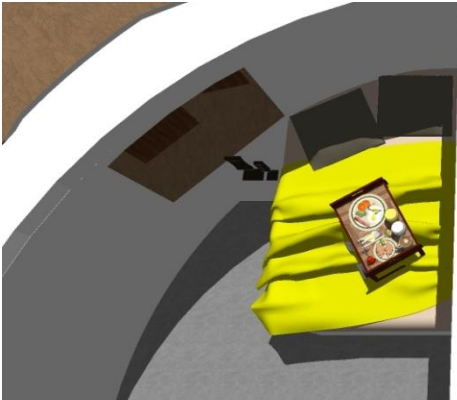


Fachada este





Perspectivas





CAPÍTULO 5 – EXPERIMENTACIÓN

El concepto es el de participación grupal, de cooperativismo. Esto es, sin más, todo el grupo dispuesto a trabajar para todos. Esta semana todos trabajan para construir la vivienda de fulano, la próxima para la de mengano y así sucesivamente [...] lo que permite en poco tiempo levantar una aldea.

Leonardo Garabieta⁴⁴

⁴⁴ Arquitecto urbanista, profesor y escritor argentino.



CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Como parte del análisis de este trabajo, se construyó el prototipo de vivienda diseñado, utilizando el sistema tecnológico estudiado, a modo de ponerlo a prueba más allá de las consideraciones teóricas.

La experimentación de la propuesta se hizo en el territorio analizado, en el departamento de Boquerón, Chaco paraguayo, específicamente en la zona de La Patria, a 90 km de Mariscal Estigarribia, con materiales y mano de obra local.

1. PASOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN

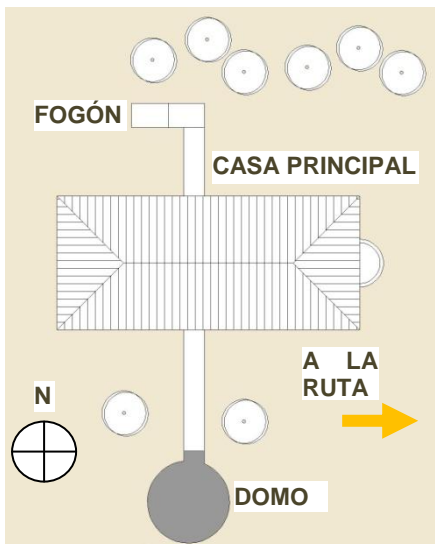
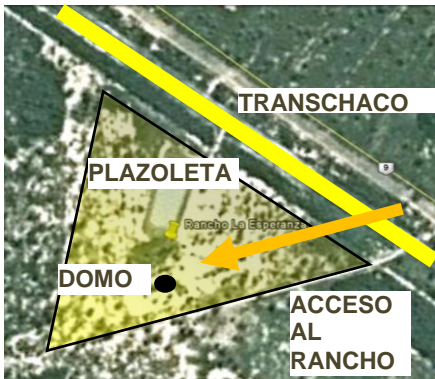
1.1 ELECCIÓN DEL SITIO

El área donde se llevó a cabo la prueba se encuentra a 614 km. de Asunción y a 90 km. de Mcal. Estigarribia, sobre la ruta Transchaco (departamento de Boquerón, zona La Patria), en la estancia “*Rancho La Esperanza*”, en su plazoleta de una hectárea, donde se encuentran la casa principal, la casa de los peones, los talleres y otras dependencias.

Dentro de esta plazoleta el sitio de implantación se encuentra frente a la fachada transversal de la casa principal, a 10 metros de la misma. Se ubica la obra allí por su cercanía a los servicios de energía eléctrica y porque la obra servirá de casa anexa a la principal en este caso.

El nivel del terreno en esta zona de la plazoleta es más bajo que el de las otras construcciones, en 50 centímetros aproximadamente. Cuenta además con árboles de porte mediano en los alrededores; dos de ellos dan sombra en horas de la mañana.

Se tomaron en cuenta además, para su ubicación, la orientación de la vivienda para facilitar su climatización pasiva, ubicando el baño y cocina al noroeste (mayor incidencia del sol), estar al noreste y dormitorios al sur.



1.2 ANALISIS DEL SUELO

La tierra es el elemento fundamental en esta técnica, y su proporción óptima es de aproximadamente 25-30% arcilla y 70-75 % arena y grava.

Esto determina el uso de las bolsas únicamente como un “encofrado” temporal hasta que la tierra apisonada se cure, en lugar de tener que confiar en la integridad de la bolsa para mantener la tierra durante la vida útil de la pared.

Para conocer los componentes del suelo y sus porcentajes pueden hacerse análisis de laboratorio, así como pruebas de campo. Para el propósito de este trabajo se trabajó con pruebas de campo, ya que son accesibles a todos y de costo nulo.



Prueba con suelo del sitio de experimento

La prueba que se realizó en este caso es la del jarro, que es un método sencillo para determinar la proporción de una muestra de tierra. Se realiza tomando una muestra a profundidad de pala para evitar cualquier residuo orgánico. Se carga un frasco hasta la mitad con la tierra y el resto con agua. Se agita y se deja reposar durante la noche.

La arena gruesa quedará en el fondo, a continuación quedará la arena fina y, finalmente, el limo y arcilla. Esto muestra las proporciones aproximadas para una estimación. Una capa superior de cerca de 1/3 a 1/4 del grosor de todo el contenido se puede considerar una mezcla adecuada.

Cualquier proporción de tierra puede ser utilizada, y diversas proporciones pueden utilizarse para diferentes papeles (revoque, mortero del suelo, etc.).

En este caso la tierra con la que se cuenta en el sitio de experimentación está compuesta mayormente por arcilla y limo, no pueden apreciarse en la muestra gran cantidad de arenas finas ni gruesas; pero como este sistema permite toda variedad de suelo, no se modificó la tierra para su uso.

1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD

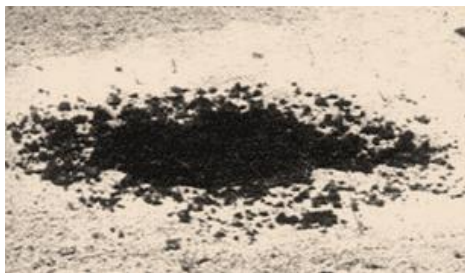
El agua desempeña un papel importante en la preparación de la tierra para la construcción. Todos los suelos son únicos, se comportan diferente y reaccionan de distintas maneras con porcentajes distintos de agua.



Esfera en la mano con la tierra húmeda



Arrojar a la altura del hombro



Resultado con bajo porcentaje de humedad



Resultado con alto porcentaje de humedad

El contenido de agua en la tierra apisonada ha sido tradicionalmente alrededor del 10 al 12%, obteniéndose una textura bastante seca al tacto.

Para probar este porcentaje se puede hacer una simple prueba de campo, formando una bola de tierra en la mano, manteniéndola a la altura del hombro y dejándola caer.

Si la esfera se rompe, se aproxima al 10% de humedad. Este porcentaje permite que la mezcla sea golpeada en una matriz dura; por lo tanto, es considerado el óptimo contenido de humedad.

Pero el mismo suelo con casi el doble de contenido de humedad (20%) produce un bloque final con una superior resistencia a la compresión.

La humedad adicional activa la carga electromagnética en la arcilla. Esto, acompañado de las vibraciones de apisonamiento, logra un mayor poder vinculante y mayor resistencia a la compresión, con menos golpes, lo que resulta óptimo para el sistema constructivo elegido, por lo que ésta será la proporción de agua utilizada en la experimentación.

En el caso de este trabajo la prueba de la bola funcionó, presentando poca deformidad y rotura, un intermedio entre las dos últimas imágenes.

2.CONSTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS



Primer modelo

Se modificó el modelo a una segunda propuesta creada para este trabajo, intentando eliminar imperfecciones. Este modelo consiste en ubicar dos tablas rectas, paralelas, separadas entre sí por el espesor que

2.1 EL SOPORTE DE BOLSA

El soporte de bolsa fue construido en primer lugar siguiendo el modelo indicado en las bibliografías consultadas sobre la tecnología del súper adobe⁴⁵.

Este primer modelo consiste en un soporte hecho de madera o metal (en este caso madera de pino reutilizada de pallets) de patas fijas o plegables en doble "X" donde la bolsa se ancla en la parte superior para que quede abierta mientras una persona carga la tierra dentro.

Se encontró que con este primer modelo se obtenían bolsas "abombadas" o con panza, y se iban llenaban con deformidades, lo que no otorga el modelo de bolsa que se buscaba.



Segundo modelo

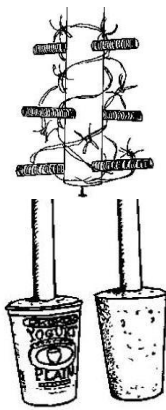
se desea que tenga la bolsa pre compactada (12 cm., para que al compactarse desde arriba nos dé un ancho de 10 cm.). Se unen estas tablas entre sí, se las ubica entre dos tacos de madera paralelos fijados al suelo (para que la parte inferior no se abra), se ancla el extremo abierto de la bolsa en la parte superior para que ésta quede abierta para llenarse y las tablas no permitan la expansión de la tierra más allá que el grosor deseado.

Para liberar la bolsa, la unión entre ambas tablas se hace removible, lo que permite desarmar el soporte y dejar libre la bolsa.

• ⁴⁵ Super adobe building, the tools, tricks and techniques - Kaki Hunter y Donald Kiffmeyer.

2.2 LOS PISONES

Los pisones se hacen en dos tamaños para dos trabajos diferentes. Uno para pre apisonar la tierra dentro de las bolsas, y otro para lograr el trabajo de compactación una vez colocadas las bolsas en su lugar en el muro.



Primer pisón



El primer pisón (el más pequeño) se hizo con un palo de escoba como mango. En el extremo inferior se atravesaron varios tornillos largos y se pasaron entre ellos alambre de púa, para lograr agarre al mango. Este extremo luego se metió en un envase plástico de yogurt, relleno con cemento y se dejó fraguar en un balde con agua por unos días.

El segundo pisón se puede lograr de la misma manera que el anterior, pero utilizando una plantera o balde de plástico como molde o encofrado para la mezcla de cemento. Sin embargo para este caso se utilizó un pisón de madera comúnmente utilizado en la construcción tradicional.



Segundo pisón



2.3 EL COMPÁS

El compás es un caño metálico fijo y aplomado de 6 mts. de largo (el alto del domo), al que se ata un alambre que gira libremente a cualquier punto del círculo, con el largo necesario para poder medir el diámetro de las filas a medida que estas van subiendo.

El caño utilizado se marca cada 10 cm. (altura de bolsa) para poder medir las distancias desde estos puntos a las bolsas en relación al gráfico realizado.

2.4 CAJAS ABANICO

Las cajas abanico se realizaron de la misma manera que se realizaron los sujeta bolsa, sólo que, en vez de poner los tacos de madera que están anclados al suelo para que la parte inferior del sujeta bolsa no se abra de forma paralela, se hizo de forma angular. De esta forma el mismo sujeta bolsa sirve tanto para las bolsas normales como para las abanico.

3. PROCESO SECUENCIA - SISTEMA CONSTRUCTIVO



3.1 LIMPIEZA DEL TERRENO

Una vez seleccionada la ubicación de la obra, se limpió el terreno de malezas y restos orgánicos.

La plazoleta donde se erigió el domo carece de pasto y yuyos, por lo que el trabajo no exigió gran esfuerzo y la profundidad de limpieza fue muy superficial.



3.2 MARCACIÓN Y REPLANTEO

Ya limpio el terreno se eligió el centro del domo y se instaló allí un caño de 6 metros de largo a modo de compás rígido⁴⁶ para referenciar desde allí las medidas de la obra.

A este caño se ató un alambre de la medida del círculo externo de la cimentación de 3,55 mts. y se trazó un círculo en torno a él. Lo mismo se hizo luego para el círculo interior, de 2,85 mts; quedando la zanja de 0,70 mts.



A partir del caño utilizado como guía, se tomaron las medidas de los muros interiores y se cavaron sus zanjas respectivas. Utilizando un semicírculo de madera se quitaron los ángulos necesarios para su trazado.



El suelo en esta región es excesivamente duro y difícil de cavar, por lo que las zanjas de cimentación son de poca profundidad, teniendo en cuenta igualmente para ello que el análisis estructural no exigió una gran profundidad para la cimentación.

⁴⁶ Se utilizó este sistema por contar con el instrumento; si no, se puede utilizar el método del compás fijo de centro – explicado en el apartado: Materiales y herramientas del súper adobe.

3.3 ACARREO DE TIERRA



La tierra utilizada para la obra (llenado de bolsas, nivelación del suelo, revoque, etc.) proviene de un sistema de zanjas que fueron cavadas a mano con pala a unos 50 mts. del lugar de la obra.



Estas zanjas luego servirán para almacenar granos y gravas, muy usados en el campo. Para lugares que lo necesiten podría hacerse una sola excavación que podría utilizarse como tajamar, altamente necesarios en la región como sistema de almacenamiento de agua. Las mismas zanjas pueden ser cavadas cerca de la obra y ser utilizadas como sistema de desagüe cloacal (cámara séptica y pozo ciego).



De estas zanjas se extrajeron aproximadamente 60 m³ de tierra. Con ella se elaboraron los muros, se hizo la nivelación del suelo, el relleno interno de las camas y el revoque interior y exterior. También se utilizó para el relleno del talud perimetral y un caminero de unión entre la obra y la casa existente en el campo.

El acarreo de la tierra se hizo a medida que iba avanzando la obra, de forma que el montón no estorbe en la construcción.

En este caso el acarreo se hizo en la carrocería de una camioneta, donde se cargaba la tierra con palas y se descargaba en la obra de la misma manera. Pero, si no se cuenta con este recurso, bien pueden hacerse las zanjas próximas a la construcción y utilizarlas con los usos sugeridos más arriba.

También se puede hacer el traslado de tierra con carretilla o con carreta.

Para esta obra el personal fue turnándose en las diferentes tareas, según la necesidad, pero en todo momento se contó con dos a tres personas para la tarea de excavación y acarreo de tierra.



Bolsa utilizada



Preparación de la tierra



Llenado de bolsa



Acopio de bolsas

3.4 LLENADO DE BOLSAS

La medida de la bolsa vacía que se utilizó para este trabajo es de 45 cm. de ancho y 90 cm. de largo. La bolsa llena y apisonada mide aproximadamente 40 cm. de ancho, 70 cm. de largo y 12 cm. de alto.

Para realizar la fundación (lo mismo con los muros de elevación) se prepararon con anterioridad las bolsas para luego colocarlas en su lugar.

Primero se preparó la tierra a utilizar, separando y golpeando los terrones grandes con la cara plana de la pala para eliminar piezas grandes que molestarán en la carga de las bolsas y no permitirán una humedad homogénea. Luego se humedeció la tierra con una cantidad de agua de entre el 10 y 20% hasta que permitió tener un cierto grado de adherencia de las partículas del suelo entre si, haciendo más fácil su compactación.

Esta preparación se hizo en una canchada al costado de la obra y la humectación se realizó rociando la tierra con una regadera a

medida que se iba mezclando la tierra con pala y azada.

Se intentó preparar la tierra con una mezcladora eléctrica, pero fue inútil puesto que el barro resultante se pegaba a las aletas y se formaban terrones dentro del aparato.

El llenado de las bolsas en el soporte se realizó con palas. Mientras se van llenado se apisona la tierra dentro de la bolsa con el pisón pequeño; de esta forma la bolsa se compacta contra las paredes del soporte y otorga una medida y forma más estándar.

En esta obra, las bolsas se llenaron antes de su colocación en el muro y se iban apilonando al costado de la obra esperando su ubicación. En la práctica tradicional del súper adobe las bolsas se llenan en su lugar en el muro.

3.5 FUNDACIONES

Para la cimentación se cavó una zanja poco profunda, en la que se aprovechó para nivelar el suelo para la futura colocación de las bolsas de modo que queden correctamente niveladas en el plano horizontal. Esta zanja sirve para anclar la construcción al suelo, ya que las bolsas en sí no tienen ningún nexo o agarre con el suelo sobre el que se asientan.

Las fundaciones consisten en las mismas bolsas con las que se levantaron los muros pero se encuentran en sentido longitudinal (70 cm.), rellenas con tierra y pre-aponadas antes de su ubicación en la zanja de cimentación.

Se realizaron así tres filas, unidas por alambre de púas (como amarre) y apisonadas nuevamente desde arriba con un pisón común de madera.

A continuación de la tercera fila se giró el sentido de las bolsas, en la cuarta y quinta fila que componen el cimiento y la nivelación de la obra, ya que no precisa continuar con una superficie de apoyo tan ancha.

Esta precaución de lograr una superficie de apoyo más ancha al llegar al asentamiento de la construcción se hizo simplemente por eso: precaución, ya que no hay indicios en la bibliografía consultada ni en el análisis de cargas



realizado que requieran tomar dicha acción.



3.6 AISLACIÓN

La aislación consiste en recubrir la zanja de la cimentación con aislapor negro, de 2 mts. de ancho, antes de colocar las bolsas.

Se centró el aislapor o carpa negra en la zanja para usar el sobrante para cubrir las bolsas que van a estar enterradas bajo nivel de suelo (50 cm.) luego del relleno.



Proceso de nivelación

3.7 RELLENO

El relleno se hizo para igualar el nivel de piso de la obra con la vivienda existente en la estancia.

El suelo en esta zona tiene un gran contenido de arcilla, así en las grandes lluvias pierde su capacidad de absorción del agua, por lo que es primordial tener una diferencia de altura prudencial entre el interior y el exterior de la vivienda. Esto impide además el paso del polvo levantado a nivel de suelo por el viento y la suciedad que acarrea.

Se utilizó el mismo nivel de la vivienda existente por comprobar su óptimo comportamiento con los niveles de agua en grandes lluvias.

Una vez llegado al nivel deseado con las bolsas, se cerró la aislación con ayuda de tierra, trabando las capas de aislapor que habían sido colocadas.

El relleno se realizó tirando con carretilla tierra del mismo tipo con el que se llenan las bolsas, en capas de 15 cm. de espesor, que se esparcía de forma pareja; luego se humedecía con ayuda de una regadera, y se apisonaba con el pisón grande de madera de forma sucesiva hasta alcanzar el nivel de contrapiso.



Muros durante su construcción



Colocación del alambre de púas

3.8 ELEVACIONES

Sistema utilizado

Los muros de elevación se hacen con las mismas bolsas plastilleras que conforman la cimentación, pero ubicadas de su lado largo, dando un espesor de pared de 40 cm.

Estos muros son los iniciados a partir de la fila 6 en adelante, incluidos los muros exteriores (muro circular y pórtico) y los internos, ya que de la fila 1 a la 5 son de cimentación y nivelación, y se encuentran bajo tierra.

Estos muros de elevación tienen tanto partes curvas (muro exterior) como rectas (muros internos y pórtico de acceso). Estos muros curvos van decreciendo a medida que la altura avanza, hasta cerrarse por completo en el pináculo o fin del domo, lo mismo que los muros rectos que desaparecen una vez que su altura se va igualando a la de su sector del domo.

La seguidilla de filas fue similar a las filas de cimentación y nivelación: bolsa, alambre de púas, bolsa..., utilizando entre todas las filas dos vueltas completas del alambre, y apisonando las filas una vez colocadas desde arriba con el pisón grande de madera para que vayan nivelándose horizontalmente sin quedar zonas más altas o bajas que otras en la misma fila.

La colocación del alambre de púas se hace desplegando a lo largo de las filas el rollo de alambre y sujetando a las bolsas por medio de un alambre de atar que "cose" al de púa a la bolsa, ya que este tiende a no quedarse donde se lo ubica.

Este alambre se coloca con pinza en forma de gancho, entrelaza el alambre de púas y la bolsa, los salientes se retuercen y se cortan los excesos. De esta forma hay que dar dos vueltas a cada fila.

Experiencias

Tambaleo de los muros

Una de las primeras complicaciones en la obra fue que hasta no alcanzar el nivel superior de las aberturas, las paredes rectas no trababan entre sí, lo que hacía que estas sean un poco inestables y presenten un ligero movimiento si se las empujaba. Una vez pasado el nivel de puerta y trabadas las paredes entre ellas, empezaron a trabajar en conjunto y el movimiento cesó.

Hundimiento de un sector



Deformación del muro

Otro inconveniente similar, fue el ocurrido con el sector de muro entre la ventana de la cocina y el acceso. Este problema llevó a un replanteo en el diseño original de la planta y una adaptación del mobiliario al cambio hecho. El problema se presentó en ese sector del muro ya que la abertura de la puerta es el punto crucial en un domo, porque es ahí donde menor resistencia ofrece, ya que sus anillos están siendo interrumpidos por un vano y dejan de trabajar como un anillo completo. Lo que ocurrió fue que el muro vertical del acceso hizo peso sobre el domo en su apoyo y hundió su perfil 6 cm. en las filas comprendidas entre el antepecho y el dintel de la ventana y la puerta.

Soluciones al problema de la deformación



Vista exterior e interior del cabo tensor

Como primera acción se pasó en medio de la zona afectada -por entre las bolsas- un cabo de acero al que se sujetó una tabla por el lado de adentro del domo. El extremo del cabo que quedó fuera se sujetó a un árbol cercano y con una catraca se tensó el cabo hasta que la tabla del interior empujó para afuera esos 6 cm. que se había deformado. Esta tabla y cabo se dejó en la obra como precaución hasta que hubo que retirar la tabla para poder trabajar el interior del domo.



Se reconsideró el arco que debería ir sobre el pórtico de acceso (porque mientras más tardaba en cerrarse esa abertura del domo, menos resistencia tenía, y un arco involucra más altura necesaria) y se optó por una forma rectilínea para el remate del pórtico.

Para este efecto se desarmó el encofrado curvo que ya se había instalado para ubicar las bolsas abanico que iban sobre él y se colocó una reja metálica de varillas de espesor considerable, reutilizadas de un viejo gallinero del campo.

Esto evidentemente llevó una pérdida de casi dos días, entre el armado y desarmado de un encofrado y la adaptación de la reja para el nuevo, además del desarme de las primeras dos filas de bolsas abanicos que ya se habían instalado y preparar bolsas con un cierto contenido de cemento (medio balde de cemento por bolsa) para colocar sobre la reja.



Construcción del contrafuerte

Como última acción se incorporó un contrafuerte interno que provee masa extra al muro en su zona más débil. Este contrafuerte de 1 mt. de largo y con la misma altura de la puerta se hizo en continuación del muro del pórtico de acceso. Se trabó al suelo por medio de una primera zanja donde se ubicaron las primeras dos filas de bolsas del contrafuerte y luego al muro existente por medio de varillas incorporadas cada 3 o 4 filas.

El remate de todas las aberturas se hizo de forma rectilínea (no es lo ideal, ya que el arco distribuye mejor las fuerzas superiores al piso y sólo requiere un encofrado momentáneo y no permanente como el otro caso) porque el costo de

un marco de abertura curvo es muy elevado, y no es tan práctico hacerlo uno mismo sin experiencia de carpintería. Además, en este caso, se contaba con mucho metal de reutilización de viejas estructuras de corrales y gallineros, y fueron esos metales los que se utilizaron para el efecto.

Subida de bolsas



Pluma sujeta al tractor



Andamios de almacenamiento



Vista de la polea de la pluma accionada por la camioneta

Descontando estos inconvenientes, las primeras filas fueron transcurriendo con facilidad, pero a medida que la altura se pronunciaba era más difícil subir las bolsas hasta el nivel deseado (cada bolsa llena y compactada pesa 40 kg.), y como se contaba con unas 500 bolsas cargadas a nivel de suelo se ideó una pluma sujeta al tractor, que ayudó a subir por medio de una polea las bolsas hasta el nivel deseado.

Las primeras filas con este sistema se hicieron bastante lentas porque la pluma permitía subir una bolsa a la vez, y de forma manual. Además se podían subir sólo las bolsas que iban a ser utilizadas en el momento, no pudiendo almacenarlas arriba.

Se solucionó el problema del almacenamiento construyendo un andamio que permitió no sólo almacenar las bolsas arriba, sino que el equipo pudiese transitar por allí sin inconvenientes.

El problema de subir las bolsas de forma manual se solucionó atando la cuerda que pasa por la polea a la camioneta y alzándola con su fuerza, de modo que se liberó personal y trabajo.

Esto se hizo hasta con todas las bolsas que ya habían sido cargadas a nivel de suelo.

Luego se experimentó con cargarlas in situ, probando que este método también es posible pero más lento, ya que el llenado de bolsas puede hacerse prácticamente en cualquier momento y por varias personas, mientras espera su colocación en el muro. En obras con menor infraestructura sería ésta la respuesta adoptada, pero una polea puede instalarse en cualquier árbol.

Error en cierre de filas, nuevo hundimiento



Vistas de la deformación entre la fila 38 a la 41

Un nuevo inconveniente surgió por error humano, ya que las estructuras de cúpulas llevan milenios demostrando que no necesitan ningún apoyo extra. Sin embargo, al llegar a las filas 37 y 38, por equivocación no se hizo el cierre de diámetro entre una y otra, lo que ocasionó un cambio en la altura final del domo, ya que se necesitándose filas extras para suplir estos centímetros que no se restaron cuando se debía.

Se tomó la decisión de restar 2 centímetros extras a cada fila siguiente, hasta igualar los que se habían perdido,

haciendo entre fila y fila voladizos más largos de lo que deberían haber tenido.

Fue esta decisión, sumada a alguna otra imperfección en la colocación horizontal de las bolsas -además de que la lluvia de los días anteriores y las lloviznas habían mojado considerablemente el plástico de las bolsas- la que hizo que las filas siguientes a estas, de la 38 a la 41, perdieran estabilidad y se corrieran hacia adentro de la vivienda unos cuantos centímetros.

Esto obligó a dismantelar la zona afectada, volver a ubicar con mayor cuidado y apisonamiento las bolsas en su sitio para que queden en su lugar. Así, el problema se solucionó.

Esto lleva a la conclusión de que hay que respetar la geometría de la forma, sobre todo cuando se debe ir a 6 metros de altura, ya que unos centímetros juegan un gran papel en estas estructuras.



Apuntalamientos internos

De todas maneras, se dejó unos apuntalamientos en la zona afectada; aunque ya no fuesen necesarios, se utilizarán para pasar las instalaciones de luz y colgar los artefactos de ellos, y además, por como dice el dicho: **mejor prevenir que curar.**



Últimas bolsas

Las siguientes filas continuaron con normalidad, realizándose la reducción estipulada de centímetros, cuyo número es cada vez mayor conforme sube el domo, ya que hacia la punta tiene un perfil menos vertical que el arranque del mismo; por lo que en estas filas se tuvo mayor cuidado en la colocación de las bolsas. Asimismo cada fila utiliza menos cantidad de bolsas y menos cantidad de alambre.



Las últimas bosas fueron particularmente más difíciles de subir, ya que, a medida que el domo sube, se aleja de su borde exterior y la pluma ya no podía llegar hasta el sitio de trabajo.

Esto obligó a que se pruebe colocando la pluma por el caño eje y subiéndola por polea desde adentro de la casa y hasta arriba del hueco central. Esto funcionó bien hasta que el hueco se hizo demasiado pequeño como para dejar pasar las bolsas, por lo que se instaló una escalera por la pared del domo y las bolsas se alzaron a hombro subiendo por ella.

De todas formas, las últimas filas se hicieron de bolsas más pequeñas y se llenaron en ángulo ya que la curva se hacía más pronunciada al ir cerrando el domo. Este cambio de tamaño ayudó considerablemente a la subida de bolsas a hombro.

Al llegar a la última fila, se apoyó simplemente una bolsa sobre las otras 2 (la penúltima fila). Así se cerró el domo.



3.9 DINTELES

Originalmente los dinteles de las aberturas deberían haber sido curvos, rematados por bolsas en forma de cuña hasta cerrar la abertura superior.

Sin embargo, como se comentó anteriormente, la maniobra de hacer marcos curvos era muy complicada.

Se optó por la utilización de dinteles rectos en las aberturas de ventanas, ya que se contaba con varillas y metales desechados de viejos gallineros del campo.

De todas maneras, la puerta debería igualmente haber llevado una suerte de bóveda en su remate hasta su unión con el domo.

Como se señaló con anterioridad, por el hundimiento del muro entre la ventana de la cocina y la puerta, y el debilitamiento del muro que representaba continuar el vacío en la estructura hasta alcanzar el alto del arco de la bóveda, se desechó esta idea y se hizo un pórtico recto, con las bolsas sobre una vieja reja de varilla. Se puede ver en la primera foto el encofrado curvo original y en la foto bajo ésta el resultado del pórtico recto.

Todas las bolsas que funcionan como dintel, tanto de puertas y ventanas, fueron cargadas con tierra común de la obra más medio balde de cemento por cada bolsa, para mejorar su resistencia. Y todas además descansan sobre encofrados permanentes de varilla lo suficientemente fuertes como para resistir las cargas superiores de las bolsas.



Primera opción - Sin dintel



Segunda opción - con dintel

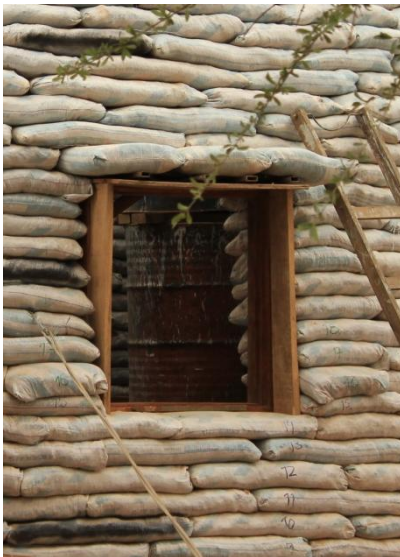


En el caso de las puertas internas que serán de tela, se puede ver que primero cruza el palo de escoba que servirá de colgador a la tela; luego se dejó el espacio de una bolsa para que pueda correrse libremente y

Dintel de puerta interna

ser removida para cualquier limpieza; y, sobre esa última fila libre cruza el dintel de metal que soporta las bolsas superiores sobre el vano de la puerta. Estas bolsas no llevaron cemento ya que no resistirán cargas extras ni las condiciones climáticas exteriores.

En todos los casos, las estructuras de dinteles se apoyaron simplemente en los muros laterales a las aberturas y fueron fijados con barro hasta que la siguiente fila de bolsas los presionó en su lugar.



Dintel con encofrado

Encofrado removido

Dintel revocado y pintado

En el caso de las ventanas, una vez curados los dinteles, los encofrados externos de madera que ayudaban a sostenerlos fueron removidos, quedando el alero tipo voladizo sobre la abertura.

Una vez entrada la tarea del revoque, con el mismo barro se formó un arco sobre los dinteles para ayudar al agua escurrir a los costados de la abertura.

3.10 MUEBLES

El 99% de los muebles de la vivienda están realizados en el mismo material del domo, lo que representa una gran economía en el equipamiento del hogar y permite que, al ser parte de un todo, las alimañas no encuentran cobijo bajo los muebles de camas y aparadores.

El problema que esto representa es que en el caso de la cocina no permite la colocación de muebles de alacena donde

guardar los utensilios, aunque en el caso de esta obra se solucionaron todos los problemas de este tipo por medio de estanterías ancladas al muro.

Empezando por los muebles hechos de bolsa plastillera, tenemos las camas de los dormitorios (matrimonial y de hijos), las mesas de luz de los dormitorios, el sofá de la sala y el mueble de cocina entero con la mesada de comedor.

La belleza que ofrece este sistema es que los muebles son anexos al todo, dando una calidad estética muy orgánica y diferente. Por ejemplo, el mueble de cocina se curva siguiendo todos los muros y luego remata en la misma mesa de comer. El sofá y la cama de los niños hace lo mismo, no existiendo el fin de un equipamiento y el comienzo de otro, lo que trae infinitas posibilidades en el diseño de interiores.



Construcción del sofá



Construcción de la cama doble



Construcción de las camas simples



Revoque de la mesa y sofá



Mueble de cocina revocado



Cama doble terminada



Camas simples terminadas



Sofá terminado



Cocina comedor terminado



Mueble de apoyo del baño

Para hacer las camas se midieron las dimensiones de las mismas y se trazó en el suelo el perfil, luego se ubicaron las bolsas rellenas y compactadas formando esta figura y el espacio hueco fue relleno con tierra humedecida y apisonada. Se hicieron 4 filas con este sistema, hasta alcanzar la altura deseada de 40 cm. sobre el nivel de suelo, para llegar a la altura final con el colchón (el mismo caso con las camas y el sofá, sobre el mueble se ubica el colchón o almohadones).

Lo mismo, pero sin el relleno (ya que el ancho de la bolsa era de la medida adecuada), se hizo para los sofás y la mesada de cocina, siempre trabando las bolsas para que no queden uniones verticales. En el caso de los muebles ya no se utilizó alambre de púas como unión ya que la altura no representaba ningún riesgo.

Una vez llegada a las alturas de todos los muebles, estos fueron revocados de la misma manera que los muros, haciendo siempre esquinas curvilíneas y no en ángulo, que luego se pintaron a la cal como el resto de la vivienda, de forma que sea fácil de cuidar y limpiar.

Esta solución del mobiliario no es obligatoria para la construcción de domos. Pueden utilizarse muebles de todo tipo, ajustándose a las posibilidades del espacio y gustos de los usuarios.

3.11 INSTALACION SANITARIA

Por cuestiones de tiempo y alcance de este trabajo la instalación sanitaria tuvo que realizarse de manera muy similar a la de las construcciones tradicionales de la ciudad, con artefactos de loza y desagüe con cámara séptica y pozo ciego; aunque, para una vivienda de presupuesto más ajustado y que se ciñan a una construcción más ecológica, podrían incorporarse las soluciones de letrinas modernas experimentadas en varias partes del mundo y la utilización de biodigestores, compostadores, etc.

Abastecimiento

El abastecimiento de agua se hizo almacenando ésta en dos tanques de plástico reutilizados de 200 lts. , ya que no existe un suministro de agua oficial en la mayoría de los poblados alejados u asentamientos de la región.

Estos tanques se elevan del nivel de suelo en el exterior, atrás del baño, para tener acceso más cercano a las zonas húmedas. Estos dos tanques se diferencian en que uno actúa como almacenamiento de agua fría y otro se pinta negro, absorbiendo la luz del sol (muy potente en la zona), calentando el agua de forma pasiva y sin consumo de energía eléctrica.



Instalación para ducha y cisterna

De estos bidones salen los caños de PVC de ½ pulgada, diferenciando los tipos de caños usados para agua fría y agua caliente (caño para altas temperaturas). La instalación de agua caliente se hará únicamente para la ducha (el “mezclador” es simplemente la confluencia de ambas cañerías -fría y caliente- luego de pasar por estas llaves de medio giro). El agua fría abastecerá al baño, cocina y lavadero.



Mezclador y llaves de agua fría y caliente

El caño se sujeta a los muros por medio del alambre negro de atar, como todas las instalaciones hechas en la obra, cociendo con el alambre los caños a las bolsas y quedando estos escondidos una vez revocados los muros.



Artefactos sanitarios

La perforación de los muros para pasar el suministro de agua de un ambiente a otro se hizo con una barrena y de forma manual.

Los artefactos utilizados en los sanitarios son también reutilizados de otras obras y su instalación no difirió de una instalación tradicional.

Para las bachas de la cocina y lavadero se adquirieron las económicas de plástico. Se utilizaron como canillas las llaves de paso de medio giro, que impiden un mayor desperdicio de agua que las tradicionales a rosca. Estas mismas llaves se utilizaron en la instalación de la ducha.

Desagüe cloacal



Instalación a través de las bolsas



Instalación del desagüe cloacal



Instalación ya enterrada

El desagüe cloacal se hizo de manera bastante simple. En un comienzo de la obra ya se ubicaron las cañerías de desagüe y los espacios luego fueron rellenos por tierra y el contrapiso.

El desengrasador en la cocina representó cierto desafío, ya que el mueble de la bacha de lavar está hecho del mismo material de las paredes y muebles de la casa: la bolsa plastillera, por lo que no podía ubicarse bajo ésta. Se resolvió ubicarlo bajo el espacio de la heladera, ya que en el momento de limpieza ésta simplemente puede correrse permitiendo el acceso al artefacto.

Luego de esto, todas las conexiones de desagüe corrieron para el lado derecho de la casa, permitiendo que se realice un solo registro de inspección antes de la llegada a la cámara séptica.

La cámara séptica y el pozo ciego se hicieron de forma tradicional y se utilizó la tierra sacada para su construcción en la obra.



Cruceta con aisladores



Agujereando la pared



Conexión de una toma



Tablero principal (una llave)



Artefactos lumínicos de bidones de agua

3.12 INSTALACION ELÉCTRICA

La instalación eléctrica es monofásica, ya que tiene una carga instalada muy baja.

Se diseñó la ubicación de las tomas y puntos para lograr el menor recorrido posible de cables y se evitaron artefactos con gran consumo energético (aires acondicionados, ducha eléctrica, horno eléctrico) para lograr un consumo de energía bajo, ya que, gracias al material de construcción, la casa se mantiene climatizada pasivamente por las cualidades de la tierra y el calentamiento de agua para la ducha se hace de forma solar, por lo que no se utiliza energía eléctrica en ambos casos. También las lámparas utilizadas son de bajo consumo.

El suministro de energía se hizo estirando una conexión de la casa existente. Allí se soldó una cruceta con sus aisladores a la estructura del techo, a la misma altura y dirección, se colocó la de la obra.

Con una barrena se hicieron los agujeros para poder pasar los electroductos. Estos se fijan al muro con alambre negro de atar, como se cosía el alambre de púas a la bolsa.

Todos los accesorios son de tipo externo, pero quedan a nivel de muro una vez revocadas las paredes interiores, también los electroductos.

Los artefactos de luz son bidones reutilizados de agua cortados y pintados a mano, que cuelgan de los puntales de la sala y cocina y de palos de madera en los dormitorios y baño.

La instalación total cuenta con 8 luces (3 sala y cocina, 1 por dormitorio, 1 en el baño, 2 exteriores), 7 puntos y 7 tomas.

3.13 PUERTAS Y VENTANAS

La instalación de las aberturas se hizo colocando los marcos correspondientes a cada una en el momento en que la obra debía dejar el hueco para su ubicación. En el caso de la puerta principal se hizo desde el momento en que los muros de elevación alcanzaron su tercera fila. Los marcos, una vez ubicados, se aplomaron y nivelaron.

La trabazón o unión que se hace entre los marcos y el muro consiste en una varilla en forma de herradura larga que se clava como oreja al marco en el momento necesario, para luego ser “aplastada” por la bolsa siguiente, trabándola en su lugar.

Este procedimiento de clavar las “orejas” se hace en el momento de necesidad porque al ser la bolsa un material que no permite que se calcule exactamente el alto que tendrá, hace que sea imprevisible una medición anticipada de donde caerá cada fila en el marco de la abertura.

Para ubicar las ventanas se midió en el muro su ubicación según el plano (medio mismo de cada muro donde son ubicadas, excepto la del baño), se marcó el centro y se hizo coincidir éste con el centro del marco.

Todas las aberturas colocan su filo contra el borde interno del muro del domo (permitiendo que el agua de lluvia no filtre por las aberturas) y se abren hacia el exterior (excepto la puerta de acceso).

Sobre cada ventana se hizo un alero de protección con bolsas, pero éstas contienen un grado de cemento para darles mayor dureza (medio balde por bolsa). Estas bolsas se colocaron de manera perpendicular a las del muro para que el saliente que así se obtiene trabaje de alero.

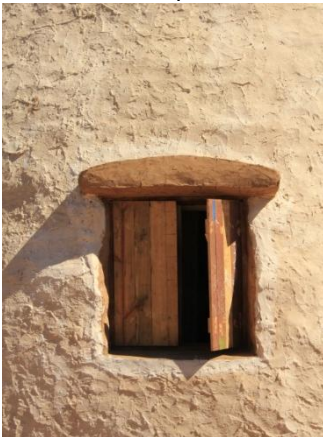




Estructura del dintel



Desarme de los pallet



Ventana de madera de pallet



Puertas internas y su detalle



Se hizo un encofrado provisional para permitir que la tierra cure de esta manera y se agregaron varillas en la parte superior del marco, sujetando el voladizo de las bolsas de alero.

Como protección extra, por el peso que ejerce la estructura sobre los marcos, se colocó en medio de los mismos un travesaño que soporte la carga y evite la deformación de la abertura.

Las hojas de las aberturas se hicieron en obra con madera reciclada de pallets y son adheridas a los marcos por medio de bisagras comunes atornilladas a los marcos y a las hojas de las aberturas.

Las hojas se hicieron colocando las tiras de maderas de forma vertical y unidas por medio de una estructura de la misma madera, en forma de Z, evitando su deformación.

Todo ello (excepto los marcos) se hizo de manera aficionada en el campo, sin personal de carpintería. Los marcos de ybyrapyta fueron hechos en Asunción por un carpintero.

Las puertas interiores se hicieron en telas, tipo cortinas, colgadas por ganchos de un palo de escoba que cruza el vano de las puertas. Sobre este palo se deja una fila libre dando espacio a la cortina para correr de lado a lado. Se cuelgan de ganchos para permitir correrlas fácilmente y removerlas para su limpieza.

Se hizo esto ya que estas puertas representan únicamente privacidad con el resto de la casa y no un carácter de protección, y sobre todo por la reducción de presupuesto que representa la eliminación de tres marcos, hojas y sus herrajes.



3.14 REVOQUES EXTERIORES

*No hay nada en mi intelecto que no haya pasado
por mis sentidos.*

Aristóteles⁴⁷

Pruebas

Es muy difícil hallar una receta universal para el revoque con barro, ya que cada suelo es distinto en proporción de sus componentes y su tipo, por lo que es esencial realizar pruebas con el suelo disponible para determinar la mezcla más apta para nuestro propósito.

Para el revoque exterior se probaron varias mezclas con dos tipos de suelos, tierra de la obra, con la que se llenaron las bolsas, que es tierra del lugar, y un tipo de arcilla negra encontrada en un tajamar a unos trescientos metros de la obra. A estos suelos fueron agregándose distintos materiales para encontrar la mezcla más adecuada en cuanto a retracción y adherencia.

Para todas las pruebas se hicieron superficies de 1m² aproximadamente.



Colocando el revoque



Revoque empezando a secar



Revoque de arcilla negra seco

Prueba 1 – arcilla negra

Para la primera prueba se utilizó la arcilla negra encontrada en el tajamar. Se probó mezclas en distintos grosores y con distintas cantidades de agua pero en todos los casos el resultado fue el mismo: se cuarteó y dejó grietas tan profundas como la capa colocada.

En los casos donde se utilizó más agua se hallaron grietas en mayor cantidad.

La colocación del revoque se hizo a mano, rellenando primero las uniones entre filas y luego unificando las distintas hileras de revoque. Por último se pasó un fratacho para alisar la superficie colocada para poder apreciar los resultados de la mezcla una vez seca.

⁴⁷ Filósofo griego

Prueba 2 – tierra de la obra



Revoque con menos agua



Revoque con más agua

La segunda prueba se hizo con la tierra de obra que, aunque muy arcillosa -a diferencia de la anterior- tiene un mayor contenido de arena.

El revoque fue colocado de la misma manera y con distintos porcentajes de agua.

Nuevamente las muestras arrojaron grandes grietas, en mayor cantidad con mayor contenido de agua. Pero en este caso la adherencia a las bolsas del muro era mucho menor que en el caso de la prueba 1, y era muy fácilmente removible con poco esfuerzo, con lo que se concluyó que esta mezcla era deficiente para el revoque.

Prueba 3 – tierra de obra con cal



Tierra de la obra con cal

Para la tercera prueba se mezcló la tierra de la obra con cal apagada, en proporción 1:7 (uno de cal, siete de tierra).

El resultado dio un revoque que se agrietó profundamente al empezar a secar, de mala adherencia al muro y con una dureza inferior que la misma tierra sin cal.

Una vez seco el revoque se rompía al tocar.

En este caso y el siguiente, por la utilización de cal en la mezcla, la colocación se tuvo que hacer con cuchara y con cuidado de no tocar demasiado la mezcla por el efecto que tiene sobre la piel.

Prueba 4 – arcilla negra con cal



Arcilla negra con cal

La prueba 4 se hizo en la misma proporción que la anterior pero con la arcilla negra en lugar de la tierra de obra.

El resultado fue muy parecido: se agrietó al empezar a secar, de mala adherencia y resistencia inferior que la misma arcilla sin cal.

Sin embargo, esta muestra tenía una mejor adherencia que la anterior, por lo que se concluye que esta arcilla es muy buena para pegarse al muro.



Arcilla negra con pasto seco

Prueba 5 – arcilla negra con pasto seco

Se dejó entre las últimas opciones la mezcla con pasto seco porque introducir fibra natural a la mezcla es complicado por el problema de los insectos, pero al ser ventajosa esta mezcla se debe simplemente tener cuidado en cubrirla bien una vez que se dé la segunda mano sin fibra.

Se mezcló la arcilla negra, que mostró buena adherencia, con pasto tipo gaton panic seco cortado con machete en trozos de unos 15 cm. de largo.

Este revoque mostró menos grietas que los anteriores, porque el pasto o paja sirve como armadura a la mezcla, evitando que se rompa al retraerse.

Igualmente se agrietó más de lo deseado.



Tierra de obra con arena

Prueba 6 – tierra de obra con arena

Se probó adhiriendo arena blanca a la tierra de la obra que tiene un menor índice de arcilla, ya que la arena no cambia de volumen con el agua (a diferencia de la arcilla), pero no tiene la misma adherencia ni resistencia a la erosión de la arcilla.

Se hizo en un porcentaje de 50% arena blanca y 50% tierra de la obra. El resultado fue similar al de la mezcla con pasto seco en calidad de adherencia y agrietamiento. Sin embargo, el anterior demostró mayor dureza.

Esta mezcla es buena para recubrimiento final sobre la primera mano de revoque.



Revoque definitivo

Prueba 7 – tierra de obra, arcilla negra, arena y pasto seco

Cada material probado tenía su ventaja, por lo que se optó por una prueba con proporciones de 50% arena blanca, 25% arcilla negra, 25% tierra de la obra y pasto seco en cantidad necesaria.

El resultado fue un revoque de muy buena adherencia, duro y con muy poco agrietamiento al secar. Se optó por esta opción para la primera capa de revoque exterior del domo, que al estar a la intemperie debe mejorar su resistencia por lo que la fibra es altamente necesaria en este nivel.



Colocación del revoque con cuchara



Revocando la punta del domo



Vista de la primera capa de revoque



Vista de la segunda mano de revoque

Colocación del revoque

La preparación del revoque se hace en canchada al costado de la obra, mezclándolo con palas y azada.

Se coloca con cuchara de albañil lanzando la mezcla como un revoque tradicional, pero llenando primeramente los huecos entre las filas de bolsas y entre ellas con grandes cantidades de mezcla, hasta que queden niveladas con el borde exterior del muro.

Luego se procede a cubrir el resto de la misma manera, cuidando de mantener ligeramente nivelada la capa colocada con la parte plana de la cuchara, moviéndola en forma de arco o circular, creando una superficie de agarre o mordiente para la siguiente capa de terminación. Este efecto se acrecienta con las fibras agregadas.

Los dinteles de las ventanas son cubiertos por la misma mezcla, quedando la misma terminación que el resto de los muros.

Cuando la colocación del revoque tuvo que hacerse en las partes altas del domo se hizo simplemente con ayuda de escalera y trepando por el perfil escalonado de las bolsas hasta llegar al pico; de ahí se empezó a bajar hasta encontrarse con la altura alcanzada desde nivel de piso.

Una vez cubierto por completo el domo y los bordes de aberturas, se volvió a humedecer la mezcla y se le aplicó una capa con el mismo barro, pero sin el pasto y sin la arcilla negra (únicamente la tierra de obra y arena en dosaje 50-50), dando una superficie lisa, con grietas ya muy pequeñas, las cuales fueron cubiertas luego al aplicar la pintura.

3.15 REVOQUES INTERIORES

Para el revoque interior se usó la mezcla de la tierra de obra, arena y arcilla negra, para ayudar a adherir la mezcla al muro ya que la forma desde el interior del domo hace que la mezcla del revoque no se “apoye” sobre él como lo hacía en el exterior, sino más bien debe “colgar” de él.

El procedimiento de colocación fue el mismo que para el revoque exterior, con la diferencia que en este caso no se podía trepar por el perfil del domo, por lo que en todo momento se utilizó la escalera para llegar hasta las superficies altas.

La colocación se hizo con cucharas arrojando la mezcla y una vez puesta la capa gruesa de revoque -y que la mezcla asiente un poco, teniendo una textura más seca y firme- se pasó una brocha mojada para alisar la mezcla y obtener una superficie más lisa y con menos poros.

En el caso del baño la mezcla se hizo diferente por la capacidad que debe tener de resistir al agua que va a chorrear por la colocación de la ducha.

En esta zona de ducha a la mezcla utilizada se le agregó un porcentaje pequeño de cemento para darle mayor resistencia. Sobre esta zona se utiliza además pintura sintética.



Colocación del revoque interior en grueso



Revoque de muebles pintado

3.16 PISO



Colocación del contrapiso



Colocación de la mezcla



Nivelación



Piso terminado

En este caso se usó una alisada de cemento y arena para el piso sobre cascotes cerámicos, en proporción 1:3, uno de cemento por tres de arena.

El contrapiso se hizo primeramente poniendo una guía de cascotes pegados con barro sobre el suelo de tierra, siguiendo todo el perímetro de cada habitación, llegando al nivel que se debía alcanzar (5 cm.). Luego se llenaban los espacios interiores delimitados por estas guías con más cascotes, que se apisonaban hasta quedar lo más parejos posibles.

Como los espacios del prototipo son tan ajustados, no se necesitó de guías extras para la nivelación correcta del piso: con los creados en los perímetros ya era suficientes para alcanzar con la regla de lado a lado de las guías.

Para toda la vivienda el piso mantuvo el mismo nivel, excepto en el baño, donde se hizo un desnivel de 2 cm. hacia la rejilla que se encuentra en la ducha.

Una vez rellenos estos espacios, se vertió la mezcla y con ayuda de una regla (una tabla de pallet bien recta) se la distribuía hasta que quede nivelada. Luego se quitaron los cascotes que

sirvieron de guía y se rellenaron los espacios que estos ocupaban.

Para este caso se utilizó este tipo de suelo, pero cabe destacar que existe una infinidad de opciones para ello, como barro compactado, adobe, pisos cerámicos, etc.

3.17 PINTURA

La pintura tanto interior como exterior es de cal, pero en el caso de la exterior se utilizó jugo de tuna como líquido para lograr la pintura.

El jugo de tuna se hizo cortando el cactus o tuna en rodajas de 10 a 15 cm. a lo largo del tronco y ramas, luego estos trozos se sumergieron en agua en bidones durante dos días para que pierdan la savia que da a la pintura una aptitud hidrófuga. Esta mezcla puede hacerse además utilizando grasa para apagar la cal antes de usarla, o se podrían utilizar pinturas que estén preparadas para usarse en el exterior, cuidando siempre que dejen respirar la tierra.

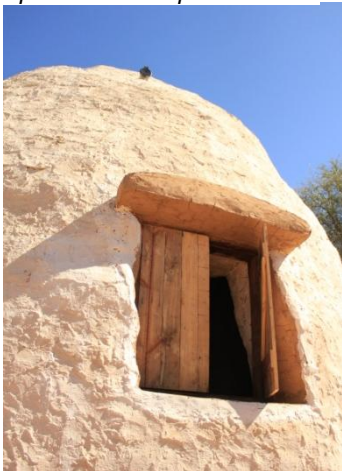
En el caso del baño, en la zona de la ducha, se usó pintura sintética para ayudar al efecto hidrófugo ya que al ser las paredes de barro (aunque tengan un grado de cemento) son bastante delicadas a la hora de mojar.

La pintura se hizo con brocha, de manera tradicional y se le dió dos manos tanto al interior como exterior.

Una posibilidad para crear juego de colores es utilizar pigmentos, variando la coloración de la pintura, o utilizar el mismo barro como color, lo que le da un valor estético muy interesante, efecto que se utilizó en el pórtico y en los bordes de las ventanas. Sin embargo, el resto del domo quedó en blanco por las cualidades de refracción de los rayos de sol que tiene tal color y porque ayuda a la limpieza y mantenimiento del hogar. Además, al ser un espacio de dimensiones tan pequeñas, ayuda a la sensación de amplitud visual del lugar.



Aplicación de la pintura



Color en pórtico y dintel

3.18 COMPLEMENTARIA



Talud durante su construcción

Talud

Lo que se hizo fue rellenar la diferencia de altura entre el nivel interior y el exterior del domo (unos 50 cm.) con tierra humedecida y luego apisonada, de forma que quede un talud que sirva además como una protección extra a la cimentación, ya que dirige, por su pendiente, el agua de lluvia lejos de la fundación.



Caño de respiración sin tapa

Respiraderos

Los respiraderos son bocas colocadas en las filas superiores del domo que permiten la salida del aire caliente o viciado al exterior, como extractores naturales, ya que es sabido que el aire caliente sube, mientras que el frío baja.



Estos respiraderos ayudan en la circulación de aire interior, actuando por efecto chimenea y renovando el aire interior.



Tapa cerrada y abierta

Se hicieron con caños de PVC de 100 mm. cortados, a los que se les adaptó una tapa que permite cerrarlos desde adentro cuando, por ejemplo, en invierno, quiera conservarse el calor interior, o cuando llueva.



Resorte de accionamiento

El sistema de cierre ideado consta de un resorte que mantiene la tapa de chapa cerrada; a esta tapa se ata una cuerda que se encuentra en el interior de la casa y que se estira para abrir el respiradero, se cierra el respiradero y se ata a un gancho.

Este sistema es casi imprescindible en la zona. Muchas viviendas locales (como la de los mennonitas) cuentan con recursos para sacar el aire caliente, haciéndolo con variaciones en los techos y ventanas superiores.

En este caso, los caños se colocaron en la fila número 51, a 9 filas del final; y se colocaron tres en el ambiente de cocina y sala, y uno por dormitorio.



CAPÍTULO 6 – CONCLUSIONES FINALES

La tierra se convierte en oro en manos de los sabios.

Rumi⁴⁸

⁴⁸ Filósofo musulmán persa (1207-1273)



CONCLUSIONES DE LA EXPERIMENTACIÓN Y/O EXPLORACIÓN

Es tanto un proceso de experimentación cuando se probaron las teorías e ideas que se estudiaron para la realización de este trabajo, como también fue un proceso de exploración, cuando en él se descubrió tanto o más que lo que se aprendió estudiando la teoría.

Es una gran ventaja para este trabajo que se haya tenido la oportunidad de experimentar integralmente el proceso de creación de una obra de este tipo.

El proceso de experimentación y exploración se hizo desde la planificación espacial y la creación de las herramientas necesarias para la construcción hasta la pintura final de la obra. Fue un trabajo de concepción y parto. De lo intangible e idóneo o a lo material.

Gracias a este proceso se puede hacer una conclusión más que aproximada, real, de la tarea encarada, un análisis desde todos sus puntos y aspectos observados.

Este proceso permitió tener un acercamiento más que meramente analítico del sistema, técnicas y demás, sino también un acercamiento humano, una experiencia vivencial del trabajo del día a día para levantar una casa, de la interacción de los “obreros”⁴⁹ con la obra; como todos iban poniendo un poco de sus ideas y sugerencias de cómo se podría hacer tal o cual cosa, como cada uno tomaba un papel no asignado en la construcción, y el ambiente de cooperativismo en la labor.

De esta forma se hace un análisis de distintos aspectos del prototipo y de las construcciones de este tipo en general, desde el punto de vista de su realización y en paralelo con los objetivos trazados en el comienzo de este trabajo.

⁴⁹ Estos “obreros” son en realidad los peones del campo donde se llevó a cabo el experimento, ninguno con experiencia en el rubro del súper adobe.



Diseño y morfología

“El hombre vivió mucho más tiempo de forma circular u ovoide que en viviendas con ángulos rectos [...]. Le parece una rareza? Pues lo invito a encontrar noventa grados [...] en la naturaleza. Seguramente se sorprenderá de la cantidad de curvas que nos rodean en aquellos lugares donde el hombre civilizado no metió mano.”

Leonardo Garabieta.⁵⁰

Sin entrar a repetir lo ya sabido acerca de los beneficios del círculo al construir, en el ahorro de materiales y maximización del espacio, se debe recalcar que, a la hora de diseñar un espacio curvo, de adaptarlo a la forma de vida del hombre de hoy, no es tan sencillo.

Asimismo, no hay tarea imposible para la creatividad e imaginación humana, por lo que luego de acostumbrarse uno nuevamente a la curva, de comprender sus espacios, es fácil sacarle el mayor provecho a los espacios y empezar a diseñar acorde a ellos. Como herramienta de diseño en este caso, uno requiere más que nada la creatividad necesaria para diseñar su hábitat, tarea que el hombre viene realizando hace milenios.

Una de las grandes bellezas que tiene este método es ofrecer la oportunidad de que uno pueda crear el mobiliario, crear los utensilios que lo ayudan a vivir su hogar y equiparlo de manera funcional e inteligente, dando la posibilidad de adaptarlo a las necesidades y gustos propios de cada uno, personalizando su “útero”.

Por lo que podemos concluir que diseñar para este tipo de espacios lleva simplemente más que una simple fórmula matemática: lleva algo de uno mismo, el modo de vida en diálogo con la forma y con el material, siendo éste el que se adaptará al hombre, y no viceversa.

“Una pared curva no solamente es más fuerte, utiliza menos tiempo, energía y recursos para construir. Un diseño linear [...] permite que el sofá se pueda poner contra la pared. Elegí tu prioridad.”

Kaki Hunter y Donald Kiffmeyer.⁵¹

⁵⁰ Arquitecto urbanista, profesor y escritor argentino.

⁵¹ Autores del libro: Super adobe building, the tools, tricks and techniques.

Técnica de construcción

Entrando a analizar la técnica de construcción adoptada hay que admitir que es un trabajo arduo, que llevó mucho músculo, mucha fuerza, y que dejaba al personal exhausto al terminar el día.

Pero también hay que admitir que maña mata fuerza.

En el proceso se fueron creando diferentes herramientas para alivianar el trabajo: andamios improvisados, plumas para levantar bolsas, dinteles que sirvieron de plataformas, etc., y es de suponer que para una segunda vez muchas más soluciones serán encontradas.

Esta técnica, con la fuerza que involucró, no difirió en realidad al trabajo de levantar cientos de miles de ladrillos en un muro: al contrario, sumado el esfuerzo realizado para una construcción de este tipo en comparación a una de tipo tradicional, el esfuerzo es mucho menor, por gran margen, y sobre todo por el tiempo que involucra, como se verá más adelante.

No precisa de grandes cantidades de mezcla para “pegar” los componentes entre sí: no necesita del tan controversial cemento, de grandes volúmenes de gases liberados a la atmosfera para cocer cerámica. Pero sobre todo: no necesita una gran capacitación.

Es una técnica sencilla, que puede ser encarada por cualquiera, como lo probó este experimento, construyendo integralmente una vivienda de 37, 6 m² con experiencia cero.

Otra ventaja que tiene la técnica es que puede ser llevada a cabo exclusivamente con materiales reutilizados y recolectados del medio. En este caso el 100% de las bolsas plastilleras fueron compradas a una industria que las utiliza para acarrear sal, luego de su primer uso estas se adquirieron por 500 (quinientos) guaraníes cada una. Gran parte del alambre de púas que se utilizó provenía de alambrados que fueron reemplazados en el campo. Los hierros de los dinteles de viejos gallineros. Y la tierra, bueno, eso abunda en absolutamente ningún rincón de este territorio.

En fin, las posibilidades son infinitas, los materiales accesibles, la técnica sencilla, el proceso íntegro en armonía con la naturaleza y así el resultado no podría ser mejor.

Tiempos de construcción

En este caso, los tiempos obtenidos en el proceso son relativos, ya que no se trata de una construcción de tipo tradicional, sino de un proceso experimental sin experiencia, por lo que los tiempos se irán reduciendo a medida se vaya adquiriendo práctica. Además, las condiciones de trabajar en un ambiente rural no son las mismas que hacerlo en zonas urbanas, donde se tiene acceso a materiales y herramientas con más facilidad y rapidez.

En este prototipo se colocaron **1.091 metros lineales** de bolsas de elevación si se calcula que son **1,5 bolsas** por metro lineal, sería un total de **1.636,5 bolsas**, más los **107,6 metros lineales** colocados de cimentación, a **2,5 bolsas** por metro lineal (puestas del lado corto), son **269 bolsas**. Un total de **1905,5 bolsas** en toda la obra.

Se trabajó **111 horas** aproximadamente en levantar el domo, según lo deducido en el diario de obra⁵², lo que nos da un total de **17 bolsas por hora**.

El área cubierta por una bolsa es de 0,07 m² (70 cm. de largo por 10 cm. de alto); es decir, en una hora se haría: **1,20 m²**. En una obra tradicional de mampostería de ladrillo, para un muro de 15 cm. de espesor, en una hora se haría un aproximado de 1,25 m², según datos internacionales⁵³.

*“Seis personas en equipos de dos, con una séptima persona para la entrega de tierra, podrían colocar alrededor de 24 bolsas por hora, o 192 bolsas en una jornada de ocho horas, y 1.320 bolsas en 7 días. Agregar miembros adicionales mantiene el ritmo de obra rápido y eficiente.”*⁵⁴

Según datos del párrafo anterior, en una obra habitual con este sistema se haría un aproximado de 1,68 m² por hora, con un espesor de 40 a 43 cm.

Se hacen estos paralelos con una obra de mampostería cerámica únicamente en función de telón de fondo para establecer una comparación con un sistema de construcción conocido.

La ventaja en términos de tiempo se debe a que el mismo material forma casi la totalidad de la casa; es un sistema muy sencillo que además no cuenta con estructura ni mezcla que deba fraguar para continuar un trabajo; y la misma geometría del domo reduce las superficies, lo que reduce material y tiempo de trabajo.

⁵² Diario de obra disponible en Anexos.

⁵³ Manual del albañil de ladrillos cerámicos del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.

⁵⁴ Kaki Hunter y Donald Kiffmeyer en Super adobe building, the tools, tricks and techniques.

Comportamiento térmico

Se explicaron anteriormente las bondades que ofrece la tierra y, entre ellas, el confort térmico obtenido gracias a sus propiedades de inercia térmica.

La utilización en construcción de grandes cantidades de tierra y en espesores considerables, más una correcta orientación y ubicación de las aberturas, se traduce en un gran acondicionamiento pasivo de la vivienda, tanto en los meses de verano como en los fríos, sobre todo por la atenuación de los grandes saltos térmicos que caracterizan esta región en todas las estaciones, ya que hará que las temperaturas se mantengan más constantes durante todo el día.

Esto mismo hace que en los meses de calor (que son la mayoría) el fresco de la noche perdure durante el día y el calor del día ingrese en cierta medida durante las noches; no se necesitarán más que ventiladores para producir movimiento de aire al tener las ventanas cerradas durante el día (práctica habitual para no dejar entrar la resolana exterior) y que los respiraderos superiores ayuden otro tanto en extraer el aire caliente del interior. Lo mismo en las temporadas frías, cuando conservará el calor dentro del hogar y se cerrarán los respiraderos para evitar escapar el aire caliente.

Se deduce así que el consumo de energía para la climatización será mínimo, lo mismo por el uso de energía solar para calentar el agua del baño.

Esta gran economía en el consumo energético es muy importante en la zona, no solamente desde el punto de vista ambiental, sino además por la falta de conexión a la energía eléctrica que se tiene en muchos puntos de la región.

Mantenimiento de la vivienda

Este tipo de tecnología permite que el mismo suelo del exterior de la vivienda pueda ser utilizado para mejorar y reparar revoques, muebles, pisos, techo, muros, etc. El sistema permite, entre otras cosas, ampliar la morada con entresijos de madera o la adición de nuevos domos, las instalaciones son fáciles de arreglar sin muchas complicaciones, así como el poco uso de madera que exige cuidado, etc.

Todos estos factores, sumados a la baja demanda energética de la vivienda, hacen que el mantenimiento de un hogar de este tipo sea de muy bajo costo monetario y provee capacidad de autonomía, ya que le permite al morador ser su mismo albañil.



Costos

El análisis de costo de una vivienda de este tipo y para esta región no debería hacerse únicamente tomando en consideración el costo monetario. Habría que considerar además el costo de lo que representa ambientalmente, la anulación de kilómetros de viaje acarreado materiales, la utilización predominante de un material con cero energía incorporada, el refuerzo del núcleo familiar o de la comunidad al emprender una tarea como lo es levantar la propia morada o la del vecino, de utilizar mano de obra y materiales locales, entre otros tantos costos sociales, naturales, económicos, de ahorro de tiempo y más.

En este apartado sin embargo se analizará únicamente el valor monetario en consideración a la obra propia y en comparación a un modelo de vivienda económica tradicional.⁵⁵

Será este el único frente analizado en costos por cuestiones de alcances de este trabajo, y se hará de manera aproximada ya que como se aclaró anteriormente se trata de un modelo experimental y se utiliza el modelo tradicional únicamente como comparación a un sistema conocido, ya que las diferencias entre ambos sistemas son varias.

En las páginas siguientes se dispone de un presupuesto de una obra económica tradicional y a continuación el presupuesto de una obra de súper adobe como el prototipo realizado.

De acuerdo a los datos de estos presupuestos, la síntesis es la siguiente:

Tipo de vivienda	Precio Total	Precio por m ²
Vivienda económica tradicional	87.563.761	1.293.409
Vivienda de super adobe con materiales y mano de obra	17.902.159	264.434
Vivienda de super adobe con materiales del lugar y ayuda mutua	6.641.059	98.095

Haciendo la comparación entre estos resultados, observamos que una vivienda como este prototipo, representa un ahorro de casi el **80%** el m² en relación al modelo habitual, y este mismo prototipo con un sistema de ayuda mutua representa más del **92%** de ahorro en comparación a un sistema tradicional, lo que hace definitivamente muy alta la accesibilidad a este tipo de vivienda.

⁵⁵ Modelo de vivienda económica según la revista Mandu'a.



Comparación de presupuestos y tiempos

Presupuesto de una vivienda económica tradicional⁵⁶

Rubro	Unidad	Cant.	P. unitario	Precio Total
Replanteo y marcación	m ²	67,7	2.500	169.250
Cimiento de PBC (1:12)	m ³	13,5	230.857	3.116.570
Nivelación de 0.30 m. con cemento PZ	m ²	12,55	96.012	1.204.951
Aislación horizontal de 0.15 m. con asfalto	ml	43	10.394	446.942
Elevación de 0.15 m. con ladrillo común y PZ	m ²	20	50.387	1.007.740
Elevación de 0.15 m. con ladrillo hueco de 6 tubos y PZ	m ²	42,6	36.530	1.556.178
Elevación de 0.15 m. con ladrillo hueco de 6 tubos, 1 cara vista y PZ	m ²	102	32.582	3.323.364
Sardinell con ladrillo común	ml	36	31.709	1.141.524
Pilar de ladrillo común de 30 x 30 cm. visto	ml	2,5	42.089	105.223
Dintel sobre abertura/envarillado de mampostería	ml	47	14.157	665.379
Techo de teja española, tejuelón, aislante, vigas y tirantes de ybyrapyta	m ²	94	174.925	16.442.950
Contrapiso de cascotes cerámicos	m ²	65	26.361	1.713.465
Revoque 1 capa, de 1,5 cm. sin hidrófugo	m ²	115,5	13.593	1.569.992
Revoque a 1 capa con hidrófugo en exteriores	m ²	111	14.793	1.642.023
Azotada impermeable 0.5 cm.	m ²	226,5	7.001	1.585.727
Azulejo de 20 x 20 cm.	m ²	11,7	91.932	1.075.604
Baldosa calcárea base gris	m ²	61,5	48.522	2.984.103
Piso cerámico esmaltado 20 x 30 cm.	m ²	3,5	52.473	183.656
Carpeta para piso cerámico	m ²	3,5	15.943	55.801
Zócalo calcáreo base gris	ml	64,8	16.709	1.082.743
Desagüe cloacal	gl	1	1.856.261	1.856.261
Instalación hidráulica	gl	1	848.960	848.960
Instalación desagüe pluvial	gl	1	2.516.154	2.516.154
Colocación artefactos sanitarios y grifería	gl	1	2.509.220	2.509.220
Instalación eléctrica	gl	1	4.093.068	4.093.068
Carpintería metálica	gl	1	671.614	671.614
Carpintería de madera	gl	1	4.871.901	4.871.901
Pintura	gl	1	4.839.146	4.839.146
Vidrios dobles incoloros de 3 mm. colocado	m ²	5	85.000	425.000
Limpieza y retiro de escombros	0,80%	0,008		509.636
Imprevistos	3%	0,03		1.921.347
Pozo ciego de 1.5 x 3.00 m.	un	1	1.377.071	1.377.071
Cámara séptica 1.00 x 1.60 x 1.20 m.	un	1	865.539	865.539
Mueble de cocina	un	1	2.862.000	2.862.000
Gastos generales y beneficios	0,25%	0,25		16.323.662
TOTAL				87.563.761
Precio por m2				1.293.409

⁵⁶ Presupuesto de vivienda básica de la revista Mandu'a para abril de 2011. Plano en Anexos.

Presupuesto del prototipo de súper adobe en calidad de autoconstrucción o ayuda mutua.

Rubro	Unidad	Cant.	P. unitario	P. Total
Replanteo y marcación	m ²	37,8	0	0
Cimiento				
Cimiento de bolsa plastillera rellena con tierra compactada de 0,70 mts. de ancho, unida por alambre de púas.	ml.	107,6	2.750	295.845
Aislación horizontal y vertical				
Aislapor negro de 200 micrones	ml.	60	1.200	72.000
Muro de elevación				
Muro de bolsas plastillera rellena con tierra compactada, de 40 cm. de ancho, unida por alambre de púas.	ml.	1091	2.250	2.454.750
Dinteles*				
Dinteles de estructura metálica de varilla reutilizada, cubierta por bolsas plastilleras rellenas con suelo cemento compactado.	ml.	5	14.750	73.750
Instalación de desagüe cloacal				
Desagüe cloacal de baño, cocina y lavadero, incluyendo cámara séptica y pozo ciego.	gl.	1	1.014.627	1.014.627
Abastecimiento de agua y artefactos sanitarios**				
Abastecimiento de agua por medio de bidones de 200 lts. (calefacción solar), caño de PVC de 1/2 pulgada, accesorios y artefactos para baño, cocina y lavadero.	gl.	1	854.304	854.304
Instalación eléctrica				
Instalación de tipo externa, con accesorios y lámparas de bajo consumo	gl.	1	265.330	265.330
Contrapiso de cascotes cerámicos.				
Contrapiso de cascotes cerámicos (5 cm.)	m ²	14,2	5.600	79.520
Revoques				
Revoque exterior de barro con arena y pasto	m ²	62,45	0	0
Revoque interior de barro con arena	m ²	46,38	0	0
Piso				
Alisada de cemento 1:3	m ²	14,2	12.670	179.914
Pintura				
Pintura exterior a la cal con jugo de tuna	gl.	1	214.890	214.890
Pintura interior a la cal	gl.	1	226.200	226.200
Aberturas				
Puerta y ventanas con marco de ybyrapyta y hoja de pino reutilizada de pallets.	gl.	1	640.000	640.000
Puertas internas de tela tipo cortina.	un.	3	25.500	76.500
Imprevistos	3%	0,03		193.429
TOTAL				6.641.059
Precio por m2				98.095

*Para la obra se usaron dinteles ya que se hicieron aberturas rectas y no curvas, si no, no lo hubiese requerido.

**Los artefactos sanitarios utilizados son reutilizados de viejas obras, de igual manera se incluirán en el presupuesto con su valor actual en el mercado, aunque cabe destacar la opción de letrinas modernas para bajar el presupuesto en obras que lo requieran.

Presupuesto del prototipo de súper adobe con mano de obra incluida y adquiriendo los materiales a precio de mercado (tierra incluida).

Rubro	Unidad	Cant.	P. unitario	P. Total
Replanteo y marcación	m ²	37,8	2.500	94.500
Cimiento *				
Cimiento de bolsa plastillera rellena con tierra compactada de 0,70 mts. de ancho, unida por alambre de púas.	ml.	107,6	11.010	1.184.456
Aislación horizontal y vertical				
Aislapor negro de 200 micrones	ml.	60	1.600	96.000
Muro de elevación**				
Muro de bolsas plastillera rellena con tierra compactada, de 40 cm. de ancho, unida por alambre de púas.	ml.	1091	7.620	8.313.420
Instalación de desagüe cloacal				
Desagüe cloacal de baño, cocina y lavadero, incluyendo cámara séptica y pozo ciego.	gl.	1	2.478.627	2.478.627
Abastecimiento de agua y artefactos sanitarios				
Abastecimiento de agua por medio de bidones de 200 lts. (calefacción solar), caño de PVC de 1/2 pulgada, accesorios y artefactos para baño, cocina y lavadero.	gl.	1	1.104.304	1.104.304
Instalación eléctrica				
Instalación de tipo externa, con accesorios y lámparas de bajo consumo	gl.	1	719.330	719.330
Contrapiso de cascotes cerámicos.				
Contrapiso de cascotes cerámicos (5 cm.)	m ²	14,2	13.100	186.020
Revoques				
Revoque exterior de barro con arena y pasto	m ²	62,45	8.000	499.600
Revoque interior de barro con arena	m ²	46,38	8.000	371.040
Piso				
Alisada de cemento 1:3	m ²	14,2	13.670	194.114
Pintura				
Pintura exterior a la cal con jugo de tuna	gl.	1	356.706	356.706
Pintura interior a la cal	gl.	1	375.480	375.480
Aberturas				
Puerta y ventanas con marco de ybyrapyta y hoja de pino reutilizada de pallets.	gl.	1	1.330.640	1.330.640
Puertas internas de tela tipo cortina.	un.	3	25.500	76.500
Imprevistos	3%	0,03		521.422
TOTAL				17.902.159
Precio por m2				264.434

*Para el cimiento se consideró el precio de mano de obra de una mampostería cerámica de 0,7 de ancho, ya que no existen referencias acerca del costo de la mano de obra de un sistema similar al utilizado.

**Para las elevaciones se consideró el precio de mano de obra de m² para mamposterías cerámicas de 0,40 mts. de ancho, ya que no existen referencias acerca de un sistema similar al utilizado.



Finalmente,

Lo que se hizo con este trabajo fue proponer un modelo tecnológico para la construcción de viviendas, desde ejemplos existentes, que aprovechan y se adaptan a los recursos naturales, minimizando su impacto, mejorando la calidad de vida del ser humano, y siendo altamente accesible desde el punto de vista económico y de las posibilidades del medio; ya que utiliza al máximo los recursos del lugar, principalmente la tierra. Ésta fue usada de manera integral, tanto para fundaciones, muros y cubiertas, es decir: *un solo material y una sola tecnología*, la cual ha sido verificada a través de la experimentación realizada, que culminó exitosamente en la zona estudiada, donde se construyó el prototipo según los lineamientos de este trabajo.

En todo momento se buscó que las soluciones adoptadas incorporasen en su totalidad material y mano de obra local, que respondan a una responsabilidad ambiental, que se construya con la naturaleza, en un diálogo entre el hombre y el ambiente circundante, siendo consciente de cómo las orientaciones y el material elegido repercuten directamente en la calidad de vida en el interior de la casa, en su climatización, ventilación adecuada, iluminación; condiciones que influyen luego en nuestra salud física, en la economía del hogar y en el correcto funcionamiento de este hábitat humano.

Se utilizó en casi el total de la obra un material con características sumamente importantes para los objetivos propuestos, ya que este, la tierra, no involucra ningún proceso previo a su utilización, ni posterior a su vida útil (que, de desearse, podría ser eterna). Es un material con cero energía incorporada, que es amigable en su extracción y en su vuelta al medio y que con todas sus propiedades -como ser regulador de humedad, de temperatura, ignífugo, entre un montón de ventajas más- hace que este tipo de construcción sea perfecto para una región como es la del Chaco paraguayo, con todas sus peculiaridades.

Este trabajo busca además brindar posibilidades de autonomía al ser humano en su búsqueda y derecho a contar con una vivienda digna y adecuada. Que uno mismo pueda volver a ser responsable de la construcción del hábitat que uno crea, teniendo la posibilidad de hacerlo con sus propias manos y con ayuda de los suyos.



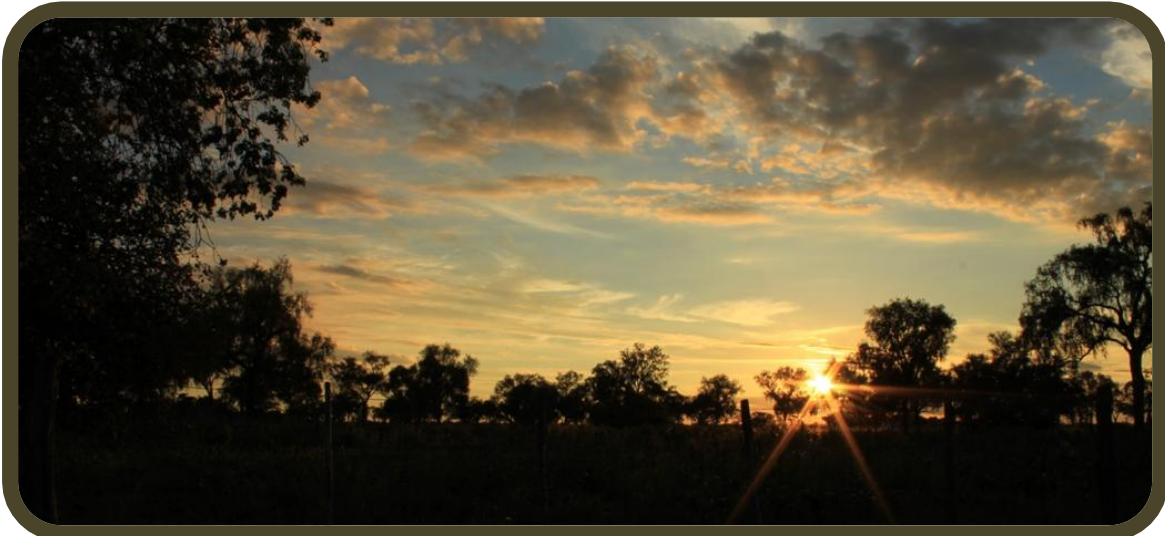
GALERÍA DE IMÁGENES

“Se ve sólo con el corazón, lo esencial es invisible a los ojos”

Antoine de Saint-Exupéry⁵⁷

⁵⁷ Escritor y aviador francés

EL LUGAR



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]

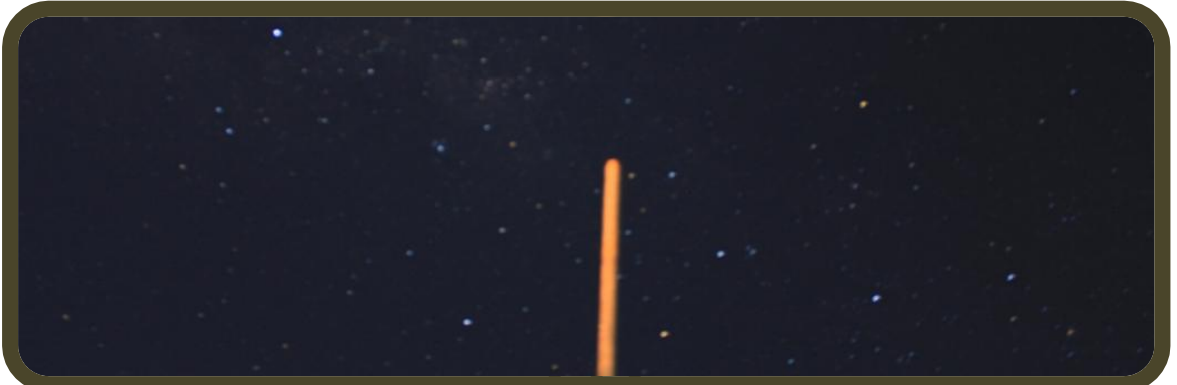
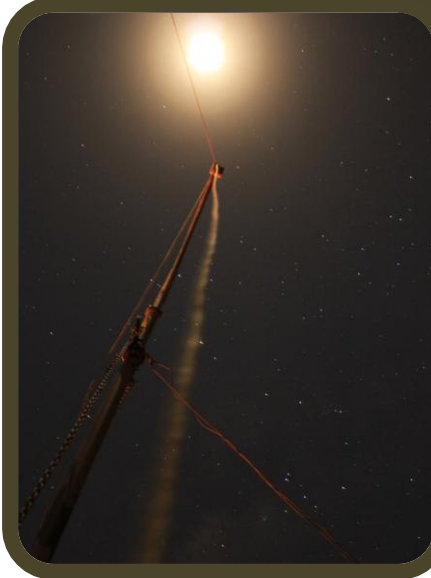
EQUIPO



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]

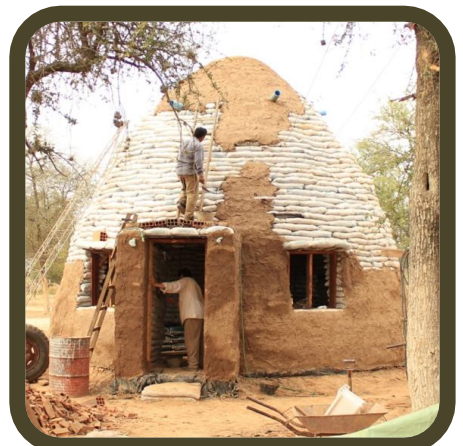
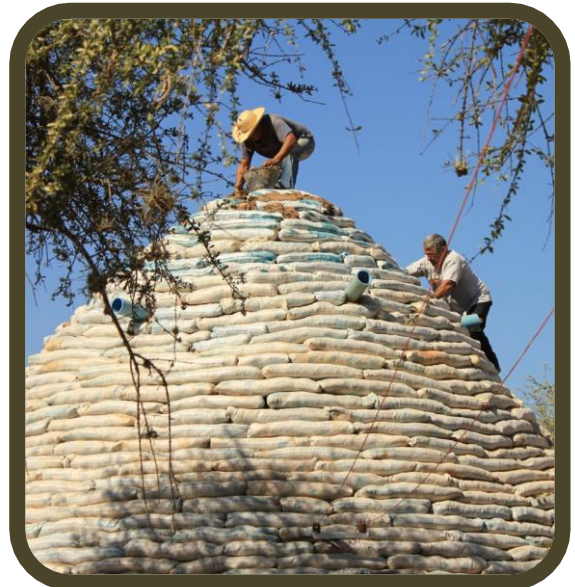
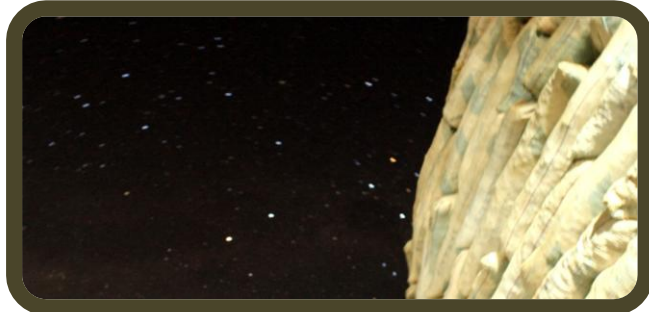
HERRAMIENTAS



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

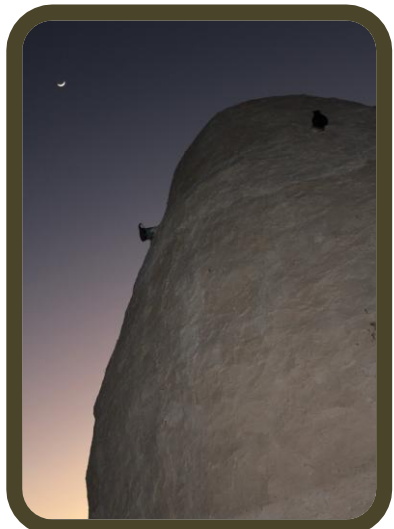
[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]

PROCESO



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

FIN



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]



BIBLIOGRAFÍA

La ignorancia genera dependencia.

Arq. Héctor Massuh⁵⁸

⁵⁸ Héctor Massuh, arquitecto. Centro experimental de la vivienda económica (CEVE). Córdoba, Argentina.

- Manual de construcción con tierra – Gernot Minke. Editorial: Fin del Siglo. Uruguay, 2005.
- Super adobe building, the tools, tricks and techniques - Kaki Hunter y Donald Kiffmeyer. Editorial: New Society Publishers. Canada, 2004.
- Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales. Arquitectura tradicional - John May. Editorial: Blume. España, 2011.
- Hábitat vernáculo. Un safari en el tiempo – Leonardo Garabieta. Editorial: Noboku. Argentina, 2010.
- Arquitectura + Patrimonio en tierra del Paraguay – Silvio Ríos, Ma. Gloria Gonzalez, Emma Gill. Serie cuadernos de arquitectura número tres. Paraguay, 2009.
- Anuario estadístico 2009 Paraguay. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.
- Compendio estadístico 2009 Paraguay. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.
- Atlas censal del Paraguay, Boquerón. Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos.
- <http://www.cuhab-upm.es/habitabilidad/manualistica.htm>.
- <http://es.scribd.com/doc/32523148/Manual-Del-Albanil>.
- Plan de Ordenamiento Ambiental del Territorio. Departamentos de Boquerón y Alto Paraguay. Compilación de Informes Sectoriales – USAID, SEAM, Fundación para el Desarrollo Sostenible del Chaco, Unión Europea, Gobernación de Boquerón, Gobernación de Alto Paraguay, Secretaría Técnica de Planificación.
- Fotografías y planos del diseño y experimentación del prototipo: Carla Risso.



GLOSARIO

Acceso a la educación: Indicador de NBI, según:

a) Asistencia escolar de niños: Si existe algún niño de 6 a 14 años, emparentado con el jefe de hogar, que no asiste a establecimientos educativos (se excluye al servicio doméstico y /o los familiares de éstos).

b) Analfabetismo: Si existe alguna persona analfabeta (de 15 años o más que en el momento del Censo 2002 no tenía el segundo grado aprobado) emparentada con el jefe de hogar (se excluye al servicio doméstico y / o los familiares de éstos). Se califica a cada persona como carente en Acceso a la Educación en forma individual, independientemente del hogar donde resida.

Arcilla negra: Tierra utilizada durante la construcción del prototipo para revoques, conformada mayormente por arcilla, de color negro grisáceo y obtenida mediante excavación de zanjas en un tajamar a 200 mts. de la obra.

Arena blanca: Componente del suelo usado en el prototipo con partículas mayores a las de la arcilla, utilizada en los revoques exteriores e interiores para disminuir las rajaduras de retracción de la arcilla. Se utiliza además en el suelo para la alisada de cemento. De color blanco, es obtenida del lecho del río o de suelos arenosos presentes en ciertas zonas de la región.

Ayuda Mutua: constituye la mano de obra que reúne las distintas especialidades de los miembros de un grupo para la realización de una actividad específica, como aporte para la construcción del conjunto habitacional o vivienda. Podrá incorporar parte o la totalidad de las horas-hombres de trabajo necesarias para la ejecución de la obra o proyecto.

Calidad de vivienda: indicador de NBI según:

a) El material utilizado en la construcción es:

Para área urbana: Piso de tierra y pared de madera, estaqueo, adobe, tronco de palma, cartón, hule, madera de embalaje, otros, o no tiene pared, y techo de paja, tronco de palma, cartón, hule, madera de embalaje u otro.

Para área rural: Piso de tierra y pared de estaqueo, adobe, tronco de palma, cartón, hule, madera de embalaje, otros, o no tiene pared, y techo de paja, tronco de palma, cartón, hule, madera de embalaje u otro.

b) Existe hacinamiento: Si registran más de 3 personas por dormitorio.

Capacidad de subsistencia: indicador de NBI que distingue como hogar con insuficiencia en capacidad de subsistencia si carece de perceptor (persona ocupada, jubilada, pensionada o rentista) o jefe cuenta con una educación inferior a 3 años de educación primaria y con más de 3 personas en promedio por cada perceptor.

Climatización pasiva o autoclimatización: término introducido en el lenguaje técnico de la arquitectura, para expresar el objetivo de lograr condiciones internas de confort para el hombre sin recurrir a la utilización de fuentes externas de energía producidas artificialmente.

Inercia térmica: es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno. Se utiliza en construcción para conservar la temperatura del interior de los locales más estable a lo largo del día, mediante muros de gran masa.

Infraestructura: parte de las obras del proyecto del conjunto habitacional relacionadas con el sistema de provisión de agua potable y tratamiento de aguas negras, apertura de calles internas, veredas, tendido eléctrico de media y/o baja tensión y contención contra la erosión de suelo.

Infraestructura sanitaria: indicador de NBI según:

a) Disponibilidad de agua

Para área urbana: Si el agua proviene de ESSAP o SENASA, pozo con bomba o red privada, y llega a la vivienda a través de canilla pública, vecino, aguatero u otros medios, o si proviene de pozo sin bomba, tajamar, nacimiento, río o arroyo, aljibe u otra fuente. El Censo Indígena incluye tanque australiano.

Para área rural: Si el agua proviene de ESSAP o SENASA, pozo con bomba o red privada, y llega a la vivienda a través de canilla pública, vecino, aguatero u otros medios, o si proviene de tajamar, nacimiento, río o arroyo u otra fuente. En el Censo Indígena se incluye tanque australiano.

b) Eliminación de excretas

Para área urbana: Si posee hoyo o pozo, o no tiene servicio sanitario.

Para área rural: Si no tiene servicio sanitario. Si el hogar tiene esta necesidad, se considera que todas las personas del mismo tienen esta NBI.

Jugo de tuna: Líquido obtenido del remojo de rodajas de tuna o cactus en agua durante un periodo de tiempo. Utilizado en revoques y pinturas para atribuirles cierta cualidad hidrófuga.

Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI): es un método directo para identificar carencias críticas en una población y caracterizar la pobreza. Usualmente utiliza indicadores directamente relacionados con cuatro áreas de necesidades básicas de las personas (vivienda, servicios sanitarios, educación básica e ingreso mínimo), disponibles en los censos de población y vivienda.

Polipropileno: material inerte de gran versatilidad y resistencia química, de baja densidad, alta dureza, rigidez y resistencia al calor. Cuenta con ciertas características que permiten su reciclaje sin un mayor impacto ambiental. Es utilizado para un sinnúmero de productos termoplásticos, con las más diversas aplicaciones. Es producido por compañías petrolíferas.

Sector de Extrema Pobreza: incluye a pobres extremos, quienes tienen ingresos o consumos por debajo del valor de la línea de pobreza extrema, estipulada como mínimo por el valor per cápita mensual de la Canasta Básica de Consumo de Alimentos definida por el Banco Central del Paraguay.

Sector de pobreza: incluye a pobres no extremos, quienes tienen ingresos o consumos por arriba de la línea de pobreza extrema, pero por debajo de la línea total, estipulada como mínimo por el valor per cápita mensual de la canasta básica de consumo definida por el Banco Central del Paraguay.

Súper adobe: Técnica constructiva ideada por el arquitecto iraní Nader Khalili que consiste en la superposición de bolsas plastilleras rellenas con tierra y ancladas entre ellas mediante alambre de púas en formas tanto curvas como rectas (siendo preferidas las primeras) hasta cerrar completamente un espacio o llegar a la altura deseada.

Tierra de obra: Tierra utilizada durante la construcción del prototipo para el llenado de las bolsas, relleno del nivel de piso, revoque, entre otras cosas. Tierra conformada mayormente por arcilla y limo, de color rojizo amarillento y obtenida mediante el cavado de zanjas a 50 mts. de la obra.

Vivienda social: la solución habitacional destinada a cubrir las necesidades de vivienda y de un hábitat adecuado, de los estratos socioeconómicos que carecen de condiciones para el acceso a créditos del mercado para la vivienda y necesitan una ayuda especial del estado para el acceso a su solución habitacional.



ANEXOS

“Nadie conoce [...], el número de edificios que existen en el mundo, aunque según estimaciones sobrepasan de largo los mil millones”⁵⁹. De ellos se calcula que un 80% o más corresponden a edificios populares. Dicho de otro modo, [...]

la gran mayoría de los seres humanos viven en casas y utilizan edificios que han construido sus amigos, familiares o ellos mismos.⁶⁰

Paul Oliver y John May

⁵⁹ Investigador y escritor de numerosas obras acerca de la arquitectura popular y tradicional mundial.

⁶⁰ Autor del libro: Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales. Arquitectura popular.

DATOS GENERALES - BOQUERÓN⁶¹

Ficha Básica Boquerón		
Datos generales	Superficie (en Km2)	91.669
	Densidad	0,4
	Población	41 106
	Urbana	16 418
	Rural	24 688
	Varones	21 337
	Mujeres	19 769
	Indígena	20 269
Por grupos de edad	Menores de 15 años	15 071
	De 15 a 29 años	11 290
	De 30 a 59 años	12 073
	De 60 años y más años	2 672
	Con nacimiento registrado (%)	91,1
	Con Cédula de Identidad (%)	72,2
Vivienda particular	Ocupada con personas presentes	8 887
	Con luz eléctrica (%)	60,3
	Con agua corriente (%)	5,9
	Con baño con pozo ciego y/o red cloacal (%)	42,1
	Con recolección de basura (%)	37,1
	Promedio de personas en viviendas particulares	4,5
Educación	Matriculados en nivel primario	6 689
	Matriculados en nivel secundario	2 243
	Población alfabeta de 15 años y de más edad	21 482
	Número de locales (primaria y secundaria)	103
Salud	Cantidad de centros de salud y puestos sanitarios	23
	Número de camas por cada 10.000 habitantes	8,8
Economía	Población Económicamente Activa (PEA)	16 152
	Tasa de ocupación	94
	Sector primario	6 216
	Sector secundario	3 934
	Sector terciario	5 656
	Otro	346
	Producción agrícola (en toneladas cosechadas)	
	Algodón	670
	Maíz	427
	Ganadera (en miles de cabezas)	
	Vacunos	1 033,4
	Porcinos	6,2
	Ovinos	14,7
Equinos	9,5	
Caprinos	19,1	

⁶¹ Fuente: Dirección General De Estadísticas, Encuestas Y Censos.



DATOS CLIMATOLÓGICOS - BOQUERÓN⁶²

Temperatura del aire (Celsius) mes según estación meteorológica - 2008.

	Estación meteorológica					
	Mcal. Estigarribia			Pratts Gill		
	Máx. media	Min. Media	Media	Máx. media	Min. Media	Media
Anual	31,5	18	24	31	16,5	22,8
Mes						
Enero	32,7	23,3	27,3	33,7	22,7	27
Febrero	32,2	21,8	26,3	33,1	21,1	26
Marzo	32,7	21	25,7	31,5	19,5	24,2
Abril	29,9	17,8	22,7	29,2	16,2	21,4
Mayo	27,6	15,3	20,5	26,7	13,2	18,8
Junio	23,7	10,4	16,6	22,6	8,1	14,7
Julio	31	16,4	22,6	29,2	14,2	20,8
Agosto	30,9	15,8	22,1	29,7	12,7	20,2
Septiembre	31,9	15	22,5	30,9	11,5	20,4
Octubre	33,8	20,3	26,1	33,7	18,7	25,1
Noviembre	35	21,3	27,2	34,6	19,4	26,2
Diciembre	36,8	21,5	28,3	37,6	20,4	28,5

Humedad relativa media (%)mes, según estación meteorológica - 2008.

Estación	Anual	Mes											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Mcal. Estigarribia	69,7	80	80	78	76	73	74	66	60	51	67	67	64
Pratts Gill	72,8	78	77	83	79	73	78	82	76	56	62	70	59

Precipitación total (mm.) por mes, según estación meteorológica - 2008.

Estación	Anual	Mes											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Mcal. Estigarribia	791,2	157,6	236,4	69,5	50,9	7,4	7,6	6,2	0,1	x	94,2	31,2	130,1
Pratts Gill	844,8	200,3	197,3	153,1	24,0	0,0	10,6	4,0	3,8	x	91,7	118,0	42,0

Días de lluvia (> 1,0 mm). Por mes según estación meteorológica - 2008.

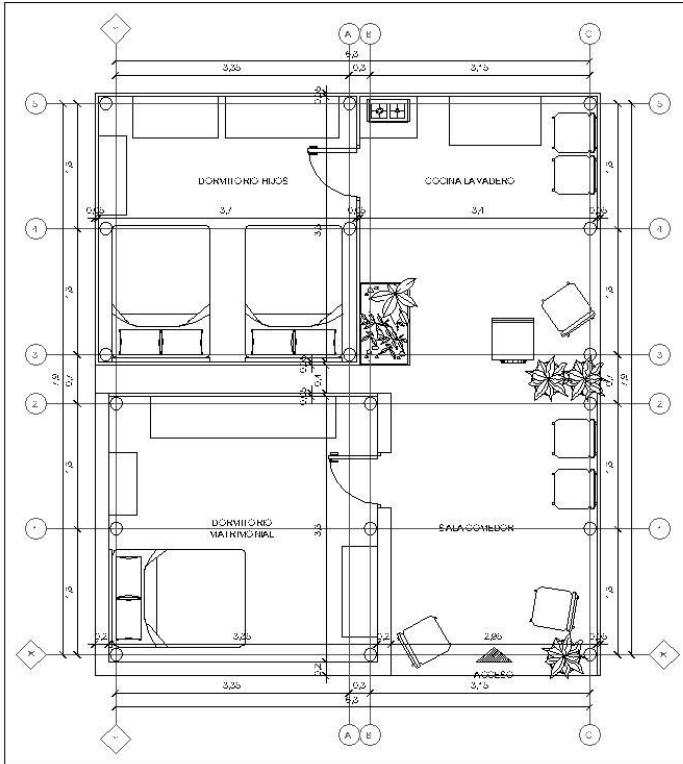
Estación	Anual	Mes											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Mcal. Estigarribia	56	12	9	6	3	3	2	2	0	0	8	4	7
Pratts Gill	50	12	9	9	4	0	3	1	1	0	3	5	3

⁶² Fuente: Dirección General De Estadísticas, Encuestas Y Censos.

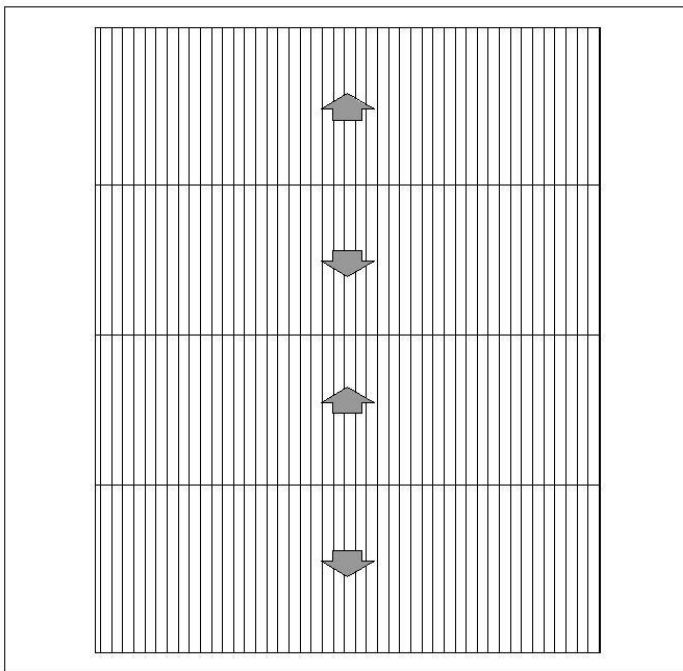


RELEVAMIENTOS

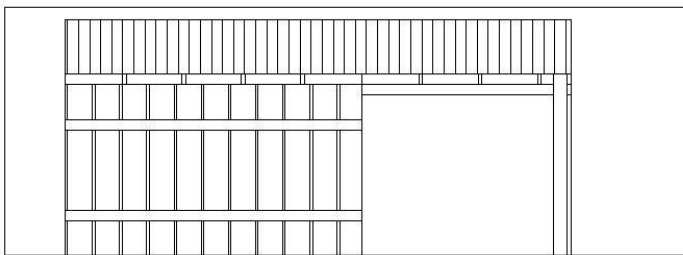
Casa Familia Cuevas



Planta equipada y acotada



Planta de techo



Fachada

Casa: Familia Cuevas

Datos básicos del lote

Ubicación: km. 134 s/ la Transchaco

Medidas del terreno: no delimitado

Propietario: _____

Ocupación: si

En trámite: _____

Del patrón: _____

Propietario original: _____

Edad de la vivienda: 2 años

Servicios Básicos

Posee:	Si	No	Tipo
--------	----	----	------

Corriente eléctrica:	x		ANDE
----------------------	---	--	------

Cable:	x		antena
--------	---	--	--------

Internet:		x	
-----------	--	---	--

Teléfono:	x		tigo
-----------	---	--	------

Provisión de agua:		x	
--------------------	--	---	--

Almacenamiento:	x		tajamar
-----------------	---	--	---------

Agua potable:		x	
---------------	--	---	--

Desague pluvial:		x	
------------------	--	---	--

Desague cloacal:		x	
------------------	--	---	--

Constructor principal: el propietario

Material predominante: karanday

Adquisición del material: estancias, y algunos de Asunción

Cimiento: _____

Piso: tierra

Pared: karanday

Abertura: karanday

Estructura: Karanday

Tirantes: karanday

Vigas: karanday

Aislante: _____

Cubierta: chapa plegada

Pintura: _____

Revoque: _____

Revestimiento: _____

Gas:		Eléctrico: si
------	--	---------------

Lena:		Microondas:
-------	--	-------------

Bacha: _____

Lavaplatos: _____

Heladera: _____

Lavadero: _____

Lavarropa: si

Secarropa: _____

Televisor: si

Dvd: si

Video: _____

Teléfono: móvil

Radio: si

Computadora: _____

Aire acondicionado: _____

Ventilador: de pared

Medio de transporte: _____

Posición	Edad	Educación	Actividad
----------	------	-----------	-----------

Madre		Primaria	
-------	--	----------	--

Padre		Primaria	Contratista
-------	--	----------	-------------

Hijo		Primaria	
------	--	----------	--

Hijo		Primaria	
------	--	----------	--

Nuera		Primaria	
-------	--	----------	--

Tiempo de residencia: 2 años

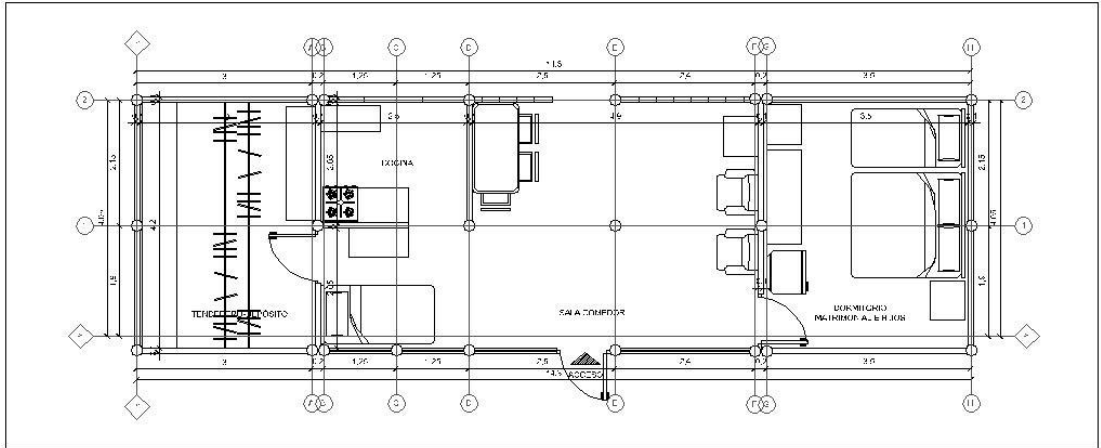
Antes vivían en: _____

Motivo de la mudanza: _____

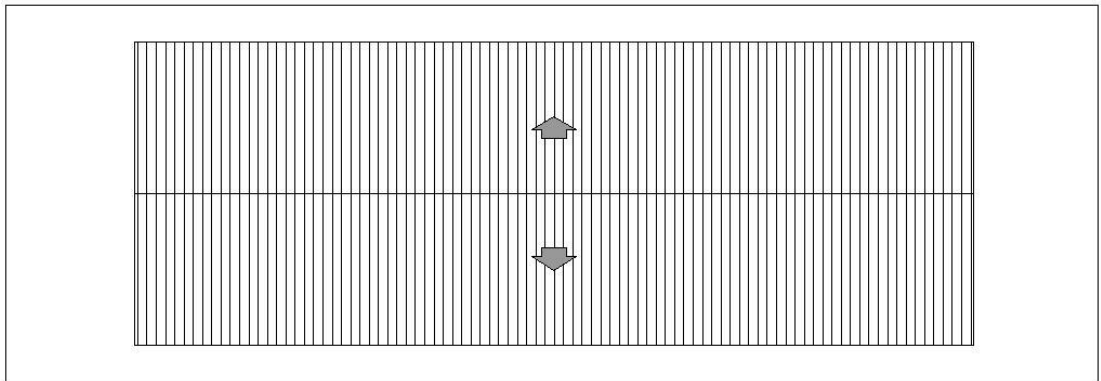




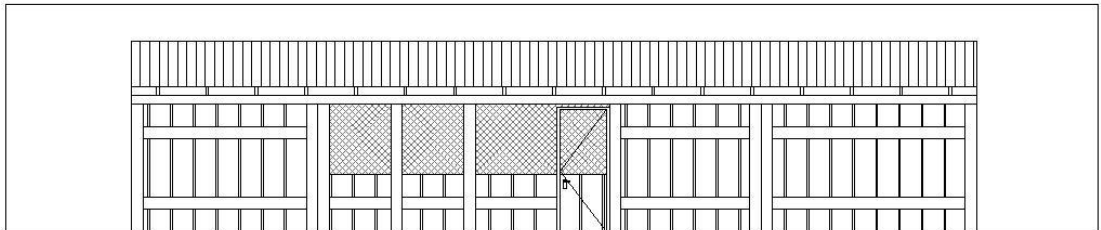
Casa familia Horquera



Planta equipada y acotada



Planta de techo



Fachada

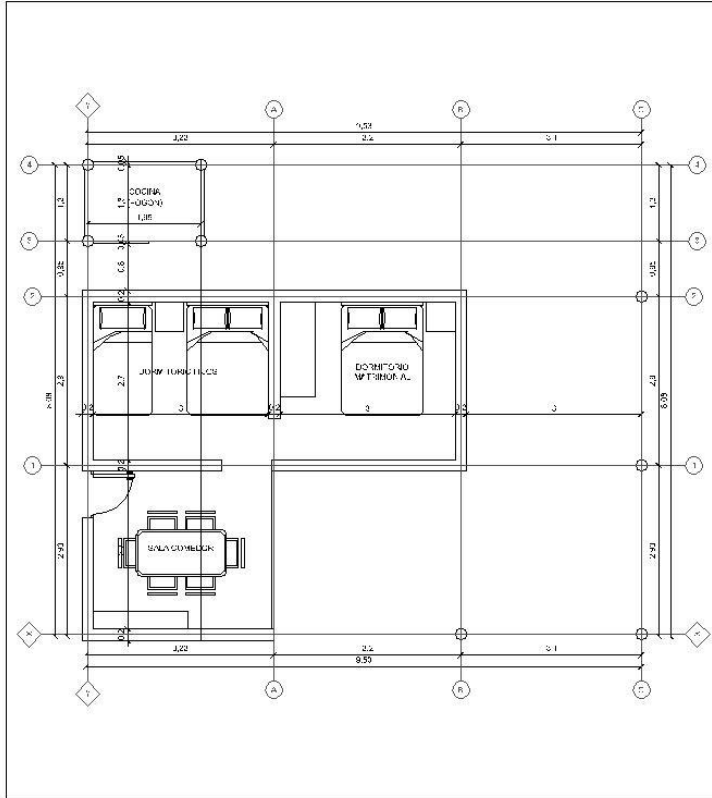
Casa: Familia Horquera

Datos básicos del lote		Cimiento:		Aire acondicionado:			
Ubicación: km. 265 s/ la Transchaco		Piso: de tierra		Ventilador: de pared			
Medidas del terreno: no delimitado		Pared: karanday y tabla de madera		Medio de transporte: moto			
Legalidad	Propietario:	Abertura: tabla de madera laminada		Posición	Edad	Educación	Actividad
	Ocupación: si	Estructura: karanday		Madre			
	En trámite:	Tirantes: karanday		Padre			obrero vial
	Del patrón:	Vigas: karanday		Hijo			
Servicios Básicos	Propietario original: una familia anterior	Techo		Tiempo de residencia: 2 años			
	Edad de la vivienda:	Aislante:		Antes vivían en:			
	Posee:	Si	No	Cubierta: chapa plegada y paja		Motivo de la mudanza:	
	Corriente eléctrica:	x		Pintura:			
	Cable:	x		Revoque:			
	Internet:		x	Revestimiento:			
	Teléfono:	x		Gas: si		Eléctrico:	
	Porción de agua:	x		Lena:		Microondas:	
	Almacenamiento:	x		Bacha: si			
	Agua potable:		x	Lavaplatos:			
Construcción	Desague pluvial:	x		Heladera: si			
	Desague cloacal:	x		Lavadero: si			
	Constructor principal:	pozo ciego		Lavarropa: si			
	Material predominante: karanday			Secarropa:			
	Lugar de adquisición: estancias			Televisor: si			
	Costo aproximado: 2.500.000 gs.			Dvd: si			
				Video:			
				Teléfono: móvil			
				Radio: si			
				Computadora:			

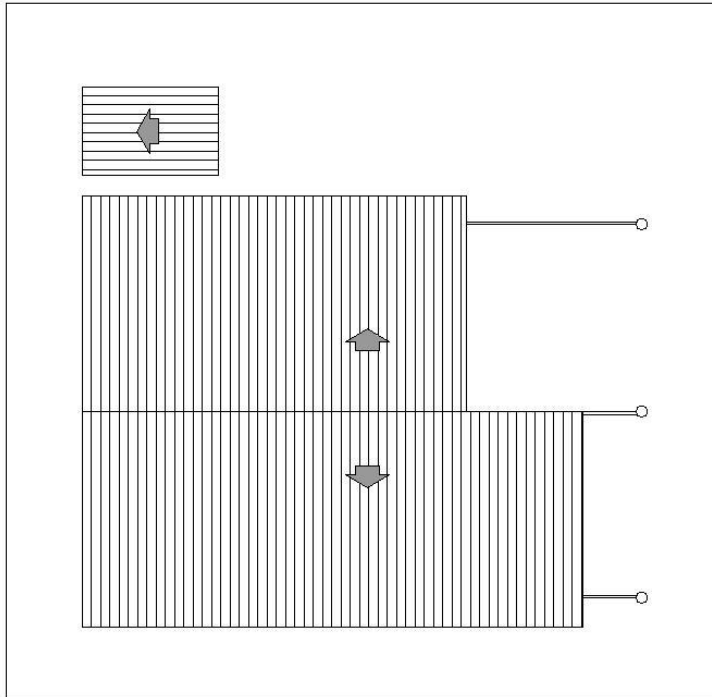




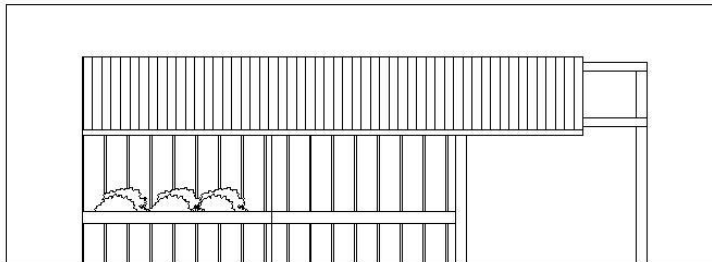
Casa familia Pereira



Planta equipada y acotada

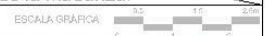


Planta de techo



Fachada

Casa: Familia Pereira			
Datos básicos del lote			
Ubicación: km 314 s/ la Transchaco			
Medidas del terreno: sin delimitar			
Legalidad	Propietario:		
	Ocupación: si		
	En trámite:		
	Del patrón:		
Propietario original: una familia anterior			
Edad de la vivienda: 3 años			
Servicios Básicos			
Posee:	Si	No	Tipo
Corriente eléctrica:	x		
Cable:	x		
Internet:		x	
Teléfono:		x	
Provisión de agua:		x	
Almacenamiento:	x		tajamar
Agua potable:	x		
Desague pluvial:	x		
Desague cloacal:			trina
Construc.	Constructor: el hermano del esposo		
	Material predominante: tabla		
	Adquisición del material: varios		
	Costo aproximado:		
Materiales	Cimiento:		
	Piso: de tierra		
	Pared: tablas de maderas varias		
	Abertura: plasticos varios		
	Estructura: karanday		
	Tirantes: karanday		
	Vigas: karanday		
	Aislante:		
	Cubierta: karanday		
	Pintura:		
Revoque:			
Hom.	Gas:		Eléctrico:
	Lena: si		Microondas:
Utens.	Bacha:		
	Lavaplatos:		
	Heladera: si		
	Lavadero:		
	Lavarropa:		
	Secarropa:		
	Televisor:		
	Dvd:		
	Video:		
	Telefono:		
	Radio:		
	Computadora:		
	Aire acondicionado:		
	Ventilador: de pared		
	Medio de transporte:		
so	Posición	Edad	Educación
	Madre		
	Padre		en campo
	Hijo		primaria
	Hijo		primaria
ti	Tiempo de residencia: 1 año		
	Antes vivían en:		
	Motivo de la mudanza:		





MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

- **El tapial:** es la construcción de muros monolíticos mediante la compactación de la tierra entre unos tablones de madera. Se ha utilizado en construcciones de todo tipo y en todo el mundo.
- **El adobe:** Las casas de adobe se realizan con ladrillos macizos de tierra cruda secados al sol, que reciben el nombre de adobes. Es una técnica originada en la península ibérica, que tras la colonización de América se aplicó con éxito en las zonas áridas de América Central.
- **El cob:** es la construcción de casas de tierra mediante una mezcla de tierra, agua y paja sin darle ninguna forma concreta. Es originaria de Gran Bretaña, aunque se hallan ejemplos por todo el mundo. Resulta especialmente adecuada en zonas lluviosas.
- **Los bloques de tierra compactada:** son ladrillos de tierra cruda con bajo contenido en agua, obtenidos tras prensarlos de manera mecánica, para obtener formas regulares y mayor resistencia.
- **Estaqueo o Quincha:** La Quincha es un sistema constructivo tradicional de Sudamérica que consiste en un entramado de caña o bambú recubierto con barro. Entramados similares a la quincha han sido usados en las construcciones desde épocas preincaicas. La quincha es muy eficaz como material antisísmico debido a la elasticidad del entramado de caña, el cual absorbe las vibraciones evitando que se propaguen por el resto de la estructura. Además, su ligereza facilita su montaje, aminora las cargas sobre la edificación y en caso de colapso no provoca demasiados daños. Adicionalmente tiene un buen aislamiento térmico debido a su inercia térmica, cualidad que es proporcionada por el barro. La quincha prefabricada es un sistema constructivo que basado en la quincha tradicional ha buscado estandarizar sus procesos con el fin de obtener un mejor rendimiento del material en la construcción. A diferencia de la quincha tradicional, la prefabricada emplea paneles modulares consistentes en bastidores de madera rellenos con caña trenzada y recubiertos con barro o algún otro material como yeso o cemento.

OPCIONES DE DISEÑO



En este apartado se proponen algunas opciones de diseño para viviendas hechas en súper adobe, que varían en tamaño, cantidad de espacios y ubicación de éstos. Se ofrecen en calidad de demostrar que el sistema puede ser adaptado a diferentes necesidades del usuario final. Se aclara que son únicamente algunas opciones, pudiendo existir infinita variedad de combinaciones posibles de distribución espacial, tamaño, orientaciones, presupuestarias, etc.

Además, vale destacar que este método ofrece también la posibilidad de paredes rectas y una gran variedad de techos para ambas opciones (curvas o rectas). Pero en este trabajo y para este propósito, la opción de los muros curvos y el cerramiento superior de la misma manera y del mismo material fue la más idónea por los planteamientos principales (economía, autonomía constructiva, autonomía estructural, entre otras tantas cosas).

Se presentan opciones de viviendas únicamente, aunque este método fue utilizado en variedad de casos para escuelas, centros de salud, centros comunitarios, etc.

*imágenes de obras de Nader Khalili





OPCIÓN 1 – Propuesta de Khalili (*ideador del método del súper adobe*)

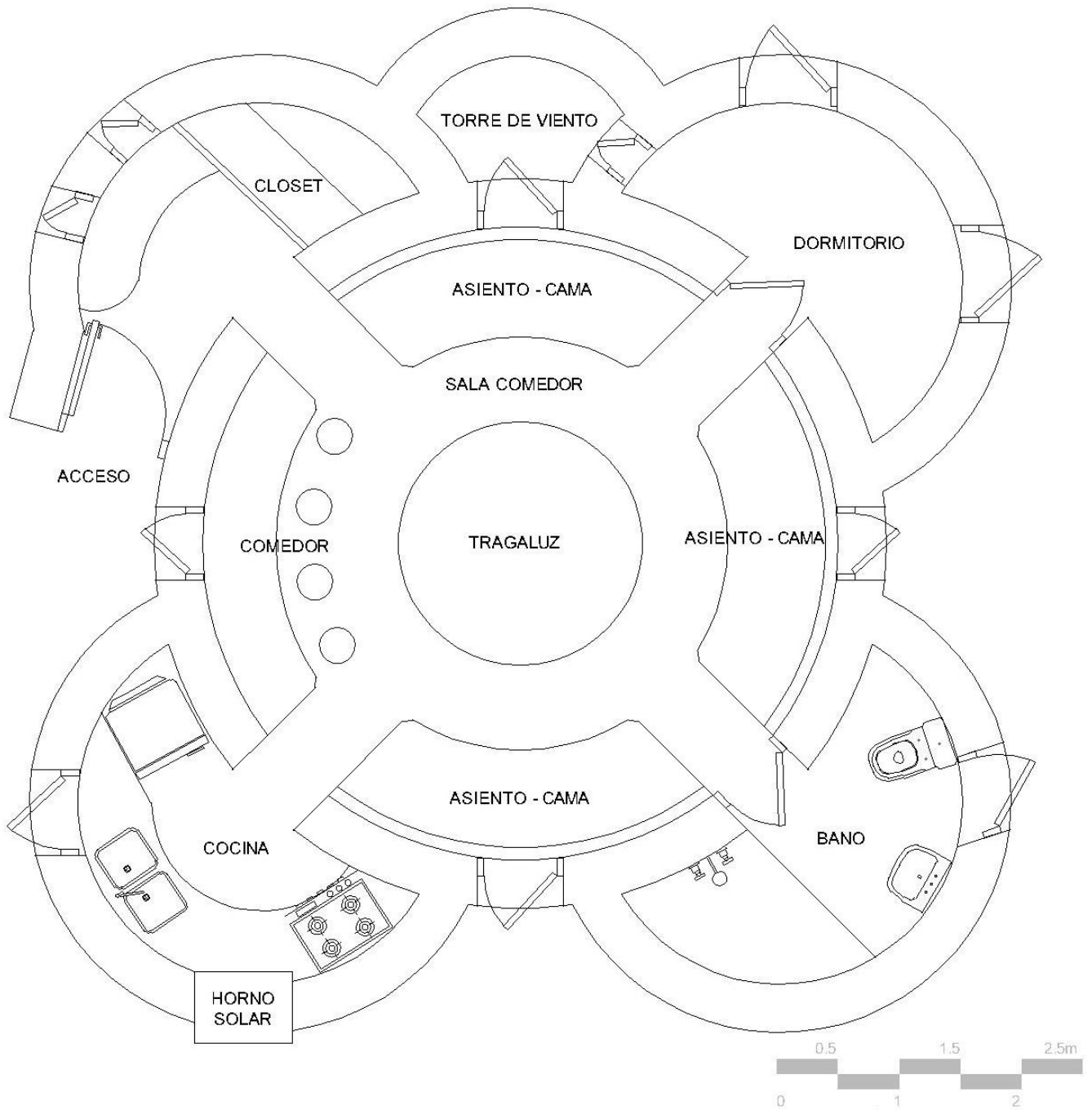
56,3 m² - 1 dormitorio, pero varios lugares para dormir en la sala

Cocina con horno solar adicional

Sala – comedor

Baño

Hall de acceso y torre de viento





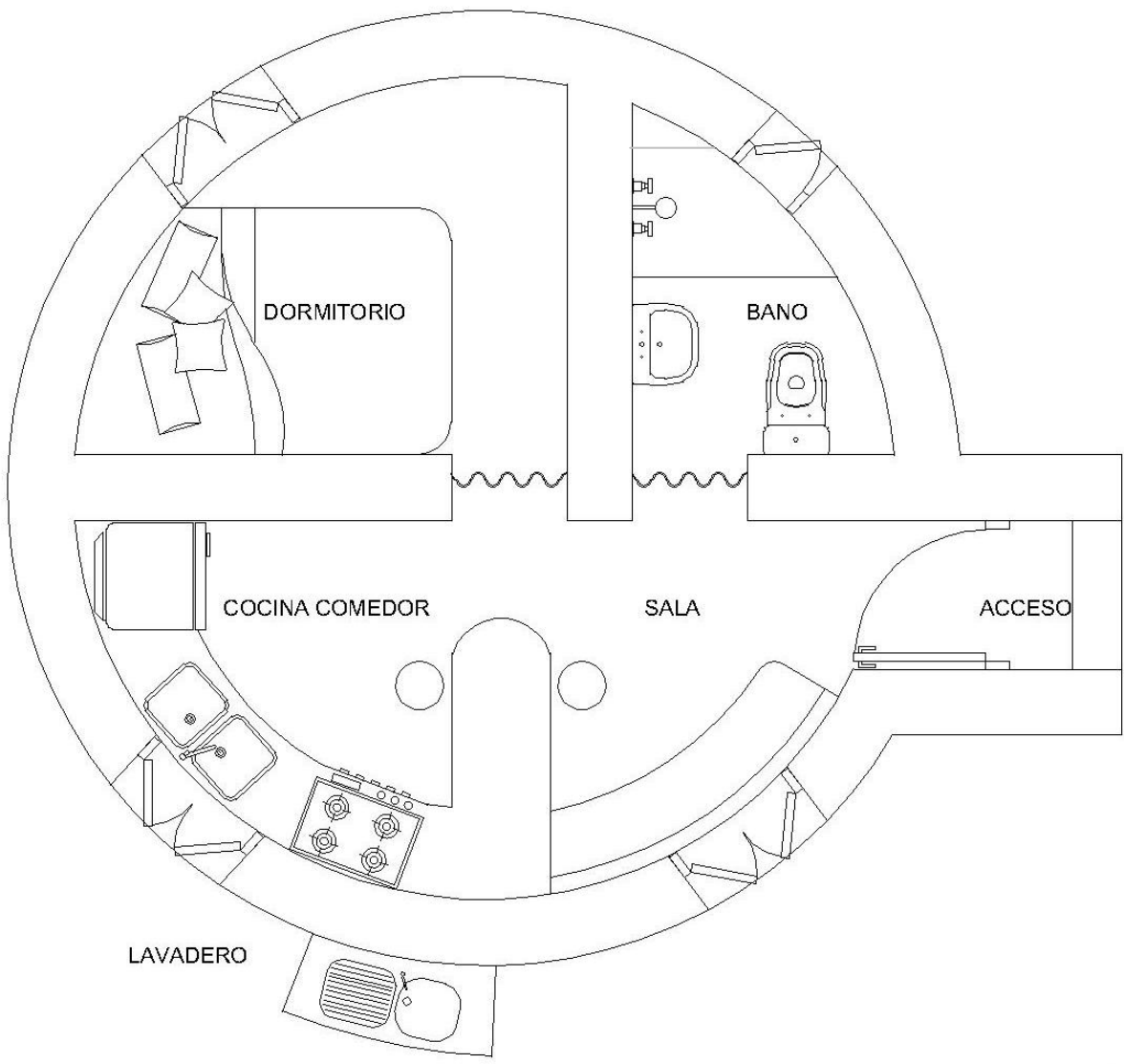
OPCIÓN 2 – propuesta propia

28,3 m² - 1 dormitorio

Cocina, sala y comedor integrados

Baño

Lavadero

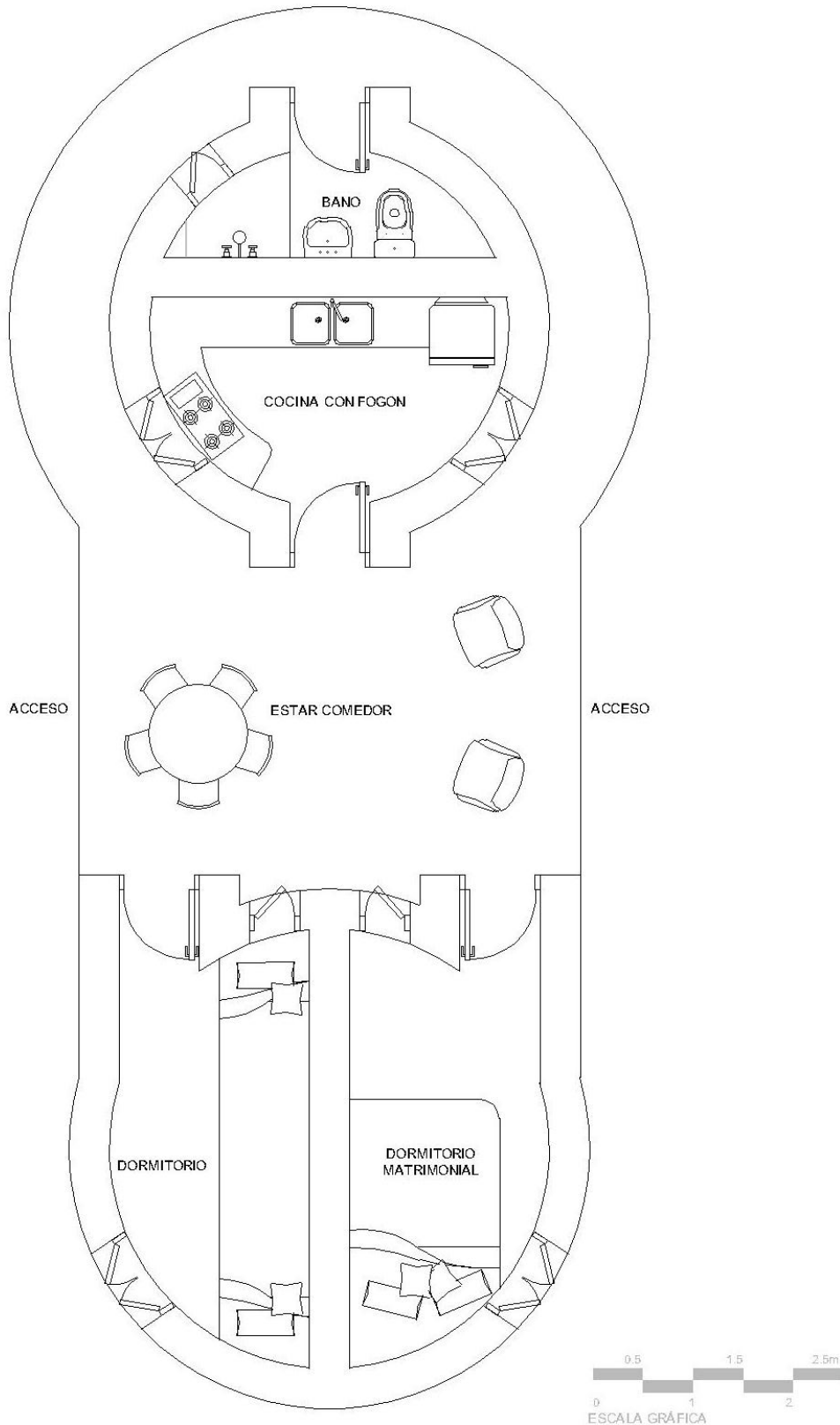


OPCIÓN 3 – propuesta propia – adaptación de una culata jovai con cocina de tipo campo (fogón) y baño tipo letrina moderna.

39,7 m² - 2 dormitorios

Cocina y baño separados

Estar y comedor en área intermedia, que puede ser cubierta.



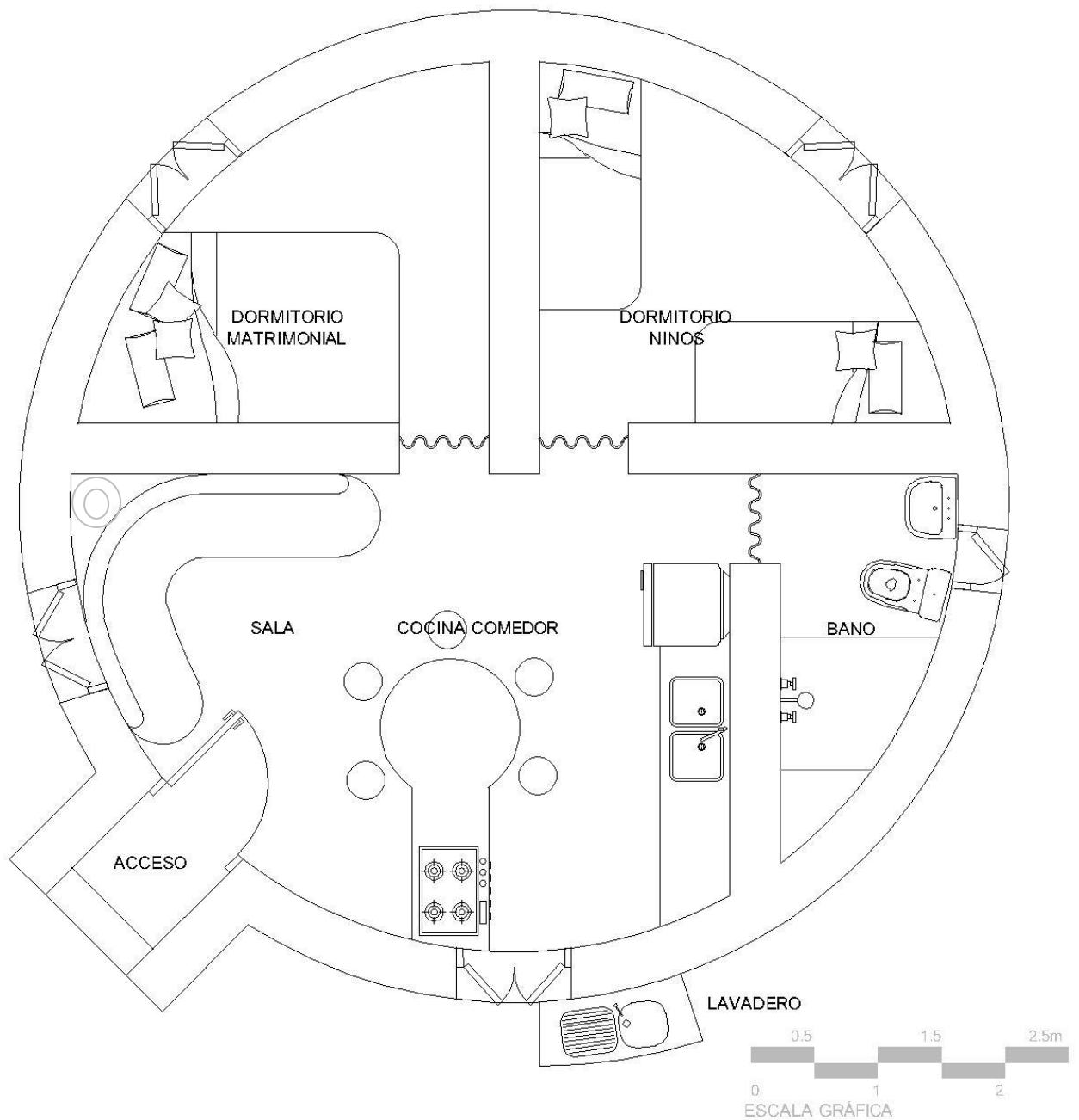
OPCIÓN 4 – propuesta propia

49,3 m² - 2 dormitorios

Cocina, comedor y estar integrados

Baño

Lavadero





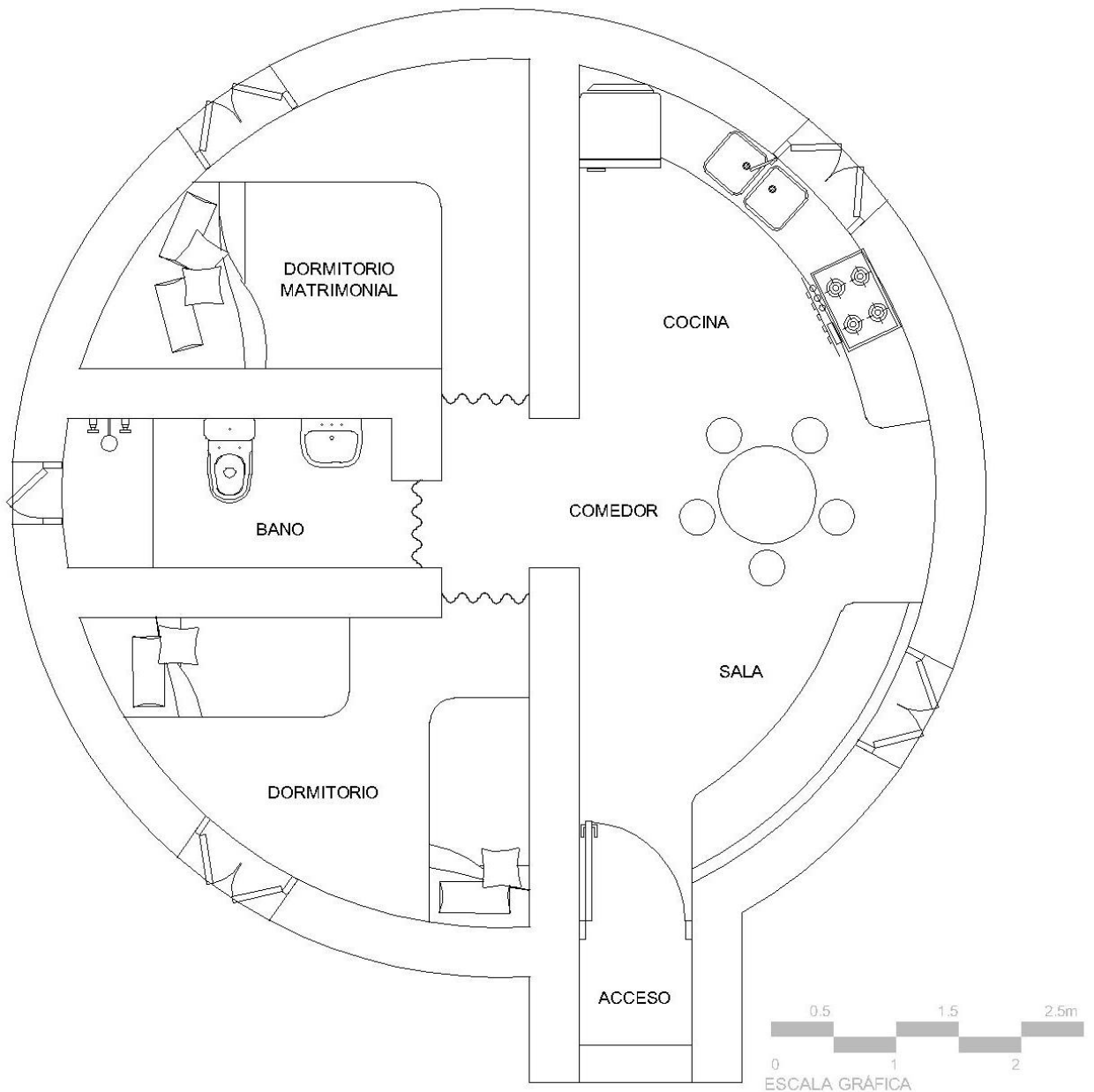
OPCIÓN 5 – propuesta propia

50 m² - 2 dormitorios

Cocina, comedor y estar integrados

Baño

Lavadero





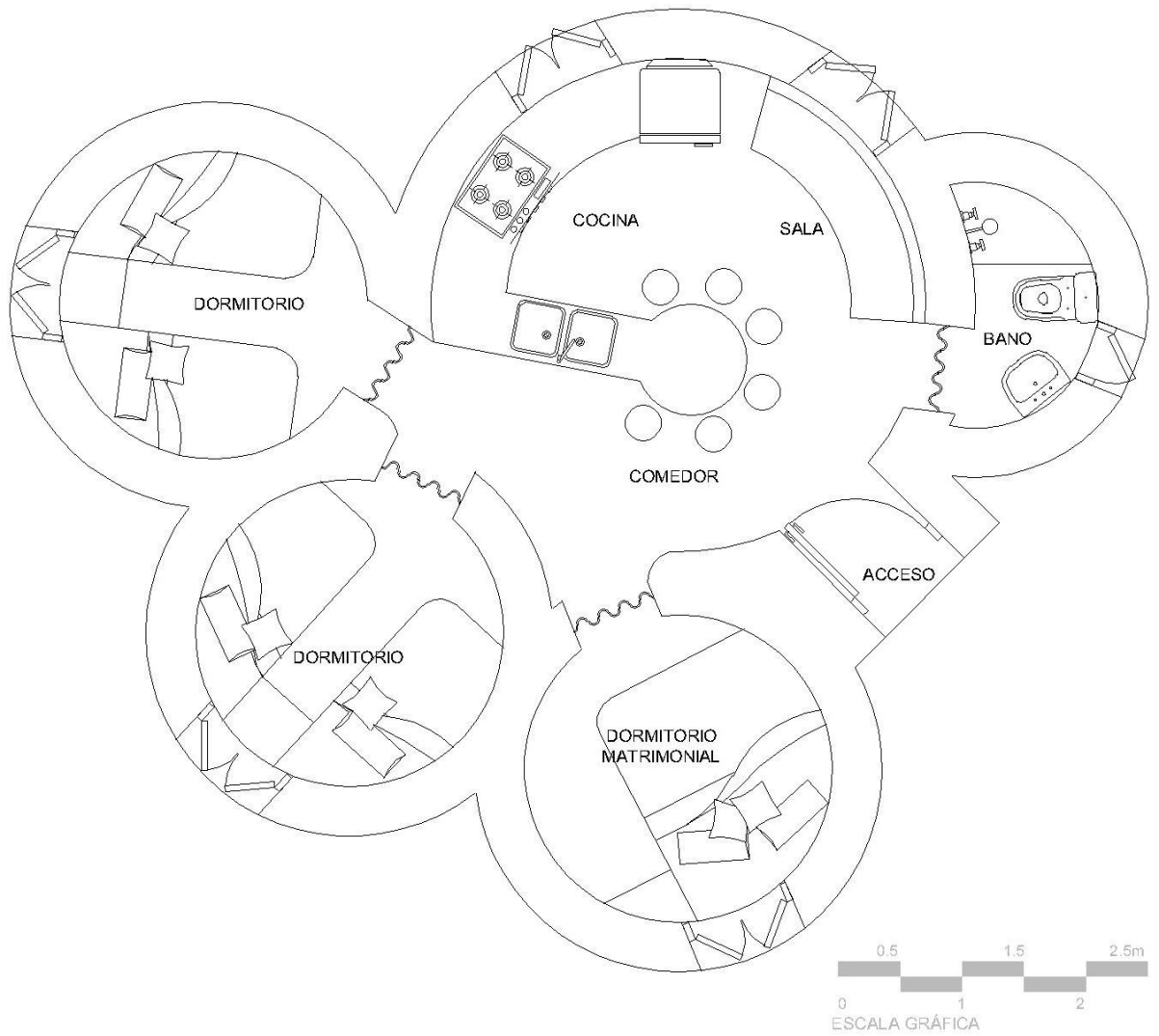
OPCION 6 – propuesta propia

46,6 m² - 3 dormitorios

Cocina, comedor y estar integrados

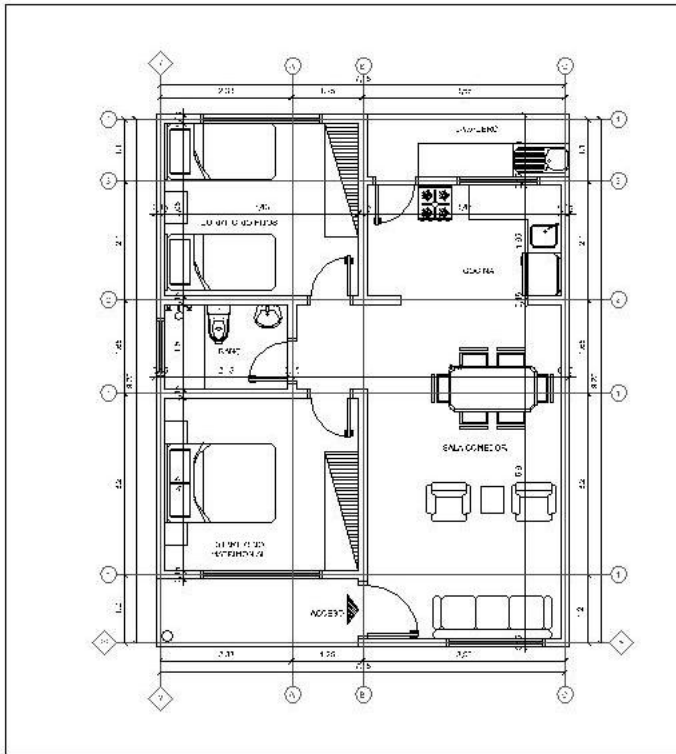
Baño

Lavadero

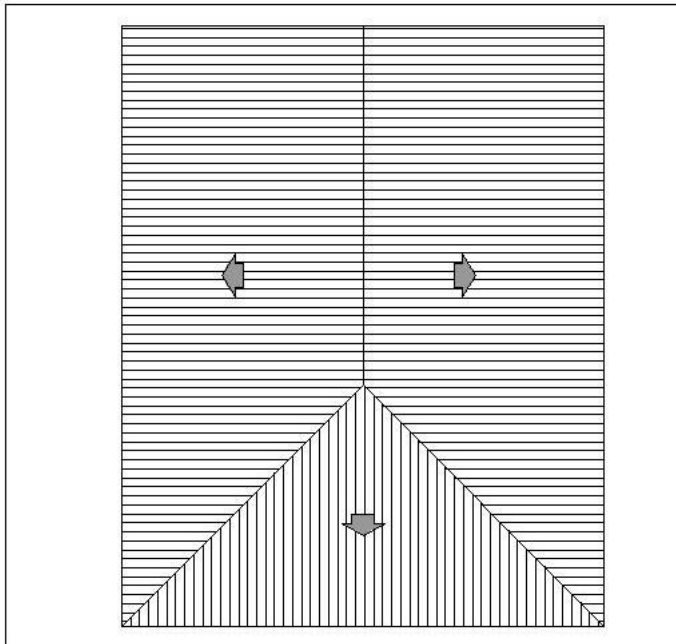




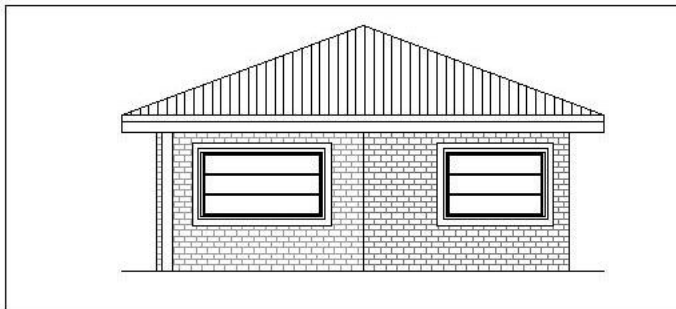
VIVIENDA ECONÓMICA – REVISTA MANDU'A



Planta equipada y acotada



Planta de techo



Fachada

Casa: Económica Mandu'a

Datos básicos del lote

Ubicación: _____

Medidas del terreno: 12 30

Legalidad:

Propietario: Si _____

Ocupación: _____

En trámite: _____

Del patrón: _____

Propietario original: _____

Edad de la vivienda: _____

Servicios Básicos

Posee:	Si	No	Tipo
Corriente eléctrica:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ANDE
Cable:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Internet:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Teléfono:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	COPACO
Provisión de agua:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESSAP
Almacenamiento:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Agua potable:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ESSAP
Desague pluvial:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Desague cloacal:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Construcción:

Constructor principal: Empresa _____

Material predominante: Ladrillo _____

Lugar de adquisición del material: _____

Depósito de materiales _____

Costo aproximado: 87. 563. 500.gs.

Cimiento: PBC _____

Piso: Cerámico esmaltado _____

Pared: Ladrillo común y hueco _____

Abertura: balancín _____

Estructura: de ladrillo _____

Tirantes: ybyrapyta _____

Vigas: ybyrapyta _____

Aislante: _____

Cubierta: teja espanola _____

Pintura: latex al agua _____

Revoque: con y sin hidrófugo _____

Revestimiento: en banos y cocina _____

Form.:

Gas: si _____ Eléctrico: _____

Lena: _____ Microondas: _____

Bacha: si _____

Lavaplatos: _____

Heladera: si _____

Lavadero: si _____

Lavarropa: _____

Secarropa: _____

Televisor: si _____

Dvd: _____

Video: _____

Teléfono: si _____

Radio: _____

Computadora: _____

Aire acondicionado: _____

Ventilador: de pie _____

Medio de transporte: _____


Posición	Edad	Educación	Actividad
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Tiempo de residencia: _____

Antes vivían en: _____

Motivo de la mudanza: _____

ESCALA TRAPICA _____





DIARIO DE OBRA

Día 1 – Lunes 9 de mayo de 2011_ *Nublado y temperatura agradable.*

Jornada empieza a las 15:50 hs.

Se comienza la jornada de trabajo ni bien se llegó al campo. La primera tarea fue la elección del lugar donde se construirá la casa. Se eligió el lugar frente a la vivienda existente para futuro uso como hospedaje de la familia.

Se limpió el terreno, se eligió el centro del domo y se instaló ahí un eje central de medición, que es un caño de 6 mts. de largo que había en el campo.

Con este punto establecido se sacó con un nivel de manguera la nivelación de suelo terminado (53 cm. por encima del nivel de suelo actual) en relación al nivel de piso de la vivienda existente, ya que se comprobó ser un nivel óptimo para que no entre el agua en la construcción cuando llueve.

Se ató un alambre al caño y en su extremo un palo, con esto se marcó el círculo interno (2,85 mts.) y externo (3,55 mts.) del cimiento y se cavó la mitad, para dar agarre a las primeras filas de bolsas con la tierra.

Jornada termina a las 17:45 hs.

Día 2 – Martes 10 de mayo de 2011_ *Sol y temperatura agradable.*

Jornada empieza a las 6:45 am.

Se terminó la excavación del círculo y luego con el semicírculo se marcó el ángulo del muro de acceso que está a 60 grados con el muro de la vivienda existente. Aquí se encontraron inconvenientes ya que el caño guía tiene un diámetro de 10 cm. lo que complicaba la determinación de las medidas. Para mejorar esto se modificó el semicírculo para poder ser encastrado al caño y girar libremente. Se marcaron y cavaron las paredes del acceso y las internas.

Mientras se cavaron los cimientos, se abrió una fosa a unos 50 mts. del lugar, de donde se extrae la tierra para las bolsas y se transporta en camioneta.

Se armó los sujeta bolsa y se hizo una demostración a las personas que van a construir como utilizarlos y cuál es el método constructivo y se probaron varios niveles de agua en la tierra y se optó por una mezcla con 20% de agua por presentar mejor textura y forma con la prueba de la bola.

Jornada termina a las 17:50 hs.



Día 3 – Miércoles 11 de mayo de 2011_ *Sol y temperatura agradable.*

Jornada empieza a las 7:00 hs.

Se ubicó los sujetos bolsas al costado derecho de la obra, próximos al lugar donde se hace la descarga de tierra y se hizo una zaranda con un caballete y una red de gallinero; pero luego se vio que al humedecer la tierra se vuelven a hacer los terrones, por lo que se abandonó la tarea.

Se intentó hacer la mezcla de tierra y agua en una hormigonera pequeña, pero fue inútil porque no crea una mezcla uniforme y el barro se pega a las paletas, por lo que se decidió hacerla en canchada y con azada manual.

Se comenzó con el cargado de las bolsas al costado de la obra, y una vez que se tuvo suficientes se colocó la carpa negra de aislante en las zanjas (consumió más carpa de lo que se había calculado por el giro del círculo).

Una vez puesta la carpa se ubicaron las primeras bolsas sobre ella. Las primeras filas tendrán un ancho de 70 cm. para dar mayor apoyo al domo.

Jornada termina a las 17:51 hs. - Hubo tormenta a la noche.

Día 4 – Jueves 12 de mayo de 2011_ *Nublado y temperatura agradable*

Jornada empieza a las 7:25 hs.

Ninguna consecuencia de la tormenta en la obra, las bolsas y el montón de tierra están íntegros, se mojó 1 cm, y debajo de eso la tierra estaba seca.

Se pusieron las 2 vueltas del alambre de púas sobre la fila 1 y se sujeta a la bolsa con alambre de atar “cociéndolo” a ella y girándolo arriba. Mientras los alambres eran colocados el resto del equipo seguía llenando bolsas al costado de la obra. Sobre esta vuelta de alambre de púas se colocó la **fila 2**, cuidando la trabazón con la fila inferior, lo que obligó a hacer bolsas con más o menos largo, y algunas en ángulo para poder ir encastrándolas.

Jornada termina a las 17:49 hs.

Día 5 – Viernes 13 de mayo de 2011_ *Sol y calor.*

Ultimo día antes de volver a Asunción por el día de la madre.

Se colocó la **fila 3**, cuidando la trabazón y sobre el alambre de púas.

Se decidió que la fila 4 y 5 del cimiento y nivelación ya giren de sentido (sean de 40 cm. de ancho en vez de 70 cm.), y se pudo ubicar la **fila 4**.

Los que quedan continúan cargando mientras unos van a Asunción.

Jornada termina a las 14:20 hs.



Día 6 - Viernes 10 de junio de 2011_ Sol y fresco.

Jornada empieza a las 15:00 hs.

Se tardó casi un mes en volver a la obra por cuestiones de fuerza mayor.

Se empezó a trabajar al llegar, en este mes el equipo había dejado cargadas unas 1.200 bolsas, las que fueron llenando en sus ratos libres.

Se ubicó el alambre de púas y sobre él la **fila 5** y última de las que irán bajo tierra para lograr el nivel de suelo deseado.

Se cerró la aislación con la carpa negra poniendo otra tira sobre la fila 5 y dejando que el sobrante caiga sobre el sobrante de la fila 1.

Jornada termina a las 17: 25 hs.

Día 7 – Sábado 11 de junio de 2011_ Sol y temperatura agradable.

Jornada empieza a las 7:00 hs.

Se acarreó más tierra al lugar (suficiente para todo el día de trabajo).

Luego se relleno el suelo interno de la casa hasta el nivel de contrapiso.

Simultáneamente se trabajó en la instalación del desagüe cloacal de baño y cocina, sujetándolos con alambre a travesaños de madera y ladrillos mientras se rellenaba el suelo hasta que le dé soporte y queden enterrados.

Se colocó hoy las filas **6 y 7** así como la primera fila de los muebles.

Jornada termina a las 17:50 hs.

Día 8 – Domingo 12 de junio de 2011_ Sol y calor.

Jornada empieza a las 7:30 hs.

Se colocó la fila **8** y se relleno el pórtico de entrada. Una vez hecho esto se colocó el marco de la puerta principal aplomado y nivelado, sujeto provisoriamente con un madero y un contrapeso para ubicarlo en su lugar hasta el momento de anclarlo al muro.

Se colocó la **fila 9** y para la **10** se cambió el diámetro, entrando 5 cm. que se midieron con el alambre atado al eje y un metro, y con esta guía se giró en todo el perímetro para comprobar la colocación correcta de las bolsas.

Con este diámetro nuevo se hizo la **fila 11** y se colocó los marcos de las ventanas de los dormitorios de la misma forma que la puerta principal.

En este nivel se hizo el primer anclaje de la puerta al muro con varillas clavadas al marco y presionadas por la **fila 12**, con la que se terminó el día.

Jornada termina a las 17:55 hs.



Día 9 – Lunes 13 de junio de 2011_ *Nublado y frío.*

Jornada empieza a las 6:45 hs.

Se colocó las filas **13 y 14**, y allí se ubicaron los marcos para las ventanas de la sala y cocina, además se anclaron las ventanas de los dormitorios de la misma forma que se ancló el marco de la puerta.

El radio se modificó en la fila **14** y luego nuevamente en la fila **16**. De aquí en adelante ya todas las filas irán modificando su radio cerrando el domo, ya que con cada fila la diferencia de centímetros se hace mayor.

Se finalizó el día colocando las filas **17 y 18**.

Jornada termina a las 17:20 hs.

Día 10 – Martes 14 de junio de 2011_ *Sol y temperatura agradable.*

Jornada empieza a las 7:00 hs.

Se colocó la **fila 19**, y sobre ella se ubicó de la misma forma que las anteriores la ventana del baño.

Hoy se levantaron además las **filas 20 y 21**.

Jornada termina a las 17:35 hs.

Día 11 – Miércoles 15 de junio de 2011_ *Sol y temperatura agradable.*

Jornada empieza a las 6:45 hs.

Se colocó de la fila **22** a la **24**, con lo que se llegó a la altura de las aberturas. La puerta se ancló en total 4 veces de cada lado, y las ventanas 3 veces, los anclajes se distribuyeron de forma equivalente en todo el largo.

Sobre las ventanas se pusieron los dinteles metálicos y las bolsas con un porcentaje de cemento para aumentar su resistencia. Estas bolsas se pusieron de forma transversal para crear el alero de protección a las aberturas.

Se empezó lo que será el encofrado provisorio para el pórtico de acceso.

Jornada terminó a las 17:30 hs.

Día 12 – Jueves 16 de junio de 2011_ *Sol y temperatura agradable.*

Jornada empieza a las 7:20 hs.

Hoy se colocó solamente la **fila 25**, que incluía los dinteles de las ventanas de la sala y la cocina que ya se habían colocado ayer.

Se trabajó todo el día en armar y colocar el encofrado del pórtico.

Jornada termina a las 17:35 hs.



Día 13 – Viernes 17 de junio de 2011_ *Nublado y calor.*

Jornada empieza a las 7:10hs.

Sobre la fila 25 se colocaron los palos de escoba que servirán de soporte para las telas de las puertas.

El resto del día se llenaron y ubicaron sobre el encofrado las bolsas abanico (en forma de cuña) para el pórtico de acceso.

Se hicieron hoy las filas **26 y 27**, y se colocaron los dinteles de las puertas internas de dormitorios y baño (sobre la fila 26).

Jornada termina a las 17:40 hs.

Día 14 – Sábado 18 de junio de 2011_ *Sol y calor.*

Jornada empieza a las 6:45 hs.

Hoy la obra se encontró con un problema. Al no prever un mayor espacio entre puerta y ventana (de la cocina) o al no incluir un contrafuerte para contrarrestar la falta de masa, se produjo un hundimiento entre estas dos aberturas, por lo que se tuvo que colocar un madero del lado interno del muro y un cabo atado a él, estirado por una catraca y llevar el muro a su posición ideal.

Además mientras más altura llevaba la puerta (arco del pórtico) más inestable se hacía el muro, por lo que se tuvo que deshacer el encofrado del pórtico, y colocar sobre éste una reja de gallinero para poder cerrar el espacio.

Sobre la reja se colocaron bolsas con la misma mezcla de los dinteles.

Jornada termina a las 17:25 hs.

Día 15 – Domingo 19 de junio de 2011_ *Sol y calor.*

Jornada empieza a las 7:15 hs.

Se levantó de la fila **28** a la **31**.

Jornada termina a las 17:55 hs.

Día 16 – Lunes 20 de junio de 2011_ *Sol y temperatura agradable.*

Jornada empieza a las 6:55 hs.

Hoy se levantaron solamente dos filas: la **32** y la **33**.

El sistema de construcción está un poco lento porque al aumentar la altura se hace más difícil y más pesado subir las bolsas hasta donde se las ubica. Habrá que probar cargándolas in situ.

Jornada termina a las 17:35 hs.





Día 17 – Martes 21 de junio de 2011_ *Nublado y fresco.*

Jornada empieza a las 6:50 hs.

Se decidió probar el revoque, por lo que se trajo de un tajamar cercano arcilla negra, que en teoría debería adherirse bien al muro, lo que se probará es su retracción al secar, las grietas que deja y si se pega o no al muro.

La mezcla se hizo en carretilla, vertiendo la arcilla negra tamizada por la zaranda y mezclándola con agua hasta dar un barro maleable.

Esta mezcla se colocó a mano sobre el muro, presionando en las uniones de bolsas para rellenar huecos que quedan en la colocación.

En cuanto a la construcción del domo, se hicieron andamios interiores con sobre tachos de metal para almacenar las bolsas a altura de trabajo y tener más superficie de circulación, por lo que hoy se colocó solamente la fila **34**.

Jornada termina a las 17:55 hs.

Día 18 – Miércoles 22 de junio de 2011_ *Nublado y con llovizna.*

Jornada empieza a las 7:00 hs.

Se trabajó exclusivamente en la carga de bolsas y su colocación en el muro. La carga de las nuevas se hizo en el lugar de montaje ya que las bolsas preparadas a pie de obra se acabaron luego de la segunda fila hecha.

El sistema de cargado se realizó lanzando hacia el lugar de trabajo baldes con tierra (al modo como lanzan ladrillos en una obra común), y luego era pre apisonada antes de quitar el sujeta bolsa y “acostarla” en su lugar.

Este método es evidentemente más lento que el anterior, por lo que se abandonó, y se ideó un sistema de subida de bolsas por medio de una pluma sujeta al tractor del campo, con una polea. La cuerda que pasa por esta polea tiene sujeta una bandeja en un extremo sobre la que se coloca la bolsa y el otro extremo se estira de forma manual hasta llegar a la altura de obra. Después de alzar unas cuantas bolsas con este sistema se decidió unir el extremo de la cuerda a la camioneta y de esta forma se logró subir dos bolsas por vez.

El revoque colocado el día anterior todavía no terminó de secar (por las condiciones del clima) pero se puede ver que ya presenta grandes grietas; por lo que se probarán varias mezclas diferentes hasta encontrar una ideal.

Gracias al avance con el sistema de la pluma hoy se llegó a colocar 4 filas, llegando a la fila **38**.

Jornada termina a las 17:20 hs.





Día 19 – Jueves 23 de junio de 2011_ Frío y lluvia.

Por cuestiones del clima hoy no se pudo trabajar.

Se aprovechó para quitar tierra de la zanja y armar unas cuantas bolsas bajo un toldo improvisado al costado de la obra.

No hubo avances ni en la construcción del domo ni en los revoques.

Día 20 – Viernes 24 de junio de 2011_ Nublado y fresco

Jornada empieza a las 7:15 hs.

Se colocó desde la fila 39 a las 43, 4 filas nuevamente.

Se llenaron más bolsas para que el abastecimiento no cese, y se subieron caballetes a los andamios superiores porque el nivel anterior ya queda bajo.

Se observó hoy que una zona de la vivienda presenta nuevamente un hundimiento entre las filas 38 a la 41, se intentó estirar con la catraca como la vez anterior pero no funcionó. Mañana habrá que desmantelar esta parte.

Jornada termina las 17:35 hs.

Día 21 – Sábado 25 de junio de 2011_ Nublado y frío

Jornada empieza a las 7:20 hs.

No se hizo más que trabajar desmantelando la zona que se hundió.

Después del desarme de estas bolsas, se volvieron a ubicar en su zona con mayor cuidado y apisonándolas mejor.

Mañana se trabajará en un apuntalamiento que servirá de seguridad, aunque no volvió a presentar deformidad.

Jornada termina a las 17:30 hs.

Día 22 – Domingo 26 de junio de 2011_ Cielo libre y frío.

Jornada empieza a las 07:00 hs.

Durante todo el día se trabajó en hacer el apuntalamiento que quedará en la zona que presentó deformidad el día de ayer.

Se toma esta medida como precaución aunque desde que volvieron a ponerse las bolsas quedaron en su lugar como deberían.

No se levantó ni una sola fila, pero se probó un nuevo revoque hecho con la tierra de la obra, que ya presenta grietas.

Jornada termina a las 16:55 hs.



Día 23 – Lunes 27 de junio de 2011_ Cielo libre y frío

Jornada empieza a las 07:45 hs.

El revoque colocado ayer se agrietó de manera similar al anterior y no tiene la misma adherencia, por lo que a la vuelta habrá que seguir probando.

Antes de volver a Asunción se levantaron tres filas, de la **44** a la **46**.

Jornada termina a las 12:20 hs.

Día 24 - Sábado 9 de julio de 2011_ Cielo libre y calor

Jornada empieza a las 14:30 hs.

Se levantó las **filas 47 y 48** y ya se colocó el alambre para la fila 49.

Se apagó cal para la prueba de revoque para el día de mañana.

Jornada termina a las 17:20 hs.

Día 25 - Domingo 10 de julio de 2011_ Cielo libre y calor

Jornada empieza a las 07:30 hs.

Durante la mañana se trajo tierra y se levantaron bolsas.

Se probó un nuevo revoque con un balde de cal por cada 7 baldes de tierra de la obra, se colocó con espátula y cuchara. Para la tardecita había secado un poco y ya se podían ver las grietas y la falta de adherencia.

Se levantaron de la fila **49** a la **51**, y se ubicó los caños de respiración.

Jornada termina a las 15:10 hs.

Día 26 – Lunes 11 de julio de 2011_ Cielo libre y calor

Jornada empieza a las 7:25 hs.

Se empezó a usar el caño eje como pluma porque la otra quedaba muy separada del hueco por la curvatura del domo. Se hizo así de las filas **52** a **55**, es más lento porque las subidas se hacen de a una bolsa por vez y al ir cerrando el agujero requiere más bolsas con cortes y formas especiales.

Simultáneamente se probó dos nuevos revoques, uno con arcilla negra y pasto, y otro con tierra de la obra con arena blanca. En ambos casos se vieron menos grietas que en los anteriores, por lo que se decidió utilizar estos cuatro componentes: arena blanca, arcilla negra, tierra de la obra y pasto.

Se agregó travesaños a las ventanas porque empezaban a pandear.

Jornada termina a las 17:55 hs.



Día 27 – Martes 12 de julio de 2011_ *Cielo libre y calor*

Jornada empieza a las 7:00 hs.

Oficialmente a las 15:30 de hoy se cerró el domo.

Para poder cerrarlo se debió hacer bolsas más pequeñas y en ángulo para poder acomodarse a la curva más pronunciada del fin del domo.

Las bolsas ya no pasaban por el agujero central, por lo que se debió subirlas a hombro por escalera. Gracias a que las bolsas debían ser más pequeñas el trabajo no resultó pesado.

Se empezó la instalación eléctrica, colocando las cajas para tomas y puntos, que son clavadas a los muros, se pasó los electroductos por ellos agujereándolos con una barrena, se colocó las crucetas con los aisladores y se pasó la corriente eléctrica de la casa existente a la obra.

Jornada termina a las 17:20 hs.

Día 28 – Miércoles 13 de julio de 2011_ *Cielo libre y calor*

Hoy se trabajó en tres sectores del domo: el revoque, muebles y la instalación eléctrica.

Se llegó a revocar solamente en la mañana alrededor de 1/5 de la superficie externa con la mezcla de arena, arcilla, tierra de obra y pasto. El revoque se hizo hasta la altura que se alcanzaba desde suelo.

Se terminó el cableado de toda la vivienda y se instaló las primeras dos luces que están en la sala y cocina.

Jornada termina a las 12:30 hs.

Día 29 – Jueves 14 de julio de 2011_ *Cielo libre y calor*

Jornada empieza a las 6:50 hs.

Hoy se trabajó en el revoque exterior, que llegó a cubrir ya más de la mitad del domo, de abajo para arriba y una parte arriba que se hizo trepando.

Se trabajó además en el abastecimiento del agua para baño, cocina y lavadero, prácticamente quedó terminada, sólo faltan las instalaciones de los tanques de suministro de agua.

Se empezó a cavar los pozos para la cámara séptica y pozo ciego al costado derecho de la obra (en dirección a la zona húmeda).

Jornada termina a las 18:00 hs.



Día 30 – Viernes 15 de julio de 2011_ Cielo libre y calor

Jornada empieza a las 7:00 hs.

Hoy se llegó a cubrir con el revoque exterior $\frac{3}{4}$ del domo.

Se continuó con los trabajos de los muebles y se trajo cascotes para el contrapiso que se empezará mañana.

El pozo ciego y cámara séptica están próximos a culminarse.

Jornada termina a las 17:50 hs.

Día 31 – Sábado 16 de julio de 2011_ Nublado y calor

Jornada empieza a las 7:20 hs.

Se terminó de cubrir el domo con la primera capa del revoque exterior.

Se comenzó a hacer el contrapiso en los dormitorios, y en el baño se llegó a verter la mezcla del piso sobre el contrapiso con pendiente de 2 cm. hacia la rejilla de piso que se encuentra dentro de la ducha.

Se continúan los trabajos para los muebles pero de manera intercalada con otros trabajos.

El pozo ciego y cámara séptica también están terminados.

Hubo tormenta a la noche.

Jornada termina a las 17:45 hs.

Día 32 – Domingo 17 de julio de 2011_ Nublado y fresco

Jornada empieza a las 7:10 hs.

Hoy se empezó los trabajos del revoque interior con una mezcla de arena blanca, arcilla negra y tierra de obra.

Al mismo tiempo se fueron realizando los muebles de manera similar a la del día anterior, y se continuó con el contrapiso de la vivienda.

Jornada termina a las 18: 35 hs.

Día 33 – Lunes 18 de julio de 2011_ Lloviznas y frío

Jornada empieza a las 6:45 hs.

Se terminó el revoque de uno de los dormitorios, los revoques de la sala y la cocina están en más de $\frac{1}{3}$ del proceso, igualmente el baño.

Se empezó los trabajos de carpintería de puertas y ventanas.

Jornada termina a las 18:20 hs.



Día 34 – Martes 19 de julio de 2011_ *Nublado y frío*

Jornada empieza a las 6:45 hs.

Simultáneamente, mientras se trabajaba en el revoque interior de la vivienda se empezó la segunda mano del revoque exterior del domo, llegando a completarse casi la mitad del mismo (se hace más rápido que el anterior).

Las ventanas ya están terminadas, falta la puerta y la colocación de todas las aberturas, además de su pintura.

Jornada termina a las 18:35 hs.

Día 35 – Miércoles 20 de julio de 2011_ *Nublado y frío*

Jornada empieza a las 7:00 hs.

El día de hoy se terminó la segunda mano del revoque exterior, que ya presenta muy pocas grietas y todas ellas muy finas, se espera que la pintura logre cubrirlas.

Se empezó a fabricar la puerta, mientras que el revoque interior está terminado, aunque aún falta afinarlo con una brocha mojada.

Jornada termina a las 18:10 hs.

Día 36 – Jueves 21 de julio de 2011_ *Cielo abierto y frío*

Jornada empieza a las 7:05 hs.

Se empezó el día afinando el revoque interior y luego se hizo lo mismo con el exterior para prepararlos para la pintura.

El resto del día se trabajó haciendo el piso de toda la vivienda, de la misma forma que se hizo el del baño pero sin presentar pendiente.

La puerta de acceso ya está terminada, será colocada mañana, mientras que las hojas de las ventanas ya fueron colocadas.

Jornada termina a las 17:40 hs.

Día 37 – Viernes 22 de julio de 2011_ *Cielo abierto y templado*

Jornada empieza a las 7:15 hs.

Se trabajó en la pintura exterior para dejar fraguar el piso del interior.

Se logró hacer toda la primera mano de pintura a la cal. Tapó considerablemente las grietas del revoque anterior, volviendo a afinarlo.

Se colocó la puerta de acceso y los artefactos sanitarios del baño.

Jornada termina a las 17:45 hs.





Día 38 – Sábado 23 de julio de 2011_ *Cielo abierto y templado*

Jornada empieza a las 7:10 hs.

Se trabajó únicamente en la pintura, se dio la segunda mano de pintura al exterior.

Jornada termina a las 17:20 hs.

Día 39 – Domingo 24 de julio de 2011_ *Cielo abierto y calor*

Jornada empieza a las 7:20 hs.

El día de hoy se comenzó los trabajos de pintura en el interior con la primera mano de pintura a la cal pero sin el jugo de cactus, y se logró completar casi $\frac{3}{4}$ del interior incluidos muebles.

Jornada termina a las 17:15 hs.

Día 40 – Lunes 25 de julio de 2011_ *Cielo abierto y calor*

Jornada empieza a las 7:10 hs.

Se completó la primera mano de pintura al interior del domo y se colocaron los bidones de abastecimiento de agua al costado derecho de la vivienda sobre unos caballetes (que en el futuro serán reemplazados por una estructura de las mismas bolsas).

Jornada termina a las 17:25 hs.

Día 41 – Martes 26 de julio de 2011_ *Cielo abierto y calor*

Jornada empieza a las 7:20 hs.

Hoy se terminan oficialmente las obras del domo.

Se completó la segunda mano de pintura y con esto se acabaron las tareas de la construcción, hasta el momento que un mantenimiento sea necesario.

Jornada termina a las 17:45 hs.



“Y así fue, Dios tomó barro”

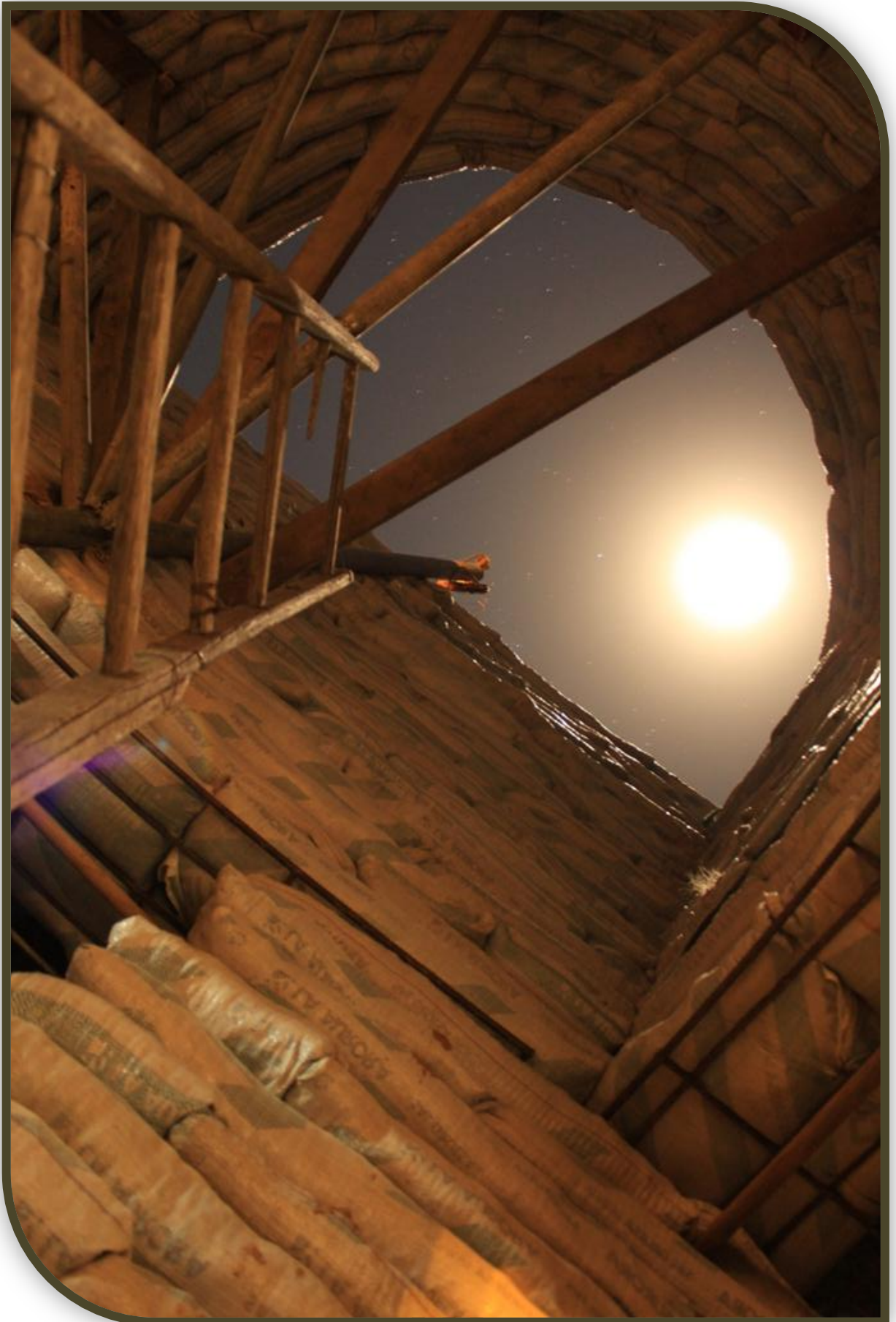


CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]



e hizo al hombre.

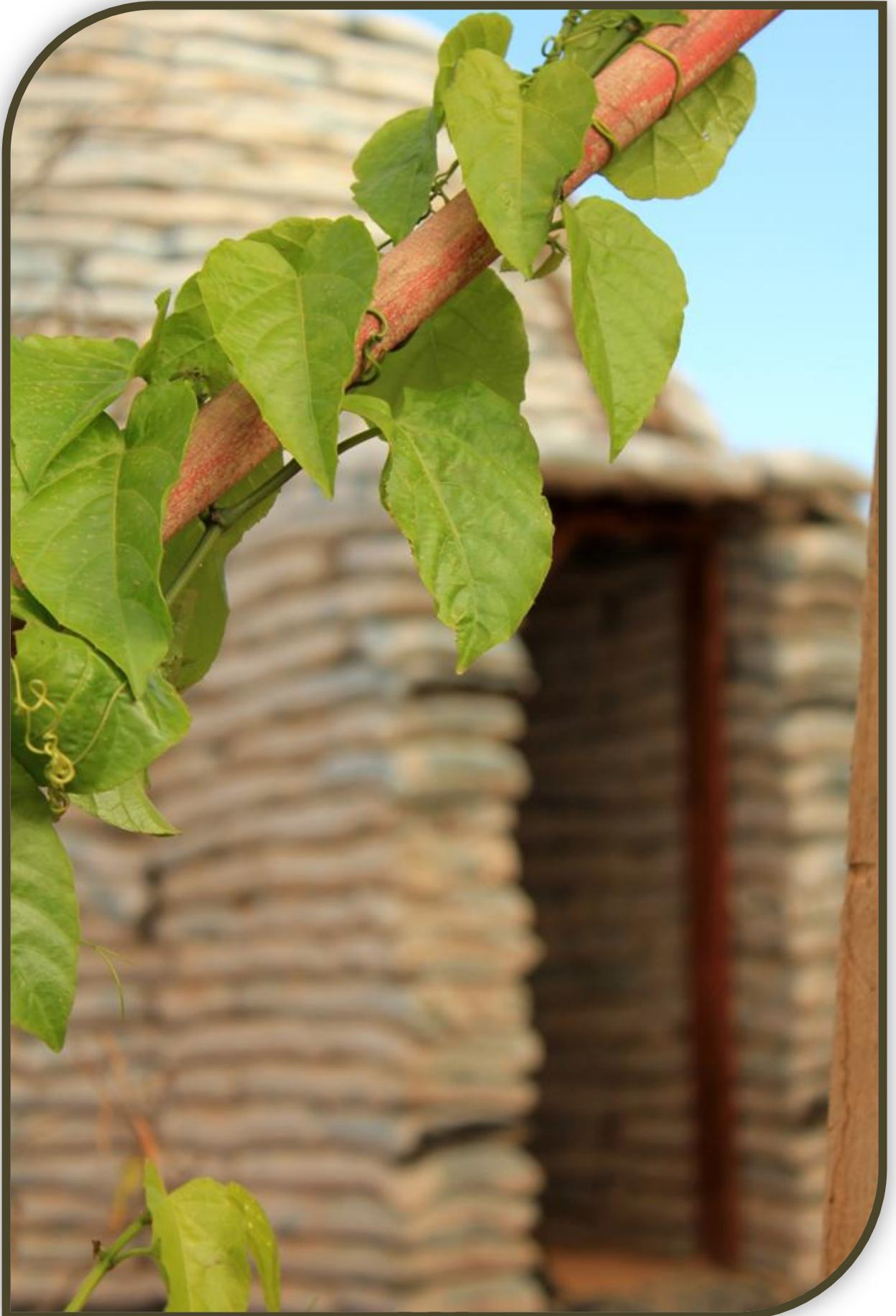


CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]



Y el hombre tomo el barro



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]

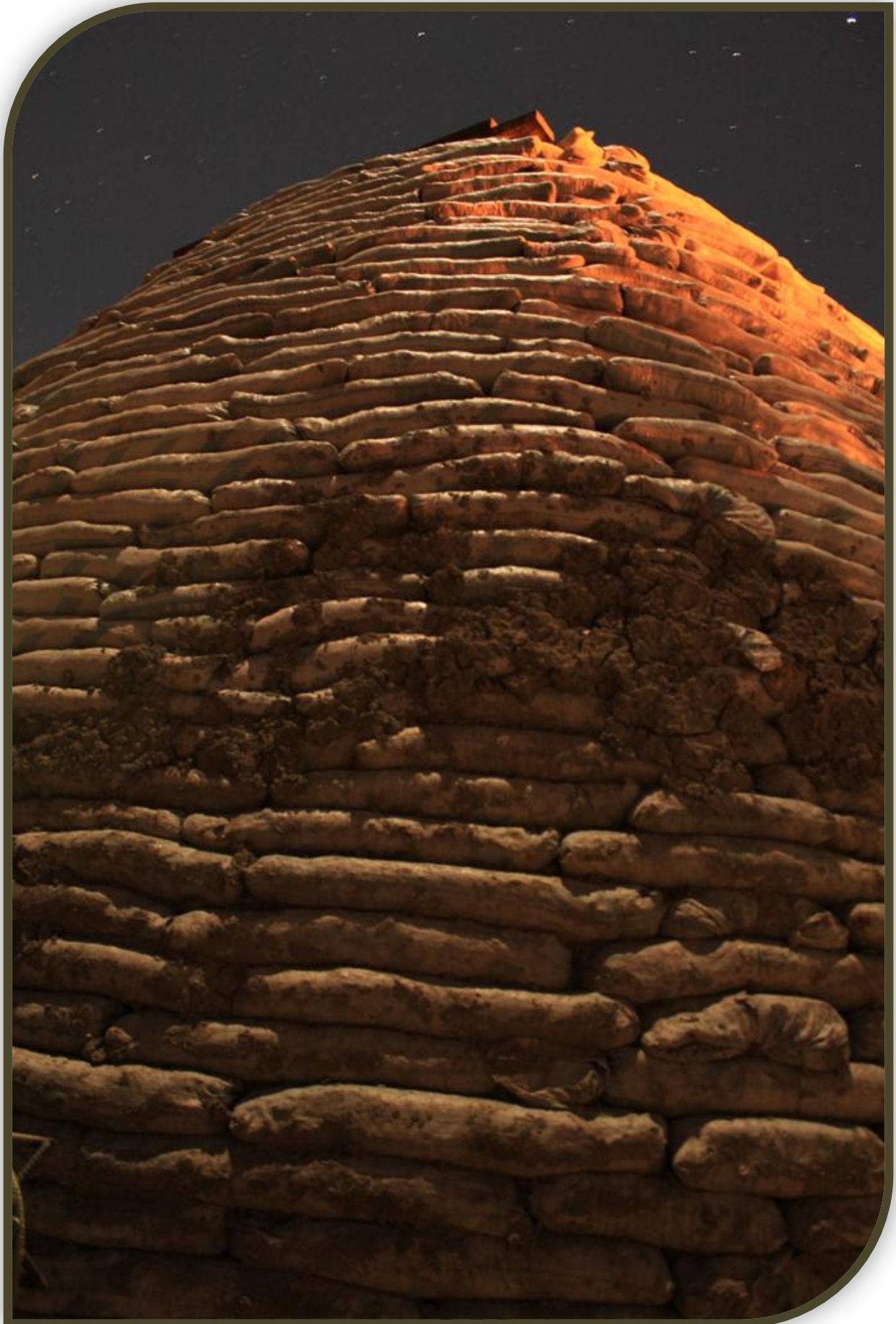


HABITAR LA TIERRA

CÉLULAS HABITACIONALES ADECUADAS PARA EL CHACO PARAGUAYO [BOQUERÓN]



y nunca dejó de construir.



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]



Hasta parece elemental,

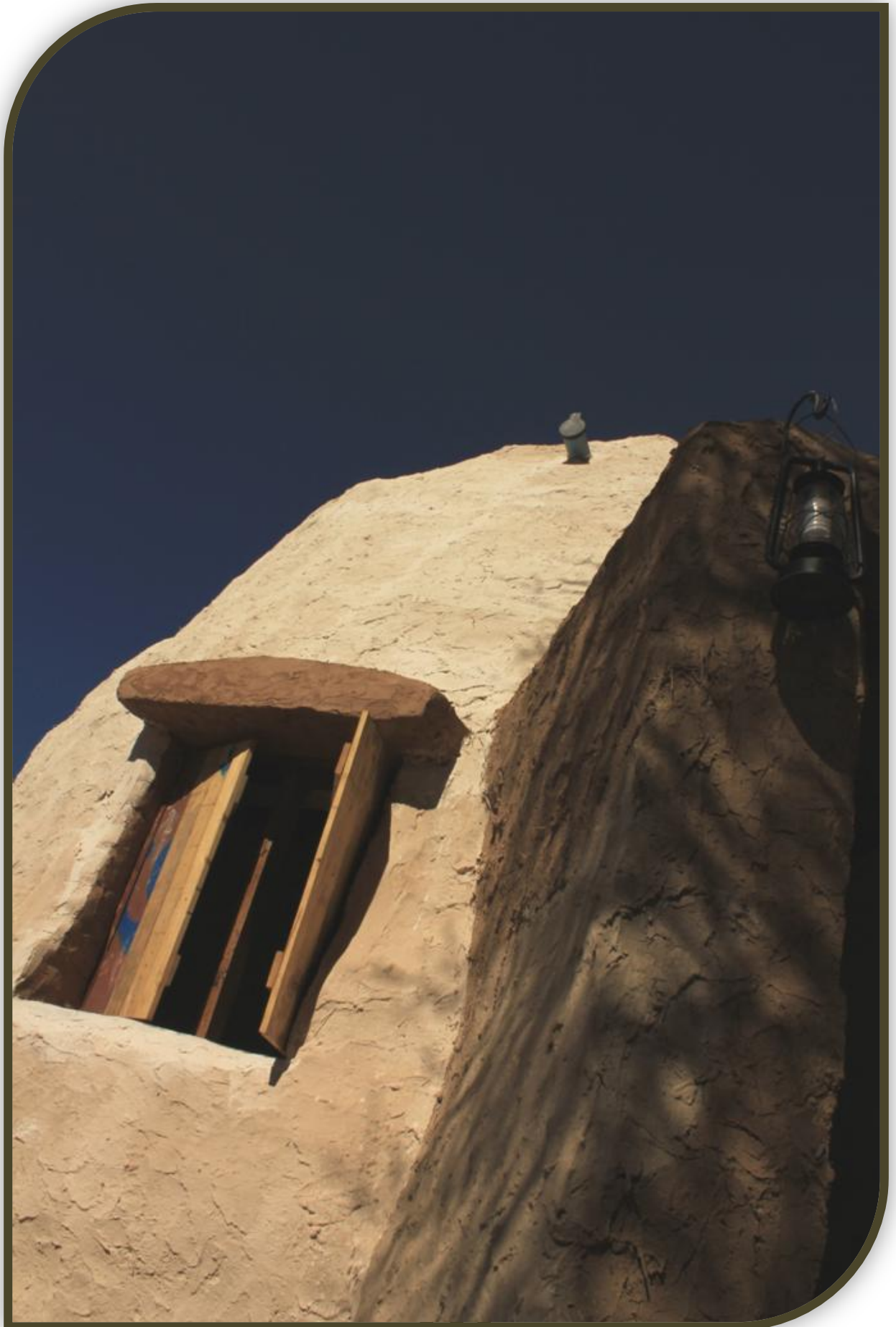


CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]



en un planeta llamado Tierra,



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]



que más oportuno que usar



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]

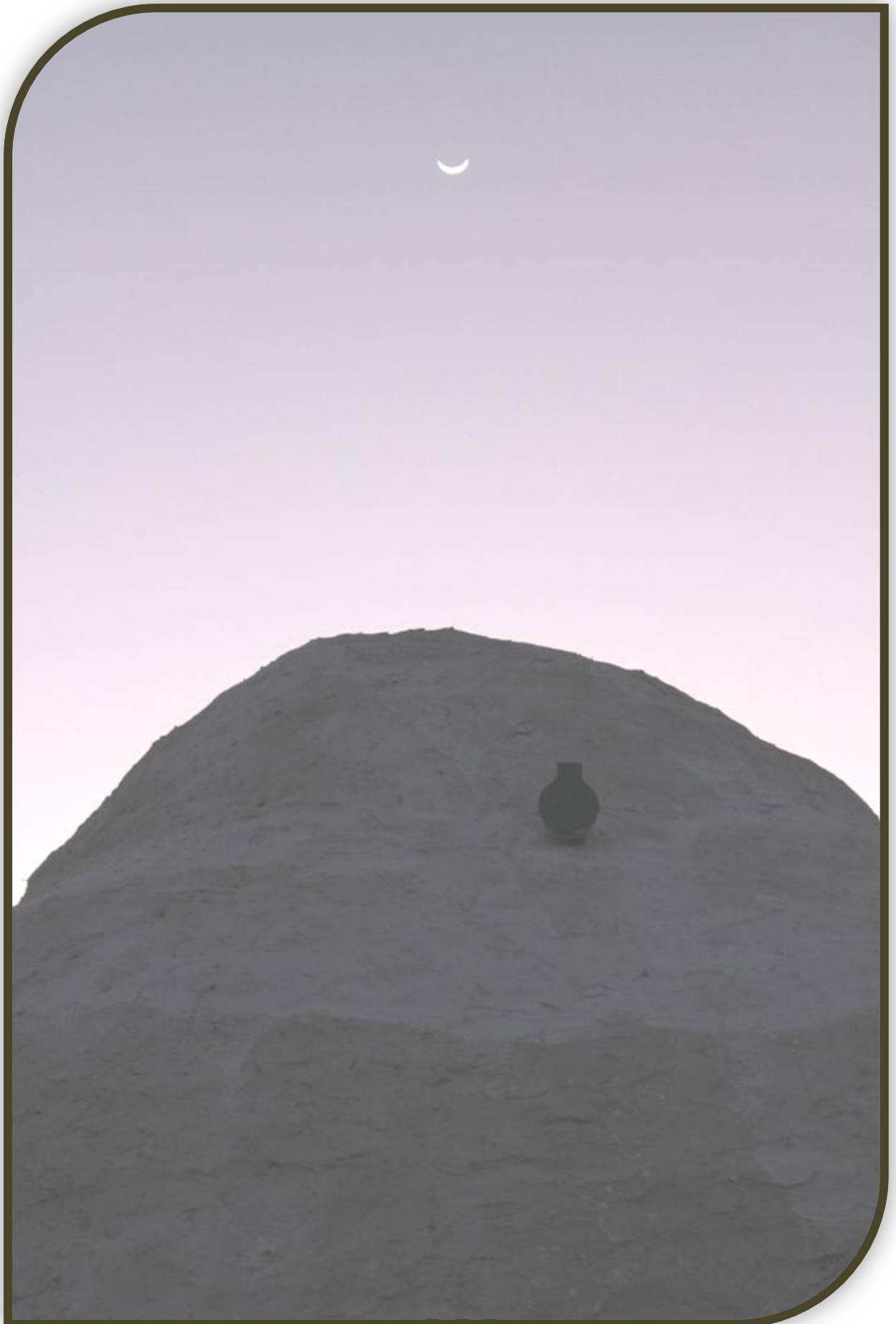


HABITAR LA TIERRA

CÉLULAS HABITACIONALES ADECUADAS PARA EL CHACO PARAGUAYO [BOQUERÓN]



precisamente eso,



CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]

TIERRA.”

63



⁶³ Leonardo Garabieta, arquitecto urbanista, profesor y escritor argentino.

CARLA ANDREA RISSO MAIDA

[UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN_FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE]