



TÍTULO

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL (QUINCHA) CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN VIVIENDAS EN EL VALLE DE USPALLATA EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

AUTOR

Matías José Esteves

Directora
Tutora
Curso

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2011

Carolina Ganem Karlen

María López de Asiaín Alberich

X Máster en Energías Renovables. Arquitectura y Urbanismo. La Ciudad Sostenible

ISBN

978-84-694-3713-1

©

Matías José Esteves

©

Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCIA
SEDE IBEROAMERICANA SANTA MARIA DE LA RÁBIDA**

**X MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES: ARQUITECTURA Y URBANISMO.
LA CIUDAD SOSTENIBLE.**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO
TRADICIONAL (QUINCHA) CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN
VIVIENDAS EN EL VALLE DE USPALLATA EN LA PROVINCIA DE MENDOZA.**

AUTOR / ALUMNO: Arq. Matías José Esteves

DIRECTORA : Dra. Arq. Carolina Ganem Karlen

TUTORA: Dra. Arq. María López de Asiaín Alberich

MENDOZA, DICIEMBRE DE 2010



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	01
1- Justificación	04
2- Hipótesis	06
3- Objetivos	07
4- Metodología	08
5- Estructura de la tesis	09
I. ARQUITECTURA ADAPTADA AL SITIO	11
I.I- Diseño de viviendas	14
<i>I.I.1 Estrategias bioclimáticas: Vivienda unifamiliar en Mairena del Aljarafe, Sevilla, España.</i>	14
<i>I.I.2 Sistemas modulares: Vivienda La Florida, Cádiz, España.</i>	17
I.II- Construcción con materiales tradicionales propios del sitio:	21
<i>I.II.1 Sistema constructivo con fardos de pasto.</i>	21
<i>I.II.2 Sistema constructivo con quincha.</i>	26
<i>I.II.3 Sistema constructivo de adobe.</i>	30
<i>I.II.4 Comparación entre los tres sistemas constructivos.</i>	33
I.III- Comentarios al Capítulo 1.	36
II. CASO DE ESTUDIO: Valle de Uspallata	37
II.I- Análisis geográfico y climático.	39
II.II- Estudio económico y social.	48
II.III- Observaciones arquitectónicas y urbanas.	55
<i>II.III-1 Análisis urbano.</i>	55
<i>II.III-2 Centro urbano.</i>	58
<i>II.III-3 Análisis arquitectónico.</i>	61

II.IV- Comentarios al Capítulo 2.	69
III. <u>TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS REPRESENTATIVAS</u>	71
III.I- Vivienda tipo del barrio militar.	77
<i>III.I.1 Relevamiento arquitectónico.</i>	78
<i>III.I.2 Auditoría higrotérmica.</i>	81
<i>III.I.3 Encuesta de percepción de confort.</i>	83
<i>III.I.4 Consumo energético.</i>	83
III.II- Vivienda construida mediante planes del Gobierno Provincial.	89
<i>III.II.1 Relevamiento arquitectónico.</i>	90
<i>III.II.2 Auditoría higrotérmica.</i>	93
<i>III.II.3 Encuesta de percepción de confort.</i>	94
<i>III.II.4 Consumo energético.</i>	95
III.III- Vivienda construida por los habitantes de la zona.	100
<i>III.III.1 Relevamiento arquitectónico.</i>	100
<i>III.III.2 Auditoría higrotérmica.</i>	103
<i>III.III.3 Encuesta de percepción de confort .</i>	105
<i>III.III.4 Consumo energético.</i>	106
III.IV- Comparación de las tres viviendas auditadas.	110
III.V- Comentarios al Capítulo 3.	116
IV. <u>VIVIENDA PROPUESTA</u>	119
IV.I- Diseño arquitectónico:	121
<i>IV.I.1 Materiales tradicionales: La quincha.</i>	127
<i>IV.I.2 Estrategias bioclimáticas.</i>	132
IV.II- Consumo energético y comportamiento térmico.	142
IV.III- Comparaciones entre viviendas existentes y propuesta.	150

IV.IV-Comentarios al Capítulo 4.	153
V. <u>CONCLUSIONES</u>	155
V.I- Sobre la hipótesis.	158
V.II- Recomendaciones para la construcción con el sistema de la quincha.	160
V.III- Pautas y recomendaciones para el diseño con estrategias pasivas en clima árido seco de montaña.	162
V.IV- Reflexiones finales.	165
V.V- Prospectiva de investigación.	166
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	167
ANEXOS	175
<u>A.1 ANEXO 1</u> : Sistema constructivo de la Quincha.	171
<u>A.2 ANEXO 2</u> : Encuestas de percepción de confort.	185

INTRODUCCIÓN

Desde el principio, el hombre construyó su hábitat con materiales obtenidos directamente de la naturaleza: Tierra, madera, piedra, restos vegetales, etc. Estos fueron hasta hace poco de uso corriente para materializar viviendas, templos, palacios, entre otros.

Con el transcurso del tiempo y fundamentalmente desde la revolución industrial, fue capaz de crear nuevos materiales que no se encontraban directamente en la naturaleza, y transformar los que ya tenía a su alcance. Así surgieron el hormigón, el acero, el vidrio laminado, los plásticos, entre otros. Pero para producir estos materiales y dar satisfacción a las crecientes demandas de una sociedad caracterizada por la confianza en la tecnología, invirtió e invierte, cantidades importantes de energía y materias primas, que luego vuelven antropizadas a la naturaleza y demandan de más tiempo y de mayor energía para retornar a su estado inicial.

La transformación y procesamiento de recursos a escala industrial y el aumento poblacional, incrementan el consumo desmedido de energía, aumentando también el proceso de contaminación.¹

Durante el siglo XIX y XX, los materiales considerados tradicionales como la madera, la piedra, la tierra gradualmente dejaron de ser utilizados en la construcción, ya que nadie quería que su vivienda, por ejemplo fuese de tierra, debido a pautas culturales que los consideraban primitivos, además de estar asociados a los conceptos de pobreza y de marginalidad. De ésta manera, se abandonaba el conocimiento de miles de años de construcción con materiales naturales.

¹ CEBALLOS SALAS, P. *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. PROTERRA. HABYTED. 2003.

Asimismo, y debido a que los nuevos materiales, hoy considerados convencionales, no se comportaban como los tradicionales, el progreso tecnológico permitió la creación de un clima interior de confort con la ayuda de combustibles fósiles como energía auxiliar, sin necesidad de relacionarse directamente con la naturaleza para hacer provecho de los recursos que el clima ofrecía en cada sitio.

Sin embargo, en las últimas décadas, se ha incrementado el valor de los materiales y de la mano de obra. Esto ha generado que el costo de la vivienda sea cada vez más alto y por lo tanto inalcanzable para amplios sectores de población de bajos recursos económicos.

En búsqueda de una solución económica, la vivienda se ha ido transformando en un lugar con condiciones térmicas inadecuadas para vivir. Para lograr confort interior es necesario el uso de combustibles fósiles, tanto para aumentar la temperatura interior como para disminuirla.

Como respuesta a esta situación han surgido varios proyectos que tienden a recuperar las técnicas tradicionales de construcción. Así en Francia destaca el proyecto piloto *Domine de Terre* y una amplia industria entorno al BTC (Bloque de Tierra Comprimido), en el Sur de Estados Unidos. Esta última con proyectos bioclimáticos de viviendas unifamiliares de adobe, para clase media alta. Asimismo, en Bélgica y Alemania la construcción convencional esta siendo poco a poco relegada por bioconstrucciones en tierra². Estos proyectos atienden los aspectos económicos y ambientales mencionados.

I. JUSTIFICACIÓN

En Argentina, la tierra fue utilizada desde siempre como un importante insumo para la construcción de viviendas, ya sea sola o incorporándole diferentes aditivos vegetales.

En áreas rurales del Noroeste argentino (NOA), en aproximadamente un 70 % de las edificaciones existentes se empleó alguna de las técnicas tradicionales de construcción con tierra para la ejecución de muros, de techos y de pisos, por presentar -según sus propietarios- excelentes cualidades físicas y ambientales, entre las fortalezas reconocidas³.

² FERNANDEZ, E. et al. *Experiencia de transferencia de técnicas alternativas de bioconstrucción en tierra y formación de grupos autogestionarios*. Jornadas Nacionales de Extensión Rural. Argentina. 2004

³ ARIAS, L. et al. *Análisis del confort térmico en viviendas de Tafí del Valle, Tucumán, Argentina*. CRIATIC. Universidad Nacional de Tucumán.

En relación al aspecto económico, actualmente, la situación es grave, ya que se ha generado un incremento de personas con necesidades básicas insatisfechas (NBI), para los cuales acceder a su propio techo les resulta muy improbable y como necesitan un lugar para vivir, engrosan los cinturones de pobreza que rodean las ciudades o viven en el área rural, en construcciones precarias, de muy mala calidad desde el punto de vista sanitario y ambiental⁴.

La demanda de viviendas nuevas en el sector residencial y terciario es muy elevada, y si consideramos el costo por unidad de superficie, que no resulta menor a \$ 1800/m² (450 USD)⁵, tomando en cuenta además costos de urbanización, nos lleva a una cifra monetaria que Argentina no puede asumir.

Como consecuencia, diversos Institutos u Organismos han desarrollado proyectos habitacionales en tierra. Algunos ejemplos son: el Instituto Provincial de la Vivienda, en la Provincia de Jujuy y trabajos de diversa índole en la Provincia de San Juan. Asimismo, en varios municipios de la Provincia de Mendoza, actualmente se estudian y evalúan prototipos en construcción de tierra para su normalización y posterior aprobación municipal. Como antecedente, en el Valle de Uco, se construyó una capilla en una bodega de capital extranjero como parte de una estrategia turística. Su construcción es de Tapial (paños de tierra apisonada estabilizada con cemento).

Sin embargo, el nuevo impulso de la construcción con materiales tradicionales es incipiente y en valles de montaña, como el Valle de Uco o el Valle de Uspallata, se observa una tipología de vivienda en la que los materiales constructivos siguen siendo convencionales. Éstos no son los apropiados para el clima árido seco de montaña, extremo, con grandes amplitudes térmicas tanto diarias como anuales, debido en parte a la altitud en la que se encuentra el sitio.

El uso de materiales no apropiados para el sitio provoca un alto costo económico ya que estos materiales son trasladados desde la ciudad de Mendoza, lo que conlleva un elevado costo de construcción y mantenimiento de los proyectos, así como de dependencia de la tecnología de la ciudad.

⁴ ESTEVES, A. et al. *Estudio térmico en taller construido en quincha tradicional*. INCIHUSA. CONICET.

⁵ Colegio de Arquitectos de Mendoza. Valor base para la construcción correspondiente al trimestre Abril, Mayo, Junio 2010.

A nivel ambiental, se incrementan las emisiones polucionantes propias de la fabricación de los materiales convencionales, con mayores emisiones debido a las distancias de traslado de los mismos hasta el sitio. El impacto que provoca la dependencia directa de combustibles fósiles, también provenientes de la ciudad de Mendoza, para diferentes usos como calefacción, cocción, entre otros, inciden significativamente en el ambiente. Por lo cual, una alternativa sería por un lado, el aprovechamiento desde el diseño de los recursos del clima para el reemplazo de la mayor cantidad posible de energía auxiliar para funcionamiento por estrategias pasivas. Y por el otro lado, el uso de materiales constructivos disponibles en el sitio como la piedra, la madera, la tierra y la caña (utilizadas en el sistema de quincha) para la construcción de las viviendas de forma tradicional.

En el Valle de Uspallata se observa la necesidad de resolver el problema de la vivienda que hoy no satisface las necesidades de los usuarios. Se propone el estudio de las oportunidades constructivas propias del valle a partir del análisis de técnicas constructivas tradicionales comparadas con las actuales técnicas convencionales.

Con este propósito se propone el diseño de un prototipo sustentable utilizando materiales propios del sitio con sistemas constructivos tradicionales, y asegurando en el diseño el adecuado aprovechamiento de los recursos climáticos disponibles que le permita al poblador abastecerse de energías renovables para evitar una dependencia directa del uso de energías fósiles.

II. HIPÓTESIS

La recuperación de la quincha como sistema tradicional constructivo del Valle de Uspallata para la construcción de viviendas, a diferencia de las técnicas constructivas convencionales, brinda la posibilidad de trabajar con materiales propios del sitio (rollizos de madera de álamo, caña y barro) adaptados al clima extremo de montaña. Además, la incorporación de sistemas activos y pasivos en el diseño de las viviendas, permitirá disminuir el impacto ecológico y la dependencia de recursos no renovables gran parte del año.

De esta forma es posible disminuir costos constructivos, mantener una mayor identidad con el lugar y la posibilidad de autoconstrucción y construcción por ayuda mutua.

III. OBJETIVOS

Objetivos generales:

- Propender una actividad de permanente observación, estudio e investigación de técnicas constructivas no contaminantes y de bajo costo que tiendan a la mejora en la calidad de las obras arquitectónicas.
- Brindar mejores condiciones de hábitat y de calidad de vida a los pobladores de climas extremos de montaña con menor impacto ambiental.

Objetivos particulares:

- Investigar soluciones constructivas con materiales sustentables y sismorresistentes de fácil acceso para toda la población y contribuir a generar conciencia del uso y ventajas de los mismos.
- Conocer y comprender los materiales y características constructivas convencionales de las viviendas construidas del Valle de Uspallata.
- Proponer una tipología de vivienda que integre sistemas constructivos tradicionales y estrategias pasivas de control climático acordes al entorno del Valle de Uspallata para mejorar las condiciones térmicas y propiciar ahorro de energía. Asimismo favorecer la identidad del sitio.
- Comparar las ventajas y desventajas constructivas, económicas y sociales entre una vivienda tipo existente con materiales convencionales del Valle con la tipología de vivienda propuesta con materiales tradicionales.
- Establecer criterios y recomendaciones para la construcción sustentable en clima árido seco de montaña.

IV. METODOLOGÍA

- Estado del arte en Iberoamérica:
 - Rastreo bibliográfico de antecedentes de diseño de viviendas con estrategias bioclimáticas y sistemas constructivos modulares que permitan el crecimiento en etapas y la autoconstrucción.
 - Rastreo bibliográfico de técnicas constructivas tradicionales con materiales naturales propios del sitio. Comparación de características principales.

- Etapa de diagnóstico: Caso de estudio: Análisis del lugar y sus características:
 - Análisis de la situación actual de la vivienda en el Valle de Uspallata, a nivel climático, geográfico, social, urbano y arquitectónico: *mediante observación directa, consulta bibliográfica, datos meteorológicos, datos geográficos, datos catastrales y datos censales.*

El análisis arquitectónico está organizado en los siguientes aspectos:

 - A nivel constructivo: *Mediante observación directa, análisis de la forma FAEP (Esteves et al, 1997); sistemas constructivos tradicionales y convencionales, estudio de los materiales de la zona, de materiales en laboratorio, mano de obra disponible en el del lugar.*
 - A nivel higrotérmico: *determinación de los niveles térmicos y de humedad interiores con que la gente vive normalmente utilizando sensores de temperatura y humedad relativa y data logger para el almacenamiento de datos marca HOBO.*
 - A nivel de percepción de confort: mediante observación directa y encuestas a los usuarios

 - A nivel energético: a través de *balances energéticos*⁶, *encuestas a usuarios, boletas para conocer el consumo real (cuando estén disponibles).*

- Etapa de propuesta: Desarrollo de una vivienda modelo para Uspallata.
 - Análisis arquitectónico:: A nivel constructivo: *Investigación acerca de las posibilidades de la forma mediante el uso del FAEP (Esteves et al, 1997); estudio del sistema constructivo tradicional de la quincha, materiales empleados y sus*

⁶ ESTEVES, GELARDI. *Balance térmico de edificios sustentables*. Instituto de Estudios para el Medio Ambiente (IEMA). Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT). Universidad de Mendoza. Argentina. 2003

posibles beneficios en la vivienda en Uspallata; rastreo bibliográfico, mediciones de casos existentes de quincha,

- *A nivel de energía: Identificación de estrategias pasivas de diseño, de invierno y de verano factibles de ser utilizadas en el valle de Uspallata. Análisis de radiación solar y sombras proyectadas a lo largo del año, tanto en los espacios interiores de la vivienda como en el exterior. Programa HELIODON (Beckers, Massot; 2004). Análisis mediante balances energéticos (Esteves, Gelardi; 2003).*
- *Etapa de validación: Comparación de las tipologías de viviendas estudiadas: tradicional propuesta y convencional existente.*
- *Conclusiones: Establecimiento de criterios y recomendaciones para la construcción sustentable en clima árido seco de montaña a nivel constructivo, social y energético.*

V. ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis que se presenta a continuación está organizada en cinco capítulos cuyo contenido se describe a continuación.

El primer capítulo aborda los antecedentes, donde se evalúan casos existentes de arquitectura adaptada al sitio, de acuerdo al diseño arquitectónico empleado para el aprovechamiento del clima del lugar y las estrategias bioclimáticas que presentan. También se analizan y se comparan casos en los que se utilizan diferentes materiales tradicionales propios del lugar para la construcción.

En el segundo capítulo se aborda un análisis del caso de estudio, el Valle de Uspallata en la Provincia de Mendoza, a nivel geográfico, climático, social, económico, urbano y arquitectónico.

El tercer capítulo comprende el estudio de viviendas representativas existentes en el sitio, a nivel de diseño arquitectónico, materiales constructivos utilizados y el funcionamiento térmico y energético de las mismas.

En el cuarto capítulo, se propone un diseño de vivienda con materiales tradicionales y las estrategias bioclimáticas adoptadas para lograr el confort interior. Luego se compara la eficiencia energética entre las viviendas existentes con materiales convencionales y la vivienda propuesta con materiales tradicionales.

En el capítulo quinto se exponen las conclusiones obtenidas de la investigación realizada, aportaciones y recomendaciones a tener en cuenta para el correcto desarrollo del sistema constructivo de la quincha y el diseño de viviendas en clima árido seco de montaña.

CAPÍTULO I: ARQUITECTURA ADAPTADA AL SITIO

Como antecedentes para el desarrollo de esta investigación, se seleccionaron cinco ejemplos, que se agruparon en dos grupos de acuerdo con la temática principal desarrollada en cada uno de estos. En primer lugar, se estudia el diseño arquitectónico de dos viviendas donde se aprovechan los recursos disponibles en el medio, para el funcionamiento bioclimático de las mismas. Uno de estos proyectos es una vivienda donde se integran sistemas pasivos de asoleamiento y ventilación, localizada en Mairena del Aljarafe, España; y en segundo lugar se analiza una vivienda ubicada en Cádiz, España en el que, además del diseño bioclimático, se tiene en cuenta su modulación estructural para su crecimiento en etapas y la posibilidad de autoconstrucción.

En el segundo grupo se trabajan tres ejemplos donde se utilizan sistemas constructivos con materiales propios del sitio, en Latinoamérica: una vivienda edificada con fardos de pasto, ubicada en Arequipa, Perú; un taller experimental construido con quincha en Mendoza, Argentina y una vivienda realizada con adobe, localizada en Maldonado, Uruguay. Posteriormente, se realizará una comparación entre estos tres sistemas constructivos. Asimismo, en el *Anexo 1* se ampliará la investigación histórica sobre el material que presenta mejores perspectivas para su integración en la construcción actual.

I.I- DISEÑO DE VIVIENDAS

I.I-1 ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS: VIVIENDA UNIFAMILIAR EN MAIRENA DEL ALJARAFE, SEVILLA, ESPAÑA⁷

El siguiente ejemplo fue seleccionado por la utilización de sistemas pasivos como base principal del funcionamiento de la vivienda, de acuerdo al clima que presenta el sitio en el que se inserta, priorizando las orientaciones, ventilación cruzada, aislamiento térmico y el uso de vegetación, su relación con el entorno natural y la integración en el diseño de la vivienda de sistemas activos (uso de captadores solares para la producción de agua caliente sanitaria).

La vivienda unifamiliar fue diseñada por la arquitecta Pilar Alberich Sotomayor en 1984, y consta de 188,5m² de superficie cubierta.

Esta vivienda esta ubicada en Mairena del Aljarafe, Sevilla, España (Latitud: 37º 20` Norte; Longitud: 6º 3´ Oeste; Altitud: 150 metros sobre el nivel del mar) en un clima mediterráneo-continental.

La autora del proyecto expresa en una publicación de la *Internacional Energy Agency* que la intención fue construir una casa integrada con el paisaje natural de Aljarafe, una zona agrícola tradicional, dándole una forma simple, pero a la vez fuerza su figura fuerte. (Figura 1.1).

Se trata de una vivienda de dos plantas con fachada principal orientada al Ecuador (Sur). Hacia esta fachada se localizan la sala de estar, el comedor y los tres dormitorios. La escalera, la cocina y los cuartos de baño se ubican en la parte trasera, hacia el Norte. (Figura 1.2).

En cuanto a las estrategias para acondicionamiento térmico para el invierno, se utiliza masa térmica y aislaciones en muros: una hilada de fabrica de ladrillo de 5,3 cm de espesor con revestimiento acabado en blanco por el exterior (Densidad: 1600 kg/m³, Conductividad Térmica: 0,70 W/mK), cámara de aire de 3 cm, aislamiento de poliestireno expandido (Densidad: entre 15 a 20 kg/m³, conductividad térmica: 0,030 W/mK) y fabrica de ladrillo de

⁷ LOPEZ DE ASIAÍN, J. *Vivienda social bioclimática. Nuevo barrio en Osuna*. Sevilla. Publicación de la escuela técnica superior de arquitectura de Sevilla. 1990.

24,5 cm. con revestimiento interior (Densidad 1600 kg/m^3 , Conductividad térmica: $0,70 \text{ W/mK}$). El techo está construido mediante losa de hormigón con aislamiento de poliestireno de 3 cm. poliestireno expandido (Densidad: entre 15 a 20 kg/m^3 , conductividad térmica: $0,030 \text{ W/mK}$) y tejas cerámicas (Densidad: 1650 kg/m^3 , Conductividad térmica: $0,650 \text{ W/mK}$)

Su volumen es compacto ($\text{FAEP: } 2.60$)⁸, lo que permite un mejor control de las temperaturas interiores en relación con las exteriores, debido a que se obtienen menores superficies en contacto con el exterior.



FIGURA 1.1: Volumetría y la fachada Sur de la vivienda. (FUENTE: SAMA sociedad civil, 1984)

FIGURA 1.2: Plantas del proyecto. (FUENTE: SAMA sociedad Civil, 1984)



El calentamiento pasivo de la vivienda es por ganancia solar directa (Figura 1.1) mediante paños acristalados ubicados al Sur (hacia el Ecuador en el Hemisferio Norte). La Superficie de paño acristalado vertical es de $23,70 \text{ m}^2$; la superficie de piso es de $157,58 \text{ m}^2$ y el volumen a calefaccionar es 540 m^3 .

La vivienda posee contraventanas enrollables de madera en todas las ventanas, que se utilizan en invierno por la noche, para minimizar el intercambio de temperatura con el exterior.

⁸ ESTEVES et al. *FAEP: Factor de Área Envolvente/Piso*. Se calcula como la relación entre el área de envolvente [m^2] y la superficie cubierta del edificio [m^2]. 2007.

En cuanto a la ventilación para el invierno, se disponen pequeñas ventanas hacia el Norte y grandes paños acristalados hacia el Sur, para producir ventilación cruzada para renovación de aire. (Figura 1.3)

Para el verano, se colocó un lucernario, generando ventilación por chimenea solar para enfriamiento interior nocturno, donde el aire caliente es liberado por éste, mientras que aire fresco ingresa por las ventanas inferiores ubicadas al Norte, ya que las principales brisas en épocas estivales provienen desde el Noreste y Suroeste.⁹

La estrategia diurna de acondicionamiento térmico para el verano es evitar el sobrecalentamiento impidiendo el ingreso de radiación solar directa. Para ello se utilizan protecciones solares: Uso de cornisas en planta alta, contraventanas enrollables de madera en todas las ventanas y una pérgola cubierta con enredadera de hoja caduca en planta baja. (Figura 1.4).

A continuación se muestra mediante un corte transversal el funcionamiento de la vivienda, en cuanto a asoleamiento y ventilación para el invierno y el verano.

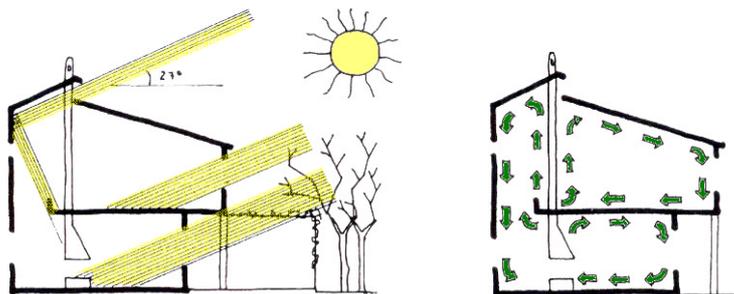


FIGURA 1.3: Esquema de corte donde puede observarse el ingreso de radiación solar dentro de la vivienda en invierno y la homogeneización de la temperatura interior. (FUENTE: Publicación de la International Energy Agency, 1990)

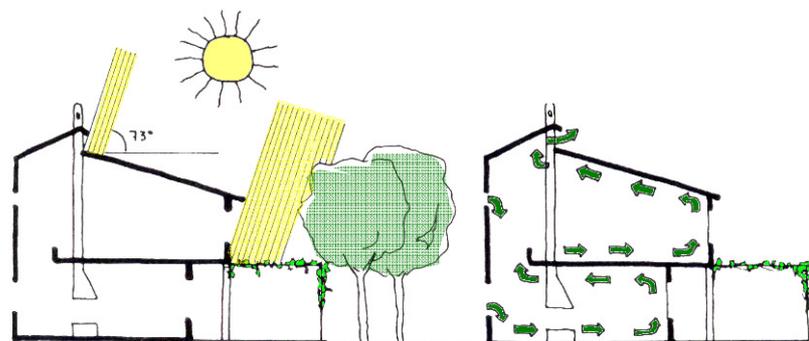


FIGURA 1.4: En esta Figura se observa la protección de la radiación solar y el funcionamiento de ventilación por chimenea solar en verano. (FUENTE: Publicación de la International Energy Agency, 1990)

⁹ Datos obtenidos de la Estación Meteorológica y Eólica Sevilla Aeropuerto, en www.es.windfinder.com

Los datos obtenidos por la monitorización del comportamiento de la vivienda confirmaron los cálculos teóricos. Los niveles de aislamiento y se superficie acristalada son los apropiados para obtener confort durante todo el año y para conseguir ahorro energético. Las pérdidas por ventilación estuvieron alrededor de un 30%, aproximadamente una renovación de aire de 1,3 por hora. La demanda de calefacción auxiliar fue de $1,92 \text{ W/m}^3$, lo cual significa que la contribución del sistema pasivo de calentamiento fue de un 70% aproximadamente. La luz natural cubrió todas las necesidades de iluminación durante las horas diurnas. No ha sido necesario instalar aire acondicionado¹⁰.

Puede observarse en este caso como el diseño arquitectónico de la vivienda se adapta al sitio y se beneficia de los recursos disponibles en el medio a partir de su diseño arquitectónico, logrando el correcto funcionamiento para brindar confort interior durante todo el año.

I.1-2 SISTEMAS MODULARES: VIVIENDA LA FLORIDA, CÁDIZ, ESPAÑA

El siguiente caso a analizar fue seleccionado por la modulación estructural que plantea el proyecto, la posibilidad de futuras ampliaciones internas sin modificación de la envolvente mediante autoconstrucción y la adaptación al terreno de las viviendas como conjunto residencial, mediante la articulación del módulo.

Además, se evalúa de este ejemplo la posibilidad de autoconstrucción, que permite una participación más activa del usuario en los procesos de ampliación y transformación de la vivienda, de acuerdo a las necesidades a nivel económico como de crecimiento de la familia.

La vivienda analizada forma parte del conjunto residencial La Florida, en la localidad de Puerto de Santa María, en Cádiz, España (Latitud: 36º 35´ Norte; Longitud: 6º 13´ Oeste; Altitud: 6 metros sobre el nivel del mar), en un clima mediterráneo.

Este proyecto surge a partir de un concurso de ideas, promocionado por la Conserjería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía en el año 2007, denominado concurso I+D, de viviendas protegidas.¹¹

El proyecto¹² consta de viviendas de 50m^2 de superficie útil inicial y 5m de altura, planteado para un matrimonio sin hijos en la primera etapa y un futuro crecimiento de la misma de

¹⁰ Internacional Energy Agency: *Passive Solar Homes: Case Studies*. Diciembre 1990.

¹¹ Conserjería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía.
www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransporte

acuerdo a las necesidades de la familia (Figura 1.5). Esta vivienda es entregada por el gobierno con acabados y equipamiento mínimo habitable desde el principio. A partir de ese momento, el usuario puede modificar la vivienda en acabados, equipamiento e incrementar la superficie útil añadiendo entreplantas.

El calentamiento pasivo de la vivienda se realiza mediante ganancia solar directa (Figura 1.5) mediante paños acristalados ubicados al Sur. La Superficie de paño acristalado vertical es de 27,50 m²; la superficie de piso es de 42 m² y el volumen a calefaccionar es 210m³.

La estructura de la vivienda se diseña para poder realizar ampliaciones con facilidad, con construcción ligera y en seco. Todas las modificaciones serían interiores por lo que no afectarían al cerramiento del edificio, asegurando siempre la estanqueidad de la vivienda, el correcto funcionamiento bioclimático y un óptimo aislamiento térmico de la misma.

Este proyecto contempla el uso de estrategias pasivas de diseño, como orientación Sur (hacia el Ecuador en el Hemisferio Norte), ventilación cruzada, elementos de protección solar (persianas metálicas móviles), espacios de filtro térmico y el uso de energías activas agrupadas con sistemas mixtos (producción comunitaria y contabilidad individualizada).¹³

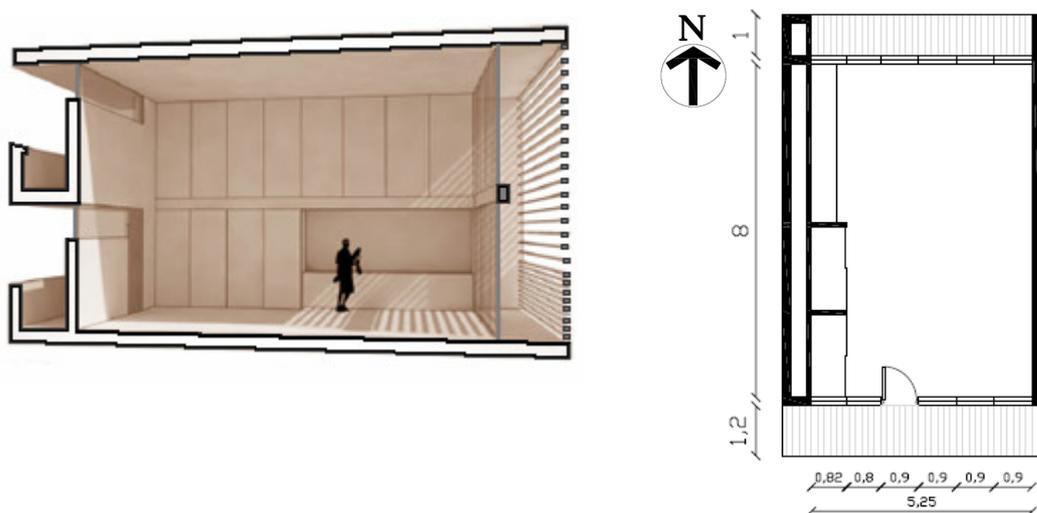


FIGURA 1.5: Planta y Corte de la primera etapa. Se observa el ingreso de luz natural por el Sur, con reguladores horizontales y doble altura para futuras ampliaciones. (FUENTE: casamasomenos.net)

¹² Proyecto presentado por la línea de trabajo e investigación en torno a la vivienda (casa + o -), perteneciente al estudio de Arquitectura y Diseño Lapanadería, con colaboración de Zaida Muxí.

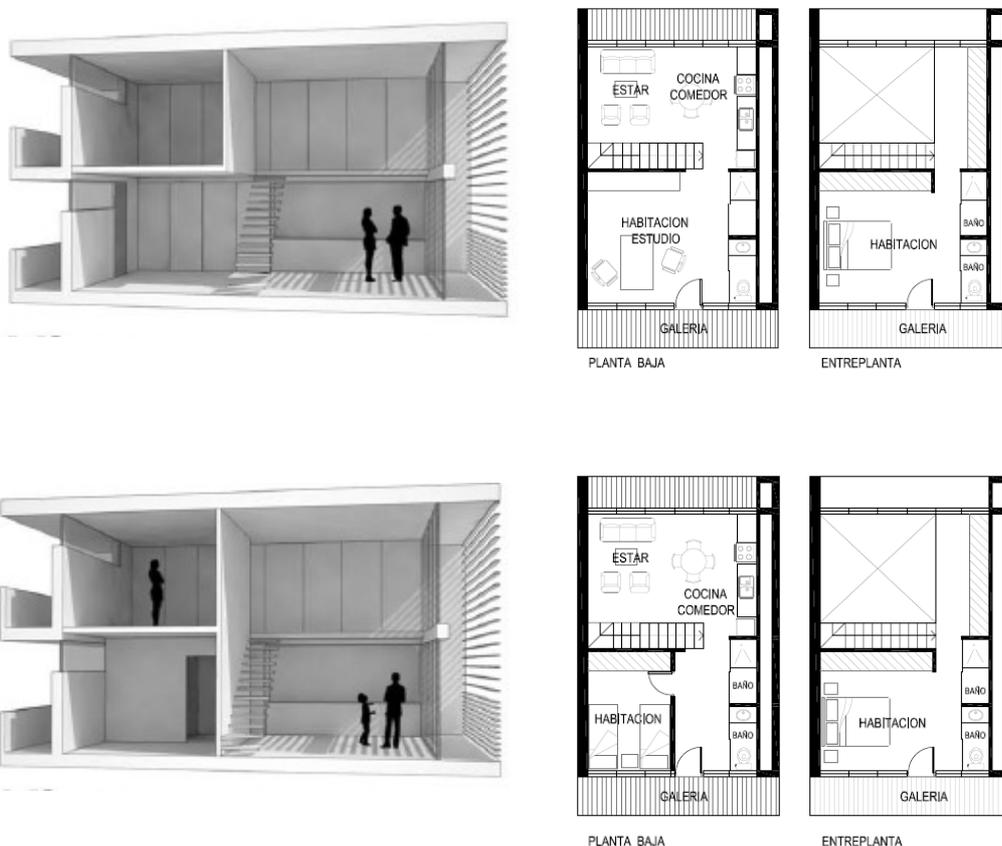
¹³ Datos obtenidos de la página Web del autor: www.casamasomenos.net/laflorida

La vivienda se basa en un módulo estructural de 10,20 m x 5,50 m, donde los laterales Este y Oeste son colindantes con otros módulos de vivienda y en uno de estos se concentran los elementos húmedos y las instalaciones verticales.

Los laterales Norte y Sur son los que conforman las fachadas. La fachada Sur (hacia el Ecuador en el Hemisferio Norte) recibe la radiación solar directa y en la fachada Norte se disponen dos espacios exteriores (acceso y terraza) que funcionan como filtro térmico. Con esta configuración, se asegura el correcto funcionamiento de la vivienda, propiciando captación solar Sur, correctas condiciones de iluminación y ventilación cruzada.

Las dimensiones del módulo permiten ejecutar estructuralmente un sistema de forjados unidireccionales y tres líneas de pórticos principales perpendiculares a la línea de zonas húmedas. Esto libera verticalmente el espacio de las instalaciones impidiendo cualquier tipo de encuentro entre estructura y conducciones verticales.

En la Figura 1.6 puede apreciarse las diferentes configuraciones interiores que permite este sistema estructural, que se adapta de acuerdo a las necesidades del usuario.



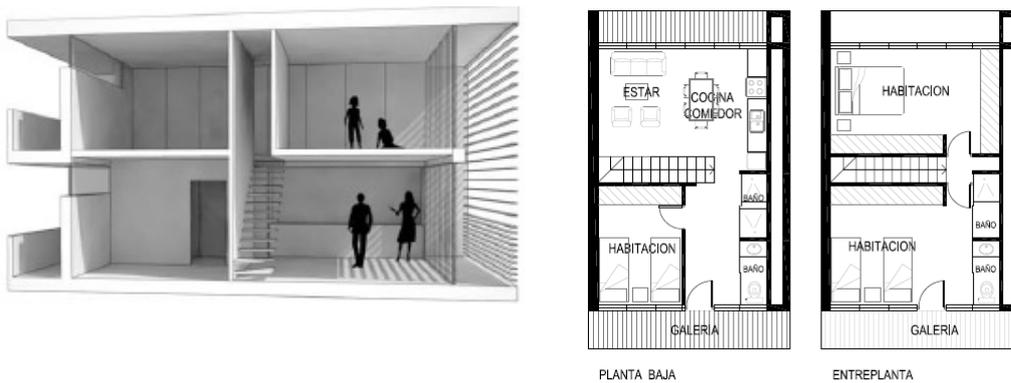


FIGURA 1.6: Evolución de la vivienda de acuerdo a las necesidades del habitante. (FUENTE: casamasomenos.net)

La configuración estructural de módulos y dos fachadas con relación al exterior, permiten el posterior planteo de la distribución de las viviendas en un edificio lineal que se quiebra y cambia de altura buscando optimizar las condiciones del terreno y genera un gradiente entre el ámbito mas público exterior a la parcela hasta el más privado interior de la vivienda (Figura 1.7).

Los espacios exteriores de la vivienda y los patios que genera la forma del edificio actúan como elementos-filtro del control térmico de la vivienda, permitiendo una correcta ventilación de los espacios para enfriamiento convectivo en verano; además funcionan como ampliación virtual de la vivienda durante muchos meses al año y principalmente son espacios que sirven para la relación entre los habitantes del lugar y el entorno físico inmediato.

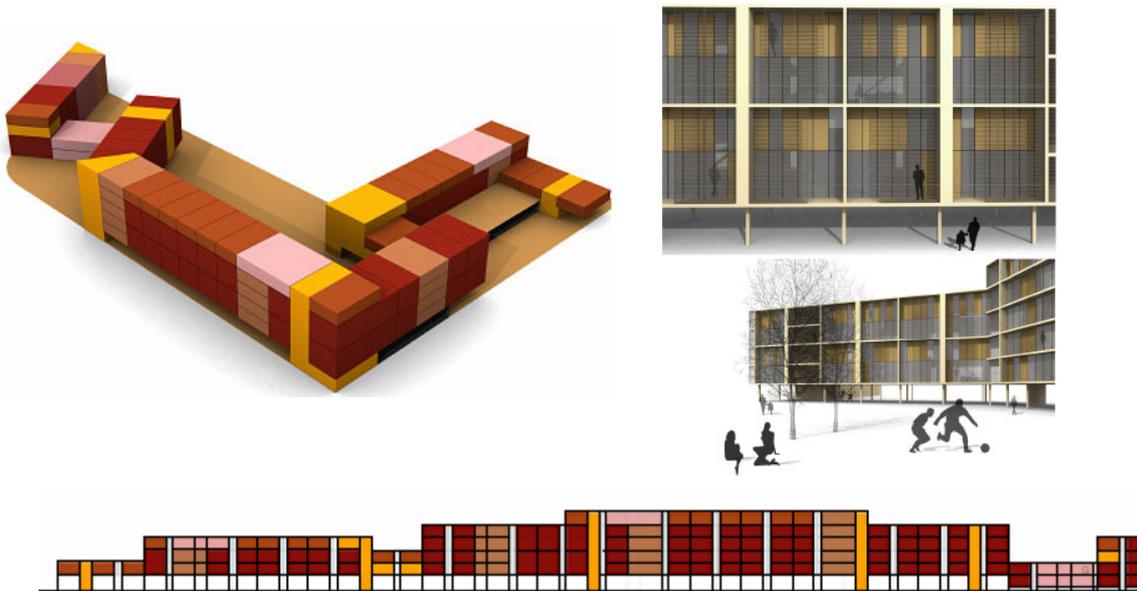


FIGURA 1.7: Volumetría y alzado del edificio. Se aprecian diferentes configuraciones que puede poseer el conjunto según la ubicación y terreno disponible, asegurando el correcto funcionamiento bioclimático del conjunto. (FUENTE: casamasomenos.net)

En este proyecto se puede observar como el diseño se adapta al sitio en el que se encuentra para aprovechar los recursos que este ofrece y como el sistema de modulación de la vivienda tanto como las ampliaciones a realizarse a futuro fueron pensadas para continuar con el correcto funcionamiento bioclimático de la misma.

I.II- CONSTRUCCIÓN CON MATERIALES TRADICIONALES PROPIOS DEL SITIO

A continuación se exponen tres ejemplos de sistemas constructivos de trascendencia histórica en Latinoamérica.

Estos sistemas se han empleado desde hace varios siglos, aunque con el correr de los años y la incorporación de materiales industrializados como el ladrillo, se produjo una disminución en su uso por la mala fama que adquirieron con el paso del tiempo debido a las acciones sísmicas sobre las edificaciones y la apariencia que presentaban a lo largo del tiempo si no se realizaba un mantenimiento, entre otros.

Sin embargo, desde hace dos décadas, se están reutilizando, se han perfeccionado en su conformación y hoy en día se construye cada vez mas con ellos. Presentan facilidad de montaje, posibilidad de autoconstrucción, uso de materiales locales y de fácil adquisición, con bajo impacto ambiental y cualidades térmicas.

I.II-1 SISTEMA CONSTRUCTIVO CON FARDOS DE PASTO

Se denomina fardo a un bloque de paja, normalmente prensado, que sustituyó en gran medida a la parva como método de preservar alimento para los animales.

Si bien la técnica de usar fardos de paja como material de construcción tiene sus raíces en las praderas de América del Norte, el interés se ha extendido rápidamente a lo largo de muchas de las regiones productoras de grano del mundo.

Los fardos de paja normalmente poseen dimensiones de 46 cm. de ancho, 35 cm. de alto, y entre 86 cm. - 102 cm. de largo y pesan aproximadamente 18 kg.

La paja se utiliza por ser un material ecológico y sustentable que se renueva anualmente. En la mayoría de los casos, la paja –los tallos largos y huecos de las cosechas de cereales

como trigo, avena, arroz, cebada- se considera residuo y es desechada, y a veces quemada. Aproximadamente cinco millones de casas con el aislamiento adecuado podrían ser construidas anualmente con la paja que es quemada sólo en Estados Unidos¹⁴.

Las construcciones de fardos de paja hechas cuidadosa y correctamente, son una forma efectiva de protección del exterior, obteniendo aislación térmica, además de costos constructivos más bajos.

Para ejemplificar este sistema, se analizará una vivienda localizada en Arequipa, Perú (Latitud: 16°23` Sur; Longitud: 71° 32' Oeste; Altitud: 2335 metros sobre el nivel del mar) en un clima seco-semiárido y templado¹⁵. (Figura 1.8)



FIGURA 1.8: Entorno donde se encuentra la vivienda.

Este proyecto, de planta rectangular de 19 m x 10 m (Figuras 1.9 y 1.10), está planteado como vivienda para zonas rurales, donde la abundancia de pastos y paja es suficiente para resolver el problema de la vivienda.

¹⁴ MACDONALD, S. *Una introducción visual a la construcción con fardos de paja*. New Mexico. BWOB. 1999

¹⁵ Proyecto del Arquitecto Touson Saryon. Integral Design Estudio. www.dreamgreenhomes.com

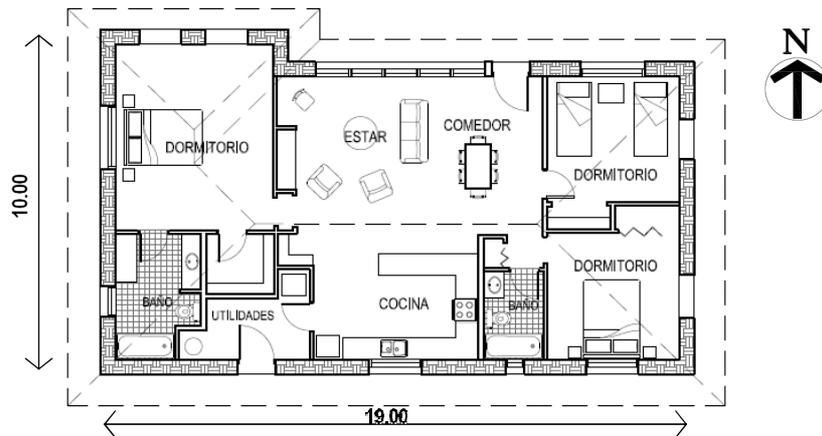


FIGURA 1.9: Planta del proyecto. (FUENTE: Arq. Touson Saryon of Integral Design Estudio, 1998)



FIGURA 1.10: Volumetría del proyecto. (FUENTE: Arq. Touson Saryon of Integral Design Estudio, 1998)

Las zonas de servicio se localizan hacia el Sur y las zonas de estar hacia el Norte (Hacia el Ecuador en el Hemisferio Sur) con grandes paños acristalados para obtener captación solar directa (la superficie de aventamiento es $22,88 \text{ m}^2$, con una superficie de piso de 190 m^2 y un volumen a calefaccionar de 608 m^3). Hacia el Sur se colocan ventanas de menor tamaño para evitar el intercambio de temperaturas desfavorables con el exterior en verano.

Los muros son realizados enteramente en paja (Densidad: 100 kg/m^2 , Conductividad térmica: $0,045 \text{ W/mK}$). Se colocan captadores solares para la producción de agua caliente sanitaria. El techo a dos aguas esta conformado por cielorraso de machimbre (Densidad: 650 kg/m^3 , Conductividad térmica: 0.163 W/mK), aislación con lana de vidrio (Densidad: 100 kg/m^3 , Conductividad térmica: 0.040 W/mK), y chapa acanalada. (Densidad: 2700 kg/m^3 ; Conductividad térmica: 215 W/mk)

- Tecnología constructiva

Este sistema constructivo se basa en la estructura, principalmente de madera y los cierres de muro confeccionados con fardos de paja.

En la base del muro, se coloca un sobrecimiento de hormigón o ladrillo (mínimo 10 cm por encima del suelo) para evitar que los fardos de pasto estén en contacto con la humedad del terreno (Figura 1.11, punto 1).

En la Figura 1.11 puede observarse como se arma la estructura de madera, conformada por columnas que se encadenan a la fundación para lograr mayor rigidez. Estas columnas vinculan en el extremo superior con vigas de madera (Figura 1.11, punto 2).

Una vez armada la estructura principal, se procede a colocar los fardos de paja y la colocación de la estructura para las carpinterías (Figura 1.11, punto 3). Antes de realizar el revoque, se debe colocar una malla de alambre, tanto interior como exterior para estabilizar los fardos, proteger los sitios propensos al daño, evitar el ingreso de roedores al muro y mejorar la adherencia del revoque a la paja. (Figura 1.11, punto 4).

Muchas variaciones son posibles en el armado de la estructura. En este caso, se utilizan tirantes de 10 cm x 10 cm para los pilares verticales y las vigas horizontales. Estas deben unirse firmemente a las columnas, cuyas vinculaciones pueden realizarse de varias maneras, como muestra la Figura 1.12.

El revoque tanto interior como exterior y el sellado de uniones son de gran importancia. Son la barrera frente a los tres grandes enemigos de este sistema constructivo:

-*Putrefacción*: Humedad superior al 30% produce putrefacción causada por la acción enzimática de los hongos. Los Muros deben elevarse de 15 cm a 20 cm sobre el nivel del suelo;

- *Fuego posible*: Los fardos deben ser bien compactados y el muro debe protegerse con revoque interior de yeso reforzado de alambre de un grosor de 2.5 cm a 7 cm. También pueden rociarse con pintura ignífuga antes de la colocación de los mismos; y

- *Pestes*: roedores, pájaros y algunos insectos pueden encontrar en la paja un buen lugar para vivir. Deben colocarse barreras, tales como tierra diatomaceous o borato, entre otros, dentro del muro¹⁶.

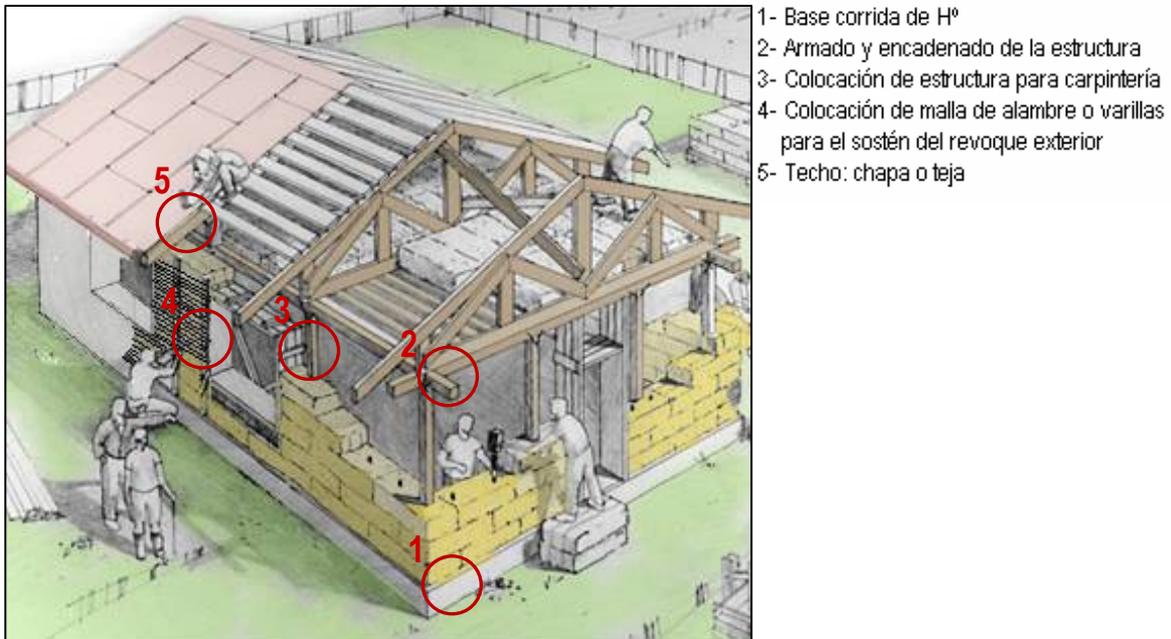


FIGURA 1.11: Perspectiva de los diferentes procesos constructivos del sistema. (FUENTE: MACDONALD, S.; 1999)

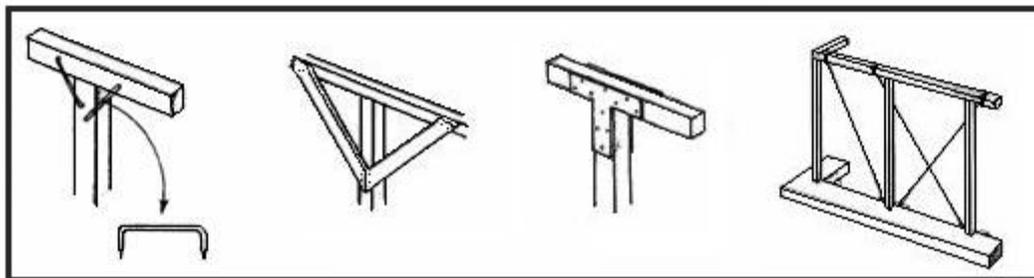


FIGURA 1.12: Diferentes formas de encadenamiento de la estructura. (FUENTE: MACDONALD, S.; 1999)

Se recomiendan revoques de hormigón en el exterior, ente 3 y 5 cm. de espesor por su estabilidad y firmeza; y estuco a base de cal o yeso en el interior. El mantenimiento del revoque, consiste en verificar que se encuentre en correcto estado, sellando fisuras que se puedan generar para evitar el ingreso de la humedad.

Los aleros deben ser lo suficientemente anchos para evitar el contacto del agua de lluvia con el muro.

¹⁶ Ecoaldea. *La casa con fardos de paja*. 1996. www.ecoaldea.com/biohabitat

Los muros de fardos de paja pueden ser fácilmente reforzados con madera, bambú o pernos de metal. La construcción con fardos de paja es de especial valor en lugares donde los terremotos son frecuentes. La flexibilidad y resistencia de la paja, la hace ideal para el diseño sísmico siempre que las conexiones entre el sistema de paredes de fardos, el tejado y los cimientos sean adecuadas. Las paredes de fardos absorben mucho movimiento sísmico en vez de transferirlo al tejado como en las estructuras construidas de forma convencional de ladrillo u hormigón.

Por lo cual, para el funcionamiento de este sistema constructivo frente a movimientos telúricos, es necesario el correcto armado de la estructura y de los muros.

I.II-2 SISTEMA CONSTRUCTIVO CON QUINCHA

Sistema constructivo caracterizado por utilizar una estructura de madera y cierre de muros realizados con entramado de caña y barro.

La técnica de la quincha o bahareque se desarrolló en el Virreinato del Perú, donde se utilizaba únicamente para el desarrollo de los pisos superiores de casas que tenían su primera planta de adobe.

Posteriormente, comenzó a utilizarse como sistema constructivo propio de viviendas, debido a los materiales empleados, ya que los mismos se adquieren con gran facilidad de la naturaleza. Esto produjo el uso extendido del mismo a lo largo de la cordillera de los Andes, donde resultaba difícil conseguir materiales para la construcción, especialmente en las zonas rurales.

Con el paso del tiempo, esta técnica constructiva fue perfeccionada hasta llegar al sistema constructivo denominado “quincha mejorada”¹⁷, donde hay un mayor desarrollo de la estructura que conforma el sistema y de los cierres de muro. Hoy este sistema es muy utilizado por la capacidad térmica e higroscópica que posee la tierra, además de la facilidad constructiva que presenta, lo que permite concretar proyectos por autoconstrucción.

Como ejemplo se expone a continuación la construcción de un taller experimental, ubicado en la ciudad de Mendoza, Argentina (Latitud: 32º Sur; Longitud: 65º Oeste, Altitud: 746

¹⁷ CONICET. Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. *Proyecto llevado a cabo desde el proyecto PICT 13-12399*, Transferencia de Tecnología energéticamente eficiente para sectores de más bajos recursos o sin recursos.

metros sobre el nivel del mar), con clima árido desértico (Figura 1.13), caracterizado por escasas precipitaciones y gran amplitud térmica.



FIGURA 1.13: Entorno donde se emplaza el proyecto

Este diseño es del Arquitecto José Esteban Fernández y fue construido en el año 1999, como prueba de la posibilidad de uso de la tecnología en zona sísmica del país y además para experimentar distintas conformaciones de muro (entramados y proporciones en el barro).

La Figura 1.14 muestra la planta y corte del edificio construido. El proyecto consta de 50m², donde los espacios de trabajo se orientan hacia el Norte (hacia el Ecuador en el Hemisferio Sur) para la captación de radiación solar directa en invierno, mientras que la zona de guardado de materiales se localiza al Sur.

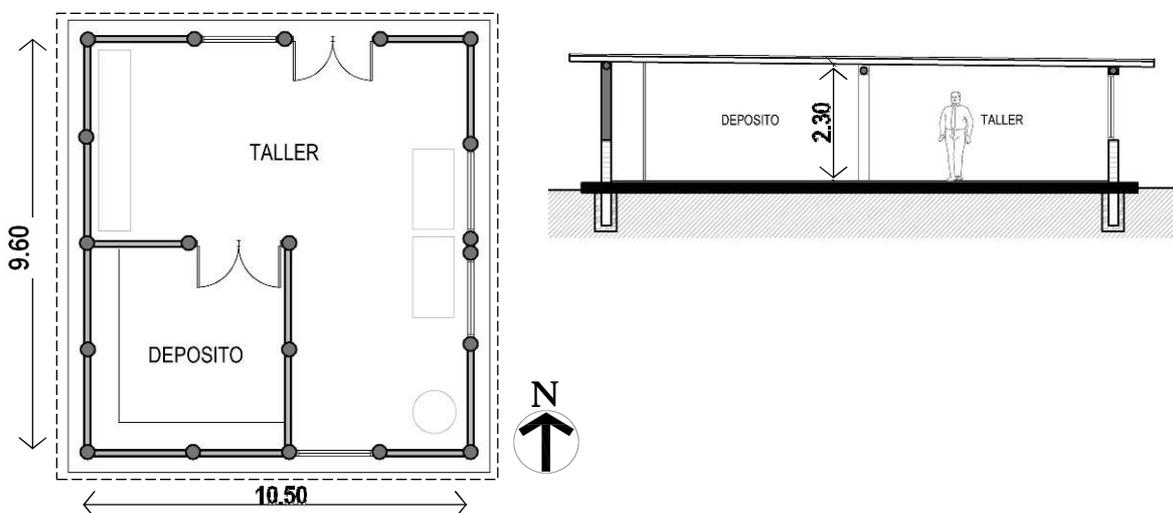


FIGURA 1.14: Planta y corte del proyecto. (FUENTE: Arq. Esteban Fernández, 1999)

- Tecnología Constructiva

Este sistema esta conformado por una parte semi-industrializada o industrializada (principalmente la estructura) y una parte artesanal, realizada con caña y barro (relleno de muros).

La estructura se realiza vinculando todos los elementos que la conforman. Se colocan bases corridas de Hormigón ciclópeo a las que se vinculan las columnas previamente impregnadas con pintura asfáltica (para preservar de la humedad del terreno). A las columnas se encadenan las vigas, y a estas, se vincula la estructura del techo.

Para los cierres de muro, se realiza un basamento de 80 cm. de alto con ladrillo (para evitar la humedad y el contacto del agua con los muros de barro), luego un marco de madera con una diagonal para rigidizar el paño de muro (que se coloca entre columnas).

A partir de ahí, se realiza un entramado de caña (amarrado al marco de madera) al que se agrega una mezcla de barro y paja (Figura 1.15).

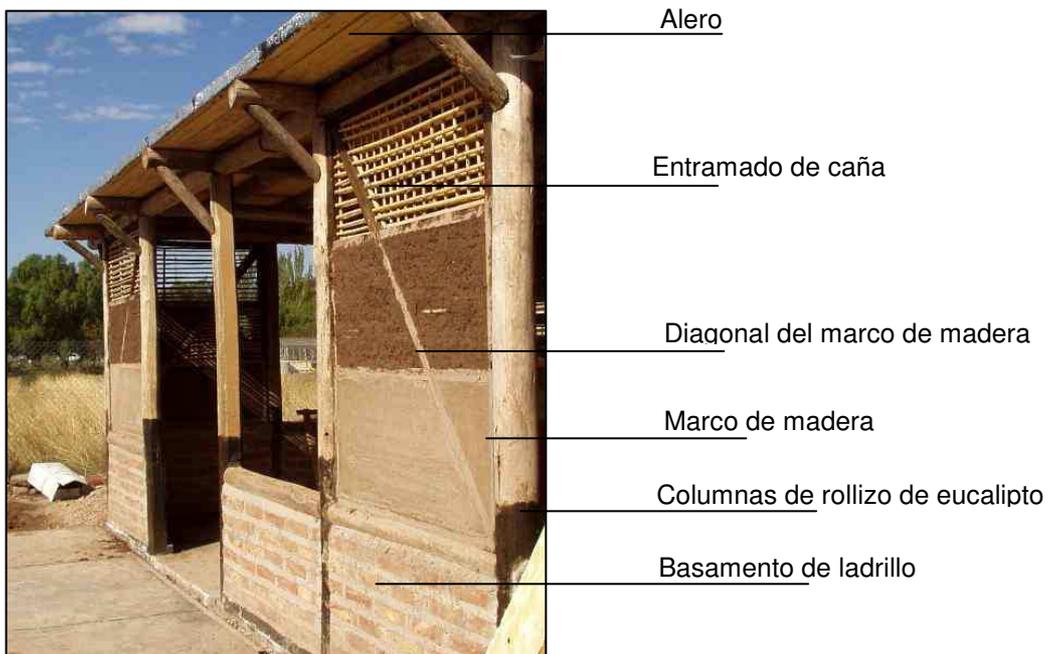


FIGURA 1.15: Puede apreciarse la estructura del conjunto. El entramado caña en el tramo superior, el relleno de barro en el tramo intermedio y el revoque aplicado en el tramo inferior. (FUENTE: Arq. Esteban Fernández, 1999)

El revoque exterior se realiza con hormigón y en la parte interior se coloca revoque a base de cal, para evitar quitar a la pared la capacidad higroscópica que posee la tierra

El barro se conforma de la manera más conveniente en proporción de arena, arcilla y suelo del lugar, de manera que al secar, se obtenga un muro rígido, resistente a la penetración de insectos y liso para recibir la terminación final.

- Consideraciones energéticas: Aplicación de la quincha a un caso de estudio local¹⁸.

La evaluación térmica del sistema se ha llevado a cabo realizando mediciones de temperatura del aire interior y exterior en un taller experimental localizado en la ciudad de Mendoza, expuesto anteriormente en el punto I.III.II

El sistema constructivo de la quincha es aislante térmico. La Figura 1.16 muestra claramente como se mantiene la temperatura interior en contraposición con las temperaturas mínimas y máximas exteriores. Además, la inercia térmica del muro permite una oscilación de temperatura controlada frente a la gran amplitud térmica exterior.

Tanto el barro como la caña, son los elementos aislantes de este sistema, que combinados entre sí, se obtiene gran aislación, sin tener que recurrir a espesores grandes de muro. El espesor de muro del taller experimental es de 7,5 cm. (3") (las condiciones térmicas para ese espesor indican una transmitancia térmica de 2.7 W/m².°C)

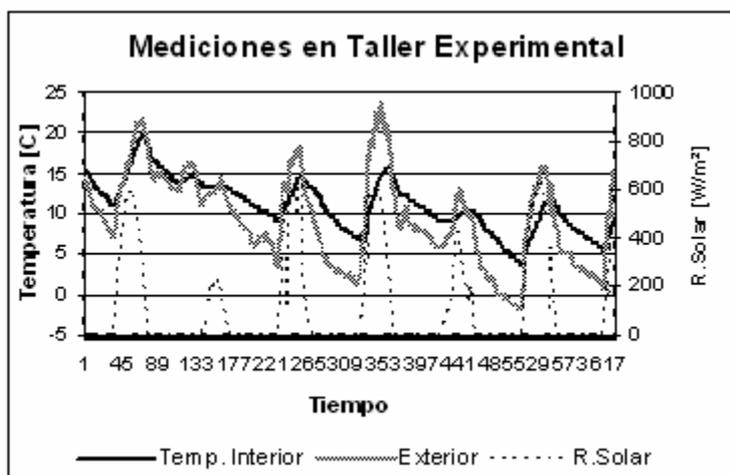


FIGURA 1.16: Mediciones de temperatura exterior e interior de la construcción en quincha obtenida en taller experimental. (FUENTE: Arq. Fernández, 2000)

Los valores resultantes de las mediciones de temperatura indican la posibilidad de mantener condiciones interiores superiores a las alternativas utilizadas en la actualidad con materiales industrializados.

¹⁸ FERNANDEZ, E. et al. *La quincha, una tecnología alternativa eficiente para la autoconstrucción: Aspectos educativos*. Argentina, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 9, secc. 10, pp. 25-29, 2005.

El asoleamiento sobre la fachada Norte, permite contar con un calentamiento adicional generado por una superficie interior mayor, lo que incrementa la temperatura media radiante del local, por lo cual será necesario orientar los espacios principales hacia el Norte.

Para las fachadas Este y Oeste, la protección con pintura blanca permite un control sobre el calentamiento ocasionado por el exceso de radiación solar sobre estas fachadas y sobre el techo.

El sistema constructivo de la quincha responde de manera favorable frente a las solicitudes sísmicas. Es un sistema constructivo liviano y elástico, que disipa gran parte del movimiento en muros antes de trasladarlos al techo.

I.II-3 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ADOBE

El adobe es una pieza para construcción hecha de masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol. Con ellos se construyen paredes y muros. La técnica de elaborarlos y su uso están extendidos por todo el mundo.

El uso del adobe se remonta a épocas milenarias, desde el siglo VII AC, y prácticamente casi todas las culturas han recurrido al uso de bloques de barro para la edificación tanto de viviendas como de edificios dentro de la ciudad y fuera de ella.

En muchas ciudades del Centro y Sur América, la construcción con adobe se mantiene viva, aunque amenazada por las imposiciones del mercado formal o por la mala fama a causa de sismos. El adobe es una técnica tradicional de construcción que poco a poco fue dejada de lado, aunque en los últimos 20 años se han realizado mejoras en el sistema, por lo que está resurgiendo la construcción con este material, principalmente en zonas rurales, donde los materiales constructivos son escasos.

La reactivación de la arquitectura en adobe en gran medida se debe al ahorro de energía que las edificaciones con este material suelen implicar. El adobe resulta un excelente aislante térmico motivo por el cual se reducen las demandas de energía para refrescar o calefaccionar las viviendas.

Para ejemplificar este material constructivo, se eligió una vivienda unifamiliar de fin de semana localizada en Maldonado, Uruguay (Latitud: 34° 57' Sur; Longitud 54°57' Oeste; Altitud: 55 metros sobre el nivel del mar) en un clima cálido húmedo (Figura 1.17).



FIGURA 1.17: En la fotografía se muestra el entorno donde se emplaza el proyecto.

El proyecto consta de 40 m², con estructura de rollizos de madera tratada y muros de adobe de 25 cm. de espesor y techo a un agua con terraza ajardinada (Figura 1.18). Los espacios de estar diurno se localizan al Norte (hacia el Ecuador en el Hemisferio Sur), mientras que los servicios se disponen hacia el Sur (Figura 1.19).



FIGURA 1.18: Perspectiva de la vivienda donde puede apreciarse la cubierta ajardinada. (FUENTE: Arq. Andrés Nogués en LAND Arquitectos, 2007)

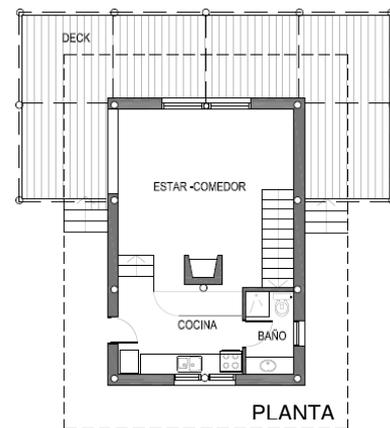
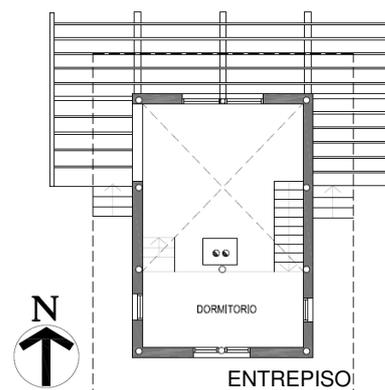


FIGURA 1.19: Plantas del proyecto. (FUENTE: Arq. Andrés Nogués en LAND Arquitectos, 2007)



- Tecnología Constructiva

El adobe se elabora con una mezcla de un 20% de arcilla y un 80% de arena y agua, se introduce en moldes, y se deja secar al sol entre 25 a 30 días. Para evitar que se agriete al secar se añade a la masa paja o heno seco, que funcionan como armadura. Las dimensiones adecuadas son de aproximadamente 7 cm x 18 cm x 30 cm.¹⁹

En cuanto a la estructura, esta puede realizarse con rollizos de madera (como es el caso del ejemplo seleccionado), o bien sin columnas, ya el armado de este sistema constructivo sin columnas responde al peso que posee el muro.

Pero al no existir una relación de la estructura en su totalidad (techo con columnas y bases), este tipo de construcciones sin columnas son vulnerables a la acción sísmica.

Primeramente, se realiza el cimiento perimetral impermeable de hormigón ciclópeo (profundidad mínima de 40 cm y ser por lo menos 20 cm más ancho que el muro). El sobrecimiento deberá tener una altura mínima de 25 cm sobre el nivel del suelo para evitar el contacto del muro con el suelo²⁰.

El revoque exterior de muros se realiza con barro y cal (5 partes de tierra y 1 de cal apagada)²¹, para evitar que quede humedad atrapada dentro del mismo. Los aleros deben poseer la dimensión adecuada (mínimo 50 cm) para evitar el contacto del agua con los muros (Figura 1.20).

En América Latina se ha demostrado que las estructuras de adobe presentan una alta vulnerabilidad sísmica, ya que se comportan mal ante las fuerzas inducidas por los terremotos generando pérdidas humanas, económicas, culturales y patrimoniales.

¹⁹ CARDONA, O. et al. *Manual para construcción sismorresistente y restauración de viviendas con adobe*. AIS, Colombia, 2005). En: <http://www.desenredando.org>

²⁰ MORALES, R. et al. *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima. CISMID-FIC/UNI. 1993

²¹ MORALES, R. et al. *Manual para la construcción de viviendas de adobe*. Lima. CISMID-FIC/UNI. 1993



FIGURA 1.20: Sistema constructivo del adobe y los diferentes elementos que lo integran. (FUENTE: Arq. Andrés Nogués en LAND Arquitectos, 2007)

Según las Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes: Reglamento INPRES - CIRSOC 103: «Existen materiales aptos para lograr construcciones seguras, y materiales no aptos (tales como el adobe), pero de ninguna manera puede hablarse de materiales antisísmicos».²²

Esta situación condujo a que los gobiernos y la población en general hayan favorecido la construcción con ladrillo y hormigón. Sin embargo, estas viviendas nuevas, aparte de perder su calidad térmica, son más costosas y su edificación por autoconstrucción se hace más difícil.

Por esta razón, muchos centros de investigación y agencias de cooperación están trabajando para desarrollar construcciones sismorresistentes en adobe, que sean saludables y socialmente sostenibles.

I.II-4 COMPARACIÓN ENTRE LOS TRES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Se expone la Tabla 1.1 para comparar las tres técnicas anteriormente descritas (fardo de pasto, quincha y adobe).

Se evalúa el sistema tradicional de construcción que se presenta con mayores potencialidades para su uso actual.

²² Disaster-Info.net. (Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes: Reglamento INPRES - CIRSOC 103).

Como resultado, el sistema de la quinchá es el que presenta las mejores características constructivas dentro de la comparación.

Con menor espesor, se obtiene mayor resistencia térmica al intercambio de temperaturas. Los materiales utilizados poseen poca transmitancia térmica y además es un sistema higroscópico y reciclable en su totalidad.

La respuesta a las solicitudes sísmicas es buena, ya que al ser un sistema liviano y elástico libera fácilmente la energía antes de transmitirla al techo. Presenta un proceso de construcción rápido que permite mano de obra no especializada y autoconstrucción, haciendo participe de la construcción al usuario.

	ADOBE	QUINCHA MEJORADA	FARDO DE PAJA
MATERIALES DE CIERRE	Barro	Barro, caña y pasto	Pasto
MATERIALES DE ESTRUCTURA	Madera	Madera	Madera
ANCHO DE MURO	Desde 0,30m hasta 0,40m	Desde 0,75m hasta 0,25m (mayor aprovechamiento del terreno)	Desde 0,40m hasta 0.70m
VALOR AISLANTE. Transmisión térmica	2.198 W/m2.K (para espesor de 30 cm.)	0.88 W/m2K (para un espesor de 7.5 cm.)	0.63 W/m2.K (para espesor de 60cm)
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	*Aislante Reciclabre *Higroscopico	*Aislante Reciclabre *Higroscopico	*Aislante * Biodegradable
EXIGENCIAS CONSTRUCTIVAS DEL MATERIAL	* Aleros anchos (min. 50cm) *Cimiento Hormigón (profundidad mín. 40cm y 20cm mas ancho que el muro)	* Aleros anchos *Sobrecimiento de hormigón o ladrillo	*Aleros anchos *Sobrecimiento Hormigón (min 30cm) * Ventilación interior
TERMINACIONES EXTERIORES	Revoque recomendado con tierra y cal. Proporciones 5:1	Revoque Hº obligatorio	Revoque a base de cemento obligatorio (prop:cemento 1, cal 1, arena8)
ESTRUCTURA	Estructura recomendada de madera y base corrida	Estructura obligatoria de madera y base corrida	Estructura obligatoria de madera y base corrida
RESISTENCIA SÍSMICA	Poco eficiente por peso. (Se recomienda un solo piso)	Eficiente por ser flexible	Eficiente por ser flexible
VANOS	*Tamaño chico(1/3 de longitud de muro, nunca mayor a 1.20m) *Poca cantidad *Ubicación limitada (centrada en muro)	*Tamaño grande (puede colocarse entre columnas) *Gran cantidad *Ubicación no limitada	*Tamaño relativo (dependiendo del peso de la cubierta) *Poca cantidad *Ubicación no limitada
PESO	Edificación pesada (1780 kg/m3). No recomendada en suelos blandos	Edificación liviana, adecuada para suelos con baja capacidad portante	Edificación semi-pesada (120kg/m3). Para cualquier tipo de suelo
AMPLIACIÓN POSTERIOR	posible	Posible	Posible
MANO DE OBRA	* No especializada *Autoconstrucción	* No especializada *Autoconstrucción	* No especializada *Autoconstrucción
ENEMIGOS DE LOS MATERIALES	* Humedad * Lluvia	* Humedad * Lluvia	* Humedad * Lluvia *Pestes *Fuego (resistencia de 90 min)
PROCESO CONSTRUCTIVO	Lento	Rápido	Rápido

TABLA 1.1: Comparación entre el adobe, la quincha y los fardos de paja como materiales constructivos

I.III- COMENTARIOS AL CAPÍTULO 1

En este capítulo se puede apreciar mediante diferentes ejemplos, cómo estos responden y se benefician de los recursos disponibles en el sitio. Principalmente mediante el diseño arquitectónico en los dos primeros casos y a través de los materiales constructivos tradicionales del sitio en los tres últimos ejemplos.

En relación con la comparación efectuada a los tres materiales tradicionales, se concluyó en que la quincha es el sistema tradicional que presenta mayor eficiencia y facilidad constructiva y que permite mayor posibilidad de adaptación a diferentes usos y climas que los otros sistemas expuestos.

En el *Anexo 1*, se amplía mediante desarrollo extenso el sistema constructivo de la quincha desde sus orígenes hasta la actualidad. Las diferentes variantes que ofrece el sistema y la conformación del mismo, con las características que este sistema constructivo posee, que lo hacen particularmente idóneo para climas de montaña extremos.

En el Capítulo 2 se realiza el análisis del caso de estudio: el Valle de Uspallata; ubicado en la Cordillera de los Andes en la provincia de Mendoza, Argentina. Se desarrollan a nivel macro y micro los aspectos geográficos, climáticos, económicos, sociales, urbanos y arquitectónicos del mismo.

CAPÍTULO II: CASO DE ESTUDIO: VALLE DE USPALLATA

II.I- ANÁLISIS GEOGRÁFICO Y CLIMÁTICO

El valle de Uspallata se localiza en el Departamento de Las Heras, en la Provincia de Mendoza, República Argentina, a 110km. de la capital provincial (Figura 2.1).

Sus coordenadas geográficas son: Latitud: 32°5´ Sur; Longitud: 69°17´ Oeste; Altitud: entre 1900 m a 2200 metros sobre el nivel del mar.



FIGURA 2.1: Ubicación geográfica de Uspallata en el contexto Latinoamericano, Argentino y Provincial. Se muestra también una Figura satelital de la zona cultivada del Valle y la ubicación del centro urbano de la misma (FUENTE: Google Earth, 2010).

La provincia de Mendoza se localiza en la región de Cuyo, que se extiende en el sector Centro-Oeste de la República Argentina, integrada por una gran masa orográfica al Oeste y piedemonte pampeano hacia el Este.

Mendoza se sitúa en una zona semiárida (Figura 2.2), caracterizada por un gran dinamismo atmosférico y la acción constante del frente polar. Se distinguen dos unidades morfológicas de primera magnitud dentro del relieve: la montaña (donde se ubica el Valle de Uspallata) y el piedemonte (donde se localiza la ciudad capital Mendoza y la mayoría de los centros urbanos)²³.



FIGURA 2.2: Acceso al Valle de Uspallata por la Ruta Nacional N° 7. Obsérvese el clima semiárido que rodea al sitio.

La región es una de las zonas más áridas de la provincia pues las lluvias no superan los 250 mm anuales y la cubierta vegetal es una estepa xerófila, por lo que se puede definir al clima como árido seco de montaña.

Un tercio de la superficie total de la provincia está ocupada por zona montañosa. Estas elevaciones importan por la altura, forma, disposición y orientación de las cadenas montañosas que la integran. Estas cordilleras, orientadas de Norte a Sur son: La Cordillera Principal o de Límite; la Cordillera Frontal u Oriental y la Precordillera.

²³ LORENZINI, H. et al. *Geografía de la Argentina*. Buenos Aires. A-Z Editora. 1993. ISBN: 950-534-175-X

El Valle de Uspallata posee una superficie de 84,82 Km² y se localiza entre la precordillera al Este y la cordillera frontal hacia el Oeste (Figura 2.3) que son las barreras naturales que posee el sitio, por lo que el valle se extiende geográficamente en sentido Norte-Sur.

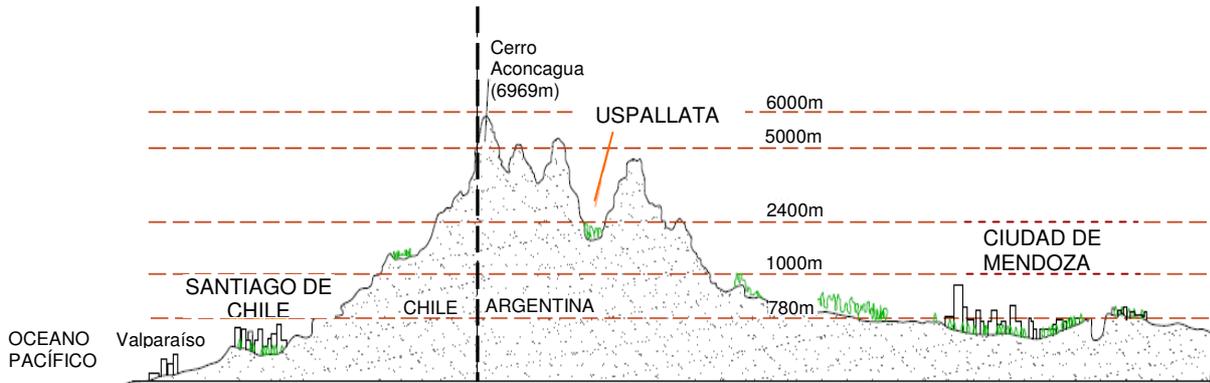


FIGURA 2.3: Corte transversal de la Cordillera de Los Andes donde se muestra el emplazamiento geográfico del sitio.

El valle se asienta sobre una zona de riesgo sísmico por encontrarse en la Cordillera de los Andes, donde se produce el encuentro de dos placas tectónicas: la placa de Nazca y la placa Sudamericana.

Otra de las desventajas del sitio, es que se asienta sobre suelos con riesgo aluvional, aunque la zona urbana actual, al ubicarse en el centro del valle, los riegos aluvionales son menores. (Figura 2.4)

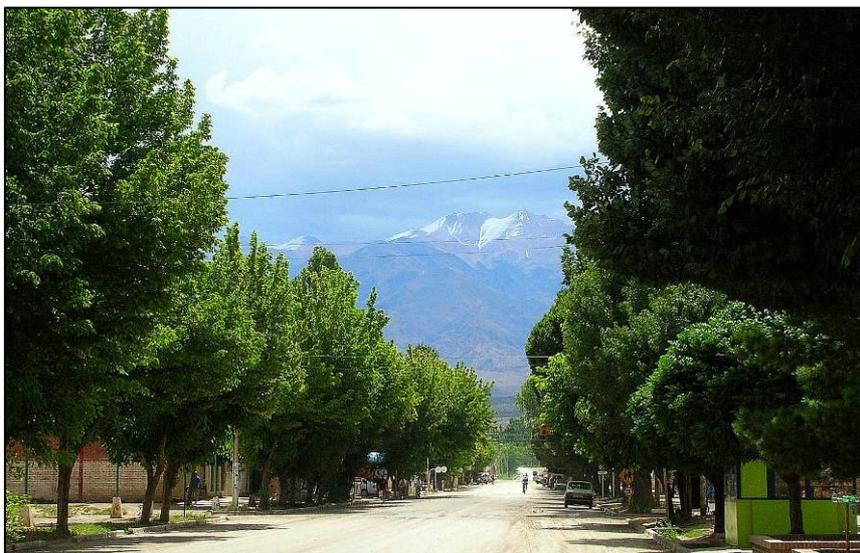


FIGURA 2.4: Zona urbana actual. Se observa la pendiente del terreno en el que se asienta, con la montaña de fondo.

La riqueza hídrica que ofrece el Valle es conocida desde los comienzos. Los primeros asentamientos humanos hicieron provecho de la benignidad y abundancia de sus aguas,

provenientes del deshielo. Estos cauces, aumentan la humedad del Valle permitiendo el desarrollo del oasis. (Figuras 2.5 y 2.6)



FIGURA 2.5: Fotografía de Uspallata, donde resalta el oasis en zona árida. Al fondo se observa la cordillera principal.



FIGURA 2.6: Ribera del arroyo Uspallata y el contraste del Valle con la aridez de la montaña.

Hasta mediados del siglo actual, el abastecimiento de agua para todas las actividades se hacía por medio de los arroyos San Alberto y Uspallata -que atraviesan el valle en sentido Norte-Sur- y algunas vertientes naturales próximas a sus cursos.

El caudal medio anual del Arroyo Uspallata es de 1,796 m³/s, mientras que el Arroyo San Alberto aporta 0,801 m³/s, ambos efluentes del Río Mendoza²⁴.

²⁴ Secretaría de Minería de la Nación Argentina. *Programa de Asistencia Técnica para el desarrollo del sector minero argentino*. www.mineria.gov.ar

Posteriormente comenzaron los aprovechamientos de agua subterránea, mediante la construcción de pozos de escasa profundidad. La dirección del flujo de agua subterránea en la Subcuenca de Uspallata presenta una fuerte componente Norte - Sur, siguiendo el eje de la cuenca. El área superficial del acuífero es de 195 km² aproximadamente y su profundidad media estimada varía entre 80 y 120 m.

A continuación se exponen los datos climáticos del sitio, que luego servirán para el proceso de diseño, buscando el aprovechamiento de los mismos en el uso de estrategias pasivas.

Los datos climáticos han sido obtenidos de la estación meteorológica ubicada en Uspallata (Latitud: 32° 33' S; Longitud: 69° 20' O; Altitud: 1945 msnm), perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2000)

- Temperaturas anuales

En la Figura 2.7 se exponen las temperaturas que posee el sitio para cada mes del año. Se puede observar una amplitud térmica mensual y anual considerable, que se refleja en la existencia de dos estaciones extremas perfectamente definidas, con inviernos muy fríos y veranos cálidos.

En el sitio se producen heladas tardías y tempranas por la altura a la que se encuentra (de 1900 a 2200 metros sobre el nivel del mar), y no se registran nevadas anuales importantes, aunque si existen registros de grandes nevadas cada períodos de 10 años.

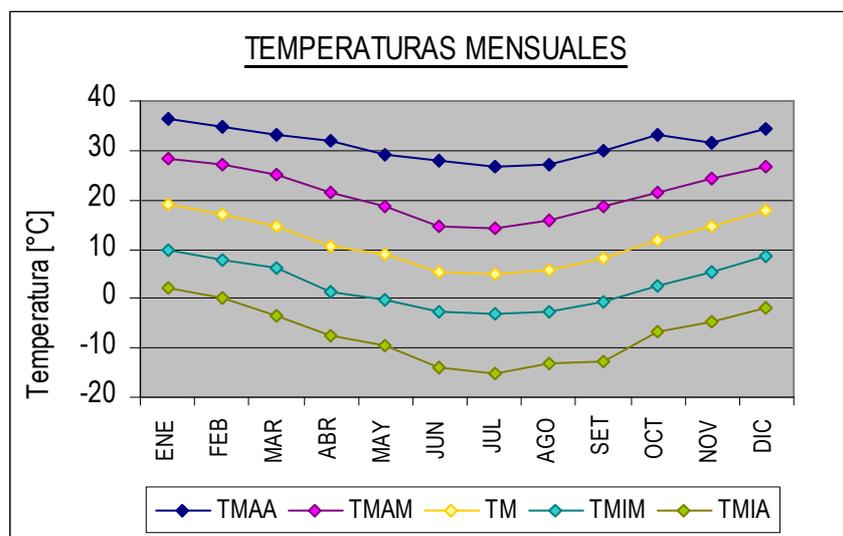


FIGURA 2.7: Temperaturas anuales del sitio por mes. TMAA: Temperatura máx. absoluta; TMAM: Temperatura máx. Media; TM: Temperatura media; TMIM: Temperatura Mínima Media; TMIA: Temperatura Mínima Absoluta. (FUENTE: Datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, 2000)

Analizando las temperaturas se puede observar en la Tabla 2.1 las temperaturas horarias. Del análisis de la misma se desprende que: las necesidades de calefacción son el 85.4% del tiempo del año, el 1.4% hay necesidades de enfriamiento y el 13.2% el clima exterior es de confort. Se enfatiza entonces las necesidades de utilizar sistemas solares pasivos y conservación de energía para cubrir las necesidades invernales.

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
0	13.8	12.2	10.3	5.9	4.0	1.1	0.7	1.4	3.6	6.7	9.4	12.5
2	12.3	10.6	8.7	4.3	2.4	-0.4	-0.7	-0.1	2.0	5.2	7.8	11.0
4	10.7	9.0	7.1	2.6	0.9	-1.8	-2.1	-1.7	0.4	3.6	6.3	9.4
6	9.7	7.9	6.0	1.5	-0.2	-2.8	-3.1	-2.7	-0.7	2.5	5.2	8.4
8	11.7	10.0	8.1	3.7	1.9	-0.9	-1.2	-0.7	1.4	4.6	7.3	10.4
10	20.5	19.1	17.2	13.0	10.9	7.3	7.0	8.0	10.5	13.6	16.3	19.2
12	25.6	24.4	22.5	18.5	16.2	12.2	11.8	13.1	15.8	18.9	21.6	24.3
14	28.2	27.1	25.2	21.3	18.8	14.6	14.2	15.7	18.5	21.6	24.2	26.9
16	26.7	25.5	23.6	19.7	17.2	13.2	12.8	14.2	16.9	20.0	22.6	25.4
18	22.5	21.2	19.3	15.2	13.0	9.3	8.9	10.1	12.6	15.8	18.4	21.2
20	17.9	16.4	14.5	10.3	8.2	4.9	4.6	5.5	7.8	11.0	13.6	16.6
22	15.4	13.8	11.9	7.6	5.7	2.6	2.2	3.0	5.2	8.4	11.1	14.1

confort
 Enfriamiento
 Calefacción

TABLA 2.1: Temperaturas horarias para cada mes del año y necesidades de sombra. (FUENTE: Datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, 2000)

- Precipitaciones y humedad relativa

Las precipitaciones anuales en el sitio son bajas, en el orden de 174 mm anuales (siempre inferiores a 250 mm anuales). Las mayores precipitaciones se producen en el mes de julio y de diciembre a enero.

En contraposición, la humedad relativa del sitio es relativamente alta, rondando entre el 45% y 65%. Esto se produce debido a la presencia de los arroyos San Alberto y Uspallata, de caudal constante durante todo el año, que propician una zona agrícola y apta para el cultivo. (Figura 2.8)

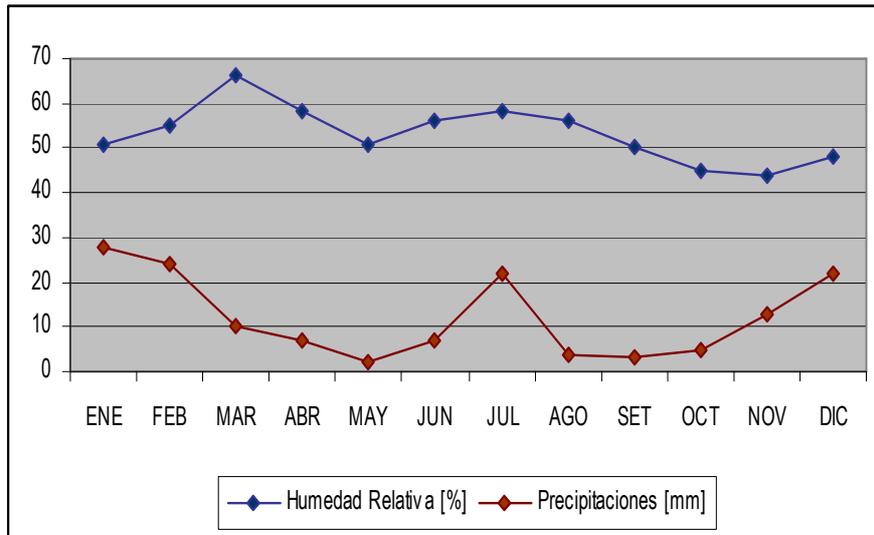


FIGURA 2.8: Humedad relativa y precipitaciones en el Valle de Uspallata por mes. (FUENTE: Datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, 2000)

- Radiación solar anual

En la Figura 2.9 puede observarse la radiación solar anual sobre el plano horizontal que recibe el sitio calculada en base a la heliofanía (Duffie et al., 1992) y los grados días para temperatura base de 18°C para cada mes del año obtenidos por el método de Erbs, (1987) en base a las temperaturas del lugar.

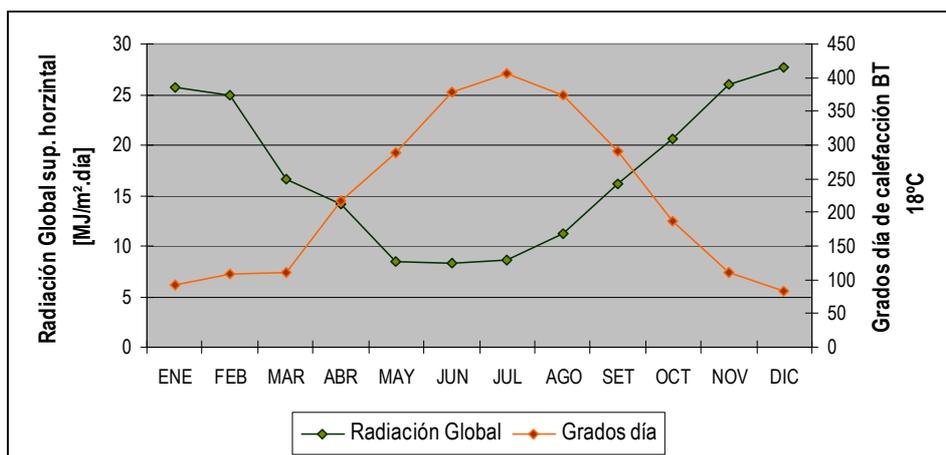


FIGURA 2.9: Radiación global anual sobre plano horizontal y grados días aprovechables. (FUENTE: Datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, 2000)

Se observa que los meses de menor radiación solar, es donde más necesitamos captar la energía solar. Esto se produce durante el invierno, época donde se utiliza la radiación solar para calefacción pasiva de la vivienda, producción de energía fotovoltaica, entre otras.

En los meses de verano con días más cálidos, será necesaria menor radiación para lograr sensaciones de confort dentro de la vivienda.

Es de destacar que la radiación sobre el plano vertical al Norte (Hacia el Ecuador), resulta un 60% más elevada en los meses de invierno, por lo que es adecuado emplear sistemas pasivos de calefacción e iluminación natural.

- Intensidad y frecuencia de vientos

El valle se emplaza geográficamente en sentido Norte-Sur por la disposición montañosa hacia el Este y el Oeste, por lo cual, los vientos están dirigidos por la situación geográfica.

La intensidad (Figura 2.10) y la frecuencia (Figura 2.11) van a ser mayores desde el Suroeste y Sureste, siendo este uno de los puntos más desfavorables, por provenir de esas direcciones los vientos más fríos.

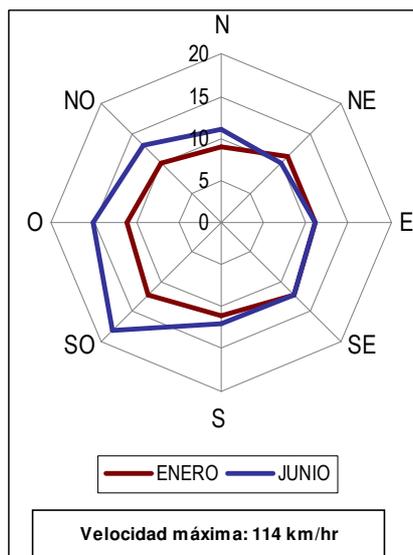


FIGURA 2.10: Intensidad de vientos
(FUENTE: Datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, 2000)

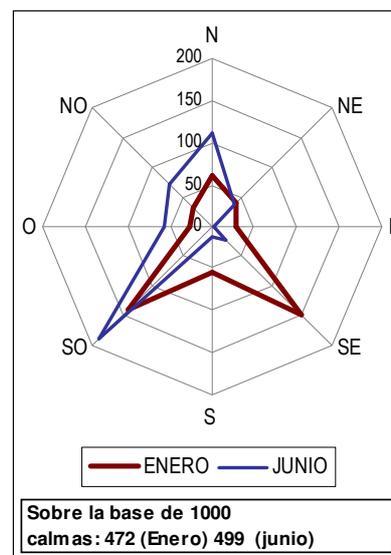


FIGURA 2.11: Frecuencia de Vientos.
Sobre la base de 1000 calmas: 472 (Enero) 499 (junio)

- Necesidades de sombra

La carta solar²⁵ de la Figura 2.12 muestra las necesidades de sombra que son de dos tipos: permanente y temporal.

La sombra permanente es necesaria en las mismas horas de Enero y Febrero, por presentar características similares de temperatura.

²⁵ LAMBERTS, R. et al. SOL-AR 5.0. LabEEE. ECV. Universidad Federal de Santa Catarina. Brasil.

La sombra temporal es necesaria porque, por ejemplo, cuando en el mes de Marzo es necesario sombra en algunas horas; en Septiembre, que es el mes solar simétrico, no; por lo tanto, se requiere sombra solamente en primer mes.

La Carta muestra que evidentemente no se requiere aleros fijos en los edificios. El asoleamiento es necesario en invierno y durante la época intermedia y durante algunos meses aparecen temperaturas en confort en las que tampoco será necesario asoleamiento. Sin embargo, en el mes solar simétrico es posible que si sea necesario (por ejemplo, en el caso del mes de Marzo es necesario sombra; mientras que en Septiembre es necesario el asoleamiento), por lo tanto, se aconseja utilizar dispositivos móviles: persianas, postigotes, o pérgolas con especies vegetales caducas para lograr una mejor regulación de la captación solar.

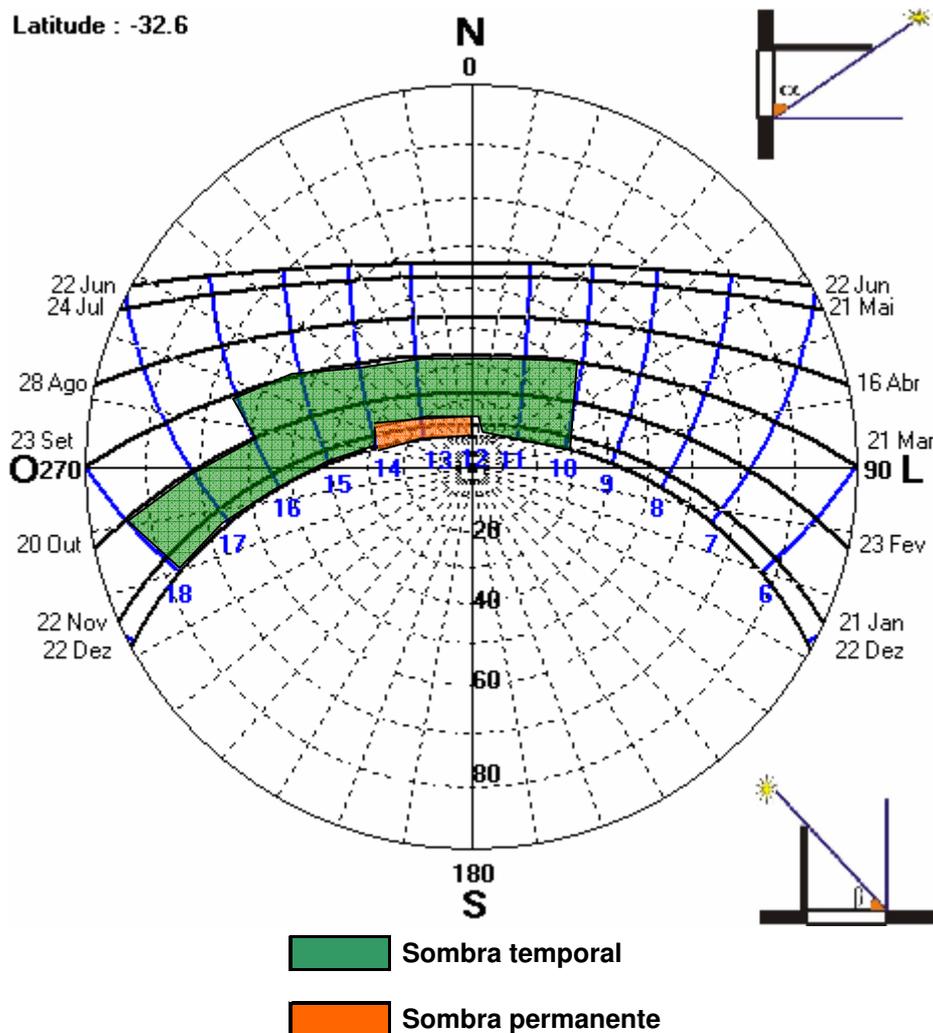


FIGURA 2.12: Carta solar para el sitio donde se muestra la necesidad de sombra temporal y permanente.

- Diagrama bioclimático con las necesidades para este clima

El diagrama bioclimático muestra las condiciones de temperatura y humedad relativa de un sitio durante el año (Figura 2.13). A partir del mismo se puede identificar durante que períodos, se permanece en confort, o si se requiere calefacción o enfriamiento (Givoni, 1965). La humedad absoluta por ser un clima desértico, es prácticamente constante durante el día, variando solamente la humedad relativa.

En este caso, las necesidades de calefacción corresponden al 85.4% del tiempo del año, el 1.4% hay necesidades de enfriamiento y el 13.2% el clima exterior es de confort. Esto es coherente con el análisis de temperatura. Las estrategias sugeridas son calefacción por ganancias internas, calefacción solar pasiva y activa.

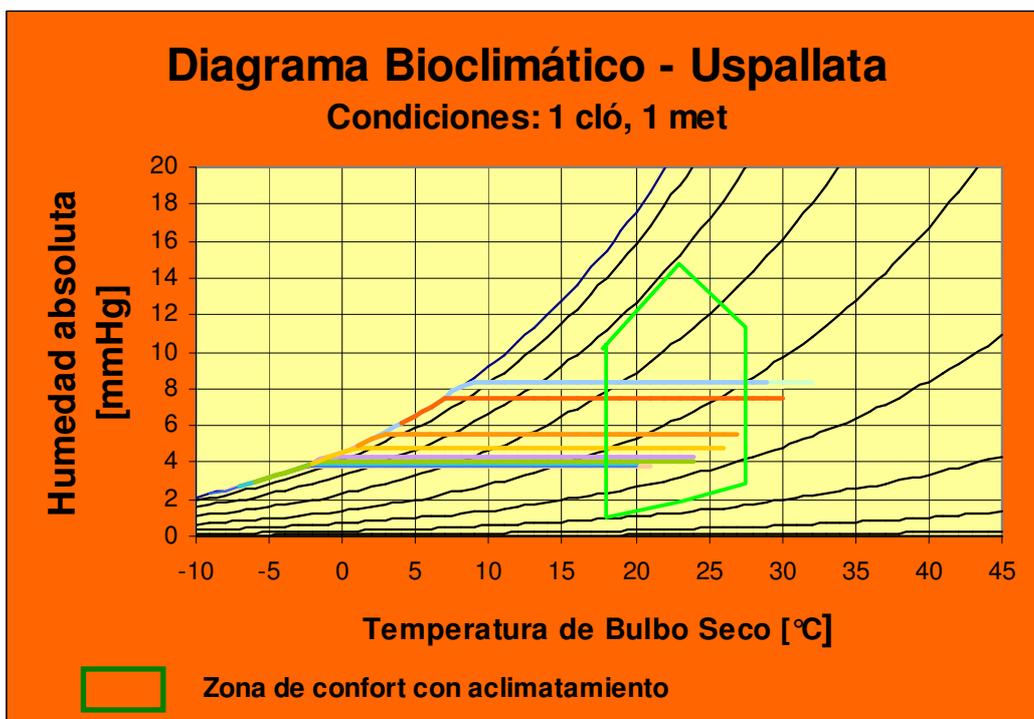


FIGURA 2.13: Diagrama bioclimático de Givoni donde se observan las necesidades de confort para el sitio.

II.II- ESTUDIO ECONÓMICO Y SOCIAL

- Breve reseña histórica

La actividad del valle se remonta al periodo precolombino. Abundan los restos arqueológicos que van desde el 1500 AC hasta la dominación incaica, donde para ese entonces, el valle de Uspallata era una encrucijada de senderos, ya que el Camino Real del inca comunicaba pueblos a ambos lados de la cordillera.

La ubicación del Valle de Uspallata fue fundamental para el cruce cordillerano en 1817 por el ejército de Los Andes, dirigido por el general José de San Martín durante la campaña independizadora de Argentina, Chile y Perú. En esta época comienza la explotación minera de la zona para la extracción de metales.

En 1873 se traza la vía ferroviaria que seguía el curso del Río Mendoza. Se utilizó para mejorar el comercio con Chile, tanto hacia el puerto de Valparaíso como hacia el puerto de Buenos Aires. En esta etapa se produjo un gran incremento poblacional en la región. Se funda el pueblo con los habitantes que trabajaban al servicio de las necesidades del ferrocarril, que a su vez se dedicaban a la agricultura de alfalfa (que era llevada al hipódromo de Buenos Aires por su alta calidad), a la apicultura y el cultivo de una gran variedad de plantas aromáticas.

Posteriormente, se radicó el ejército en la villa. Se establecieron dos regimientos: el Regimiento de Infantería de Montaña 16 “Cazadores de Los Andes” (1907) y el Batallón de Artillería de Montaña 8 “Coronel Pedro Regalado de la Plaza” (1940).

Las actividades militares cobraron mayor importancia que las actividades agrícolas que se desarrollaban y las relacionadas con el ferrocarril, produciendo el mayor crecimiento económico y poblacional del sitio.

Desde 1983, con la caída de la actividad militar y posteriormente en 1990 con el cierre definitivo del ferrocarril a nivel nacional, la actividad económica del valle decreció fuertemente y obligó a gran parte de la población a migrar por mayores oportunidades laborales.

- Situación actual

El perfil productivo de la localidad de Uspallata es muy limitado. No funciona ningún tipo de agro-industria o bodega. Actualmente, la actividad económica del Valle se centra en el cultivo de hortalizas (principalmente papa) por parte de capitales extranjeros. En menor medida, se desarrolla el cultivo de álamo para la obtención de madera y el turismo; y la actividad minera se encuentra inactiva.

En cuanto a la actividad agropecuaria, se caracteriza por basarse en microfundistas con una variedad de cultivos, tales como papa, zanahoria, arveja, alfalfa y ajo. Esta actividad se realiza principalmente por capitales extranjeros. Su posterior exportación genera diferentes

problemas, entre los que se puede mencionar que el 70% de las tierras cultivadas son arrendadas para el cultivo de papa. Este cultivo produce un desgaste y agotamiento del suelo luego de cinco años de producción.

Es frecuente que las tierras sean cultivadas sin respetar los ciclos de descanso del suelo y al cabo de este período de tiempo sean abandonadas, dejando a los pobladores del lugar sin la posibilidad de poder trabajarlas.

La actividad minera, dedicada a la extracción de minerales metalíferos y talco, decayó con la aplicación de leyes que regulan esta actividad, convirtiendo a la minería en una actividad poco rentable y contaminante. Actualmente las políticas provinciales han frenado el desarrollo de esta actividad por la preservación del medio ambiente.

Anualmente transitan por este pueblo más de 2 millones de vehículos particulares y alrededor de 300 camiones diarios (contemplando ambas direcciones)²⁶ lo que indica un gran movimiento de personas por el sitio. Sin embargo al no contar con políticas que fomenten el desarrollo turístico, Uspallata no ofrece grandes ventajas o alternativas para quien circula, a pesar de ser un punto estratégico a nivel turístico, lo que fomenta la condición de pueblo de paso.

En sus cercanías se encuentran los centros de esquí de Penitentes (Mendoza) y El Portillo (Chile), el cerro Aconcagua y el Camino del Inca (ambos sitios patrimoniales de la UNESCO), Villavicencio, práctica de turismo aventura, entre otros.

En los últimos años se ha producido un pequeño incremento de las actividades comerciales y de servicio al viajero, ya sea en función de los camioneros que hacen el transporte internacional como a particulares y turistas, en relación al paso hacia Chile o a las actividades recreativas de alta montaña.

²⁶ Servicio Nacional de Aduanas. *Estadísticas de la aduana de Paso de Los Libertadores*. Chile. 2009.

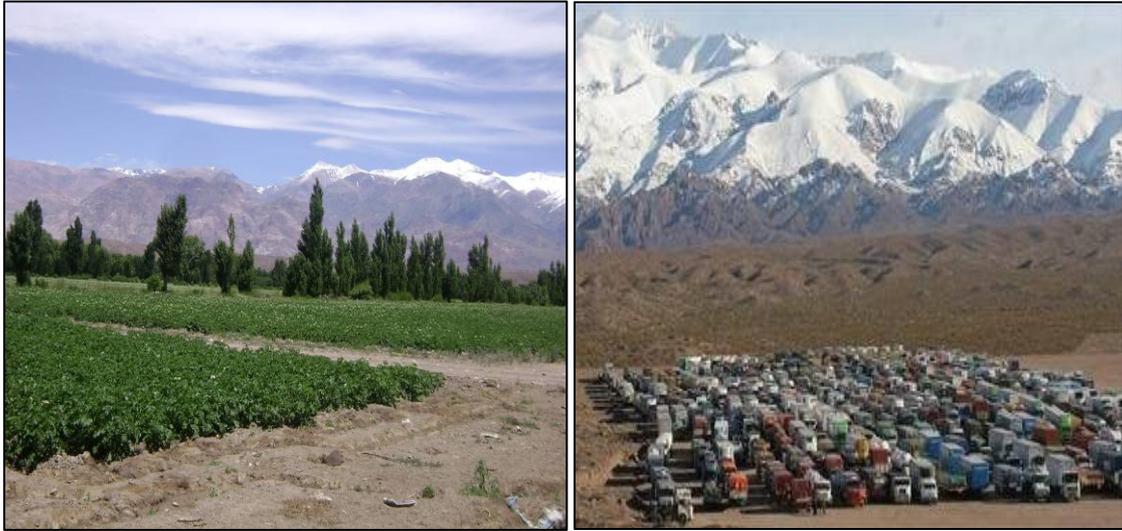


FIGURA 2.14: Fotografía que muestra campos sembrados con papa.

FIGURA 2.15: Cientos de camiones en la aduana de Uspallata esperan la apertura del paso fronterizo hacia Chile, cerrado por incumbencias climáticas. (FUENTE: Aduana Paso de Los Libertadores)

Actualmente se desarrollan diferentes actividades económicas en el sitio, pero ninguna lo suficientemente arraigada para favorecer el correcto desarrollo económico del valle. Esta situación es propiciada por la falta de políticas económicas y de ordenamiento territorial, lo que produce a su vez un movimiento poblacional, principalmente jóvenes, que emigran hacia la ciudad en busca de mayores oportunidades.

Uspallata concentra la mayor población de los pueblos de alta montaña del Noroeste mendocino. Posee 3.437 habitantes (según Censo Nacional 2001), con una densidad poblacional del valle de 0,024 hab/km².

Pero el 85% de la población se ubica en la zona urbana consolidada, con una densidad de 4,62 hab. /Km². El resto de la población radica en las periferias, en la zona rural.

La población total se encuentra proporcionalmente compuesta por varones y mujeres en similares magnitudes (1.794 habitantes sexo masculino y 1.643 habitantes de sexo femenino).

La pirámide poblacional de Uspallata es del tipo progresiva o expansiva (Figura 2.16), donde predomina principalmente la población joven (menor a 14 años).

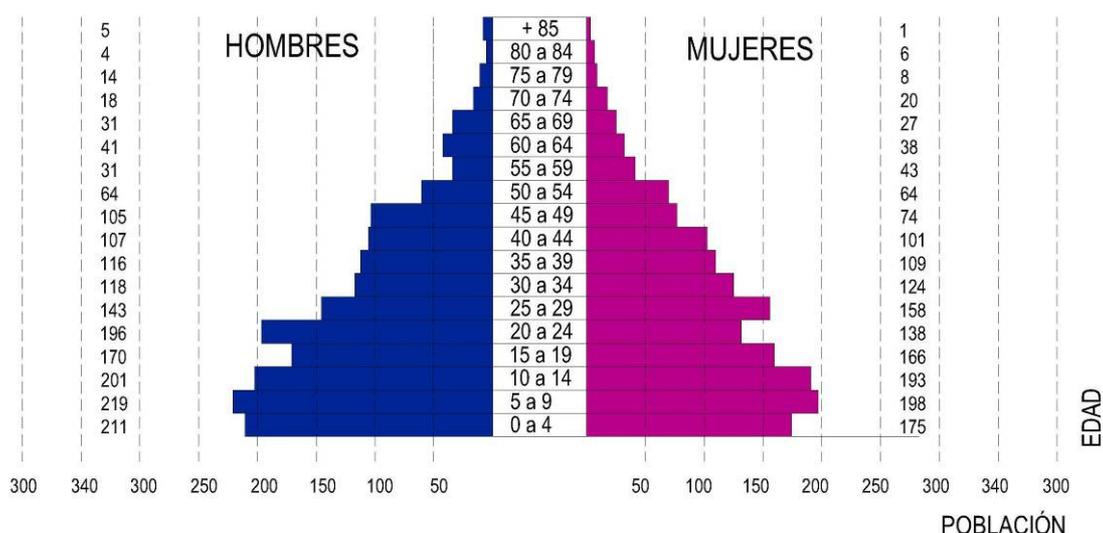


FIGURA 2.16: Pirámide poblacional por sexo y edad. (FUENTE: INDEC, 2001. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Gobierno de Mendoza.)

Se pueden observar grandes saltos de población en diversas edades. Esto corresponde principalmente a la emigración (de la gente del lugar en busca de trabajo o mejor educación) y a la inmigración, principalmente de origen boliviano, que llegan al sitio a trabajar la tierra. Estos son contratados por capital extranjero por ser mano de obra más económica que la local.

También se observa un incremento de la población a los 5 años en relación a la cantidad de niños nacidos. Familias extranjeras con numerosos hijos se asientan en el valle para trabajar la tierra, llegando a la región luego de que los hijos han nacido.

La situación socioeconómica de la comunidad de Uspallata se perfila como potencialmente beneficiosa bajo el enfoque integral del desarrollo humano. La población está caracterizada por alta participación de jóvenes en relación al total de habitantes de la zona, un armónico balance entre habitantes hombres y mujeres, buen nivel de cobertura de prestaciones de salud (el 64,15 % de la población cuenta con algún tipo de cobertura de salud) y alto nivel de alfabetización de la población.

En los rangos de 6-11 años y 12-14 años la asistencia escolar es del 100 %. Con estos rangos estarían incluidos los niveles EGB 1, 2 y 3 (EGB – Educación General Básica).

En el rango que les prosigue (15-17 años) la asistencia disminuye siendo sólo de 184 alumnos sobre un total de 212, con un porcentaje del 86,8%. Mientras, en los rangos de mayor edad la asistencia escolar es menor.

El 52,45% de la población de 15 años o mayor (si bien los estudios secundarios finalizan con 18 años, el corte de información oficial está dado con la edad de 15 años o mayor) posee primario completo y secundario incompleto. El 27,9 % ha finalizado el nivel secundario y sólo el 6,25% ha completado sus estudios universitarios.

Como se ha mencionado anteriormente, los empleos laborales para la población del valle dependió de manera directa con la actividad económica preponderante. Hoy en día, al no encontrarse una actividad económica principal, se producen diferentes tipos de empleos, tanto en el sector privado como público. (Figura 2.17).

Puede observarse que prácticamente la mitad de la población es desocupada o inactiva (Figura 2.18). La población inactiva esta conformada por adultos con más de 60-65 años (edad de jubilación para mujeres y hombres respectivamente) y jóvenes entre los 15 a 24 años que no trabajan y se dedican al estudio.

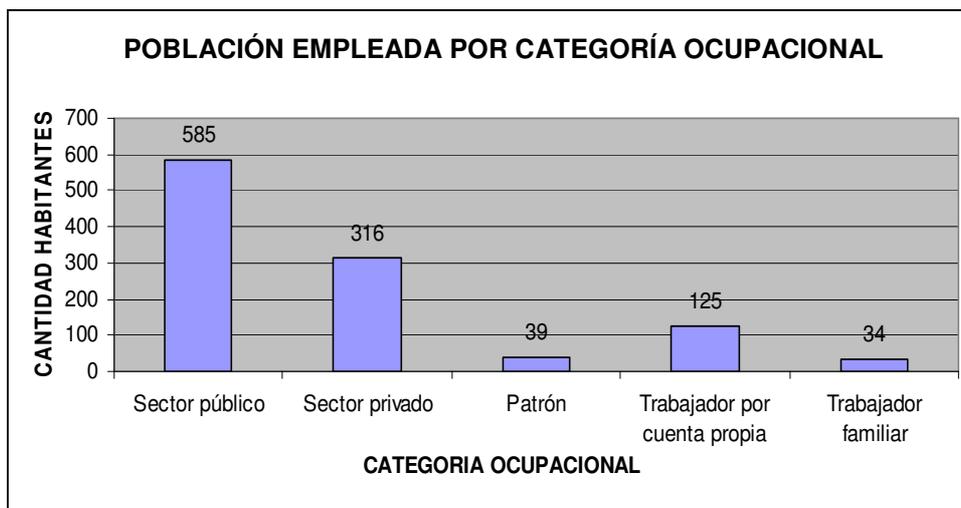


FIGURA 2.17: Población mayor de 14 años y su condición laboral. (FUENTE: INDEC, 2001. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Gobierno de Mendoza.)

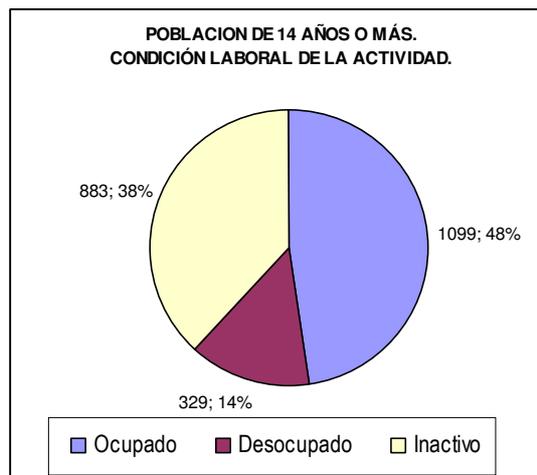


FIGURA 2.18: Categorías ocupacionales de la población ocupada. (FUENTE: INDEC, 2001. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Gobierno de Mendoza.)

El número de ciudadanos desocupados e inactivos se mantiene alto, pese a que prácticamente del 60% de las tierras del valle se encuentran aún sin uso alguno. Estas podrían utilizarse para nuevos proyectos, ya sean inmobiliarios, turísticos o agrícolas, mejorando de este modo la situación laboral local.

Así también, gran parte de la población empleada en el sitio se encuentra trabajando en el sector público. Mientras que la actividad agrícola esta manejada principalmente por capitales y mano de obra extranjera.

Debido a la falta de empleos para toda la población permanente del Valle se evidencia la necesidad de utilizar sistemas constructivos que alienten la construcción por ayuda mutua o autoconstrucción.

Esto generaría nuevos puestos laborales y permitiría a la población autoabastecerse en el rubro de la construcción, sin tener que depender de manera directa de materiales y mano de obra provenientes de la capital, para mejorar la situación económica de los ciudadanos y la calidad constructiva de las edificaciones.

El futuro de la comunidad dependerá, en gran medida, de la capacidad de generar oportunidades de inserción laboral. La construcción se presenta como el sector más dinámico en la economía del país.

Capacitar a personas en técnicas constructivas generará un impacto directo sobre una mejor situación económica local. Este es el factor clave que posibilitará que esta actuación se transforme en desarrollo genuino para el distrito. De lo contrario, este potencial

impactará en los niveles de desocupación de los habitantes de la zona, y de acuerdo a pautas de comportamiento que caracterizan a la comunidad, se producirá el éxodo de los desocupados en la búsqueda de nuevos y mejores horizontes.

II.III- OBSERVACIONES ARQUITECTÓNICAS Y URBANAS DEL SITIO

A diferencia de otras zonas andinas, en la cordillera mendocina no viven descendientes de los grupos aborígenes que la habitaron históricamente. Con cada etapa histórica, las pautas de ocupación del espacio variaron en función de los grupos humanos que fueron poblando sucesivamente la zona de montaña, de acuerdo a las diferentes actividades que se realizaban.

Los aborígenes que poblaron esta región fueron culturas andinas, que centraban su organización espacial, sus actividades económicas, su arte y sus creencias en este vasto espacio. La montaña les brindaba todo lo que necesitaban y así construyeron un gran imperio como el Inca. Por esta razón, los valles se encontraban por aquellos años mucho mejor organizados e integrados a sistemas regionales mayores.

Con la llegada de los colonizadores, la cordillera pasó de ser un medio de vida y fuente de recursos a ser un obstáculo para nuevos objetivos y pautas de organización espacial.

Las comunicaciones dependían directamente de las necesidades de cada grupo humano. Los aborígenes locales se desplazaban principalmente en sentido Norte – Sur a través del Camino del Inca. Los valles longitudinales fueron los espacios beneficiados por la organización general de las comunicaciones pre-hispánicas.

Una vez llegados y asentados los colonizadores, las direcciones preponderantes cambiaron al sentido Este – Oeste, para permitir el tránsito entre la Capitanía General de Chile y Mendoza, Tucumán y Buenos Aires.

II.III. 1. ANALISIS URBANO

Actualmente, en el Valle de Uspallata confluyen una serie de rutas, que marcan diferentes destinos, hacia todos los puntos cardinales. (Figura 2.19)

El sitio es atravesado por la Ruta Nacional N° 7, también llamada Ruta Panamericana. Ésta comunica Buenos Aires y su puerto en el Océano Atlántico, con Santiago de Chile y el puerto de Valparaíso en el Océano Pacífico, atravesando la ciudad de Mendoza.

Hacia el Norte, la Ruta Provincial N° 39 comunica al Valle con la Provincia de San Juan y la localidad de Calingasta. La Ruta Provincial N° 52 lo vincula con la localidad de Villavicencio (antigua ruta comercial).

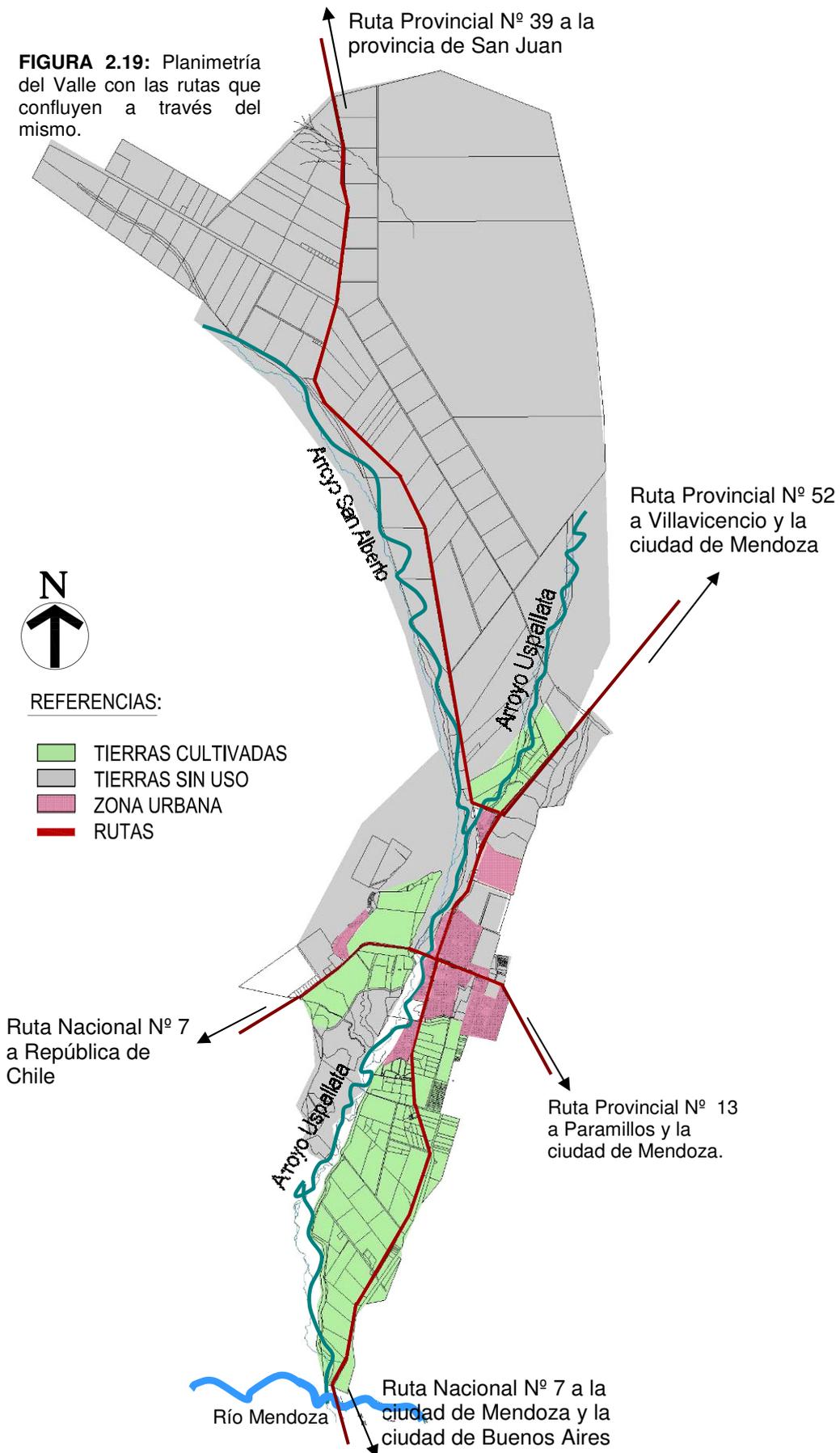
Hacia el Este, la Ruta Provincial N° 13 comunica el Valle con las minas de Paramillo y la ciudad de Mendoza.

En la Figura 2.19 puede observarse un plano del Valle con las rutas que confluyen en el mismo y una zonificación a escala macro de las diferentes zonas que se encuentran en el mismo.

El Sur del Valle es actualmente la zona más utilizada para el cultivo, aunque también se encuentra una zona de menor tamaño bien definida sobre la Ruta Nacional N° 7 camino a Chile y hacia el Norte en la intersección de la Ruta Provincial N° 39 y N° 52.

La zona urbana se concentra hacia el centro del sitio, donde la pendiente del terreno es menor en comparación con el resto del Valle.

FIGURA 2.19: Planimetría del Valle con las rutas que confluyen a través del mismo.



Puede observarse que aproximadamente el 60% de las tierras del valle se encuentran sin uso, principalmente el sector Norte. Pero aún así, todos los terrenos se encuentran en su totalidad divididos en parcelas e inscriptos en el Patrón de Irrigación, lo que les permitiría disponer de agua de riego.

La localización de las tierras cultivadas y la ubicación de la población hacia el Sur del Valle responden a la cercanía al Río Mendoza y a la época de auge poblacional del lugar, donde vía ferroviaria ingresaba sólo en la parte Sur del valle, siguiendo el recorrido del Río Mendoza.

Dentro del análisis del valle se hará mención a dos zonas bien definidas. La zona rural, donde se localizan principalmente las zonas cultivadas con población dispersa, y el centro urbano con trama definida y población concentrada.

Debido a la distancia desde la capital provincial y del centro del departamento de Las Heras, la localidad de Uspallata tiene un grado de autonomía considerable.

II.III.2 CENTRO URBANO

Uspallata posee un centro urbano consolidado, con una trama bien definida, donde se asienta el 85% de la población y se concentran la mayoría de las actividades, infraestructura y servicios.

La avenida Las Heras es la principal senda comercial e institucional, donde se ubican locales comerciales de diferentes rubros: supermercados, farmacias, casas de alquiler de ski, restaurantes, iglesias, delegaciones municipales, casino, etc. (Figura 2.20)

Entre la Ruta Nacional Nº 7 y el arroyo Uspallata se asientan emprendimientos relacionados con el turismo y la actividad recreacional, como locales para realizar turismo aventura, cabalgatas y camping. (Figura 2.20)

Los pobladores disponen de atención médica en el hospital Luis Chrabalowki, catalogado como hospital de baja complejidad, con prestaciones en clínica médica, obstetricia y pediatría de bajo riesgo. Brinda prestaciones médicas e internación en el Corredor Andino (desde Uspallata hasta el límite fronterizo con Chile), indistintamente si las personas poseen o no cobertura de obra social o plan médico.

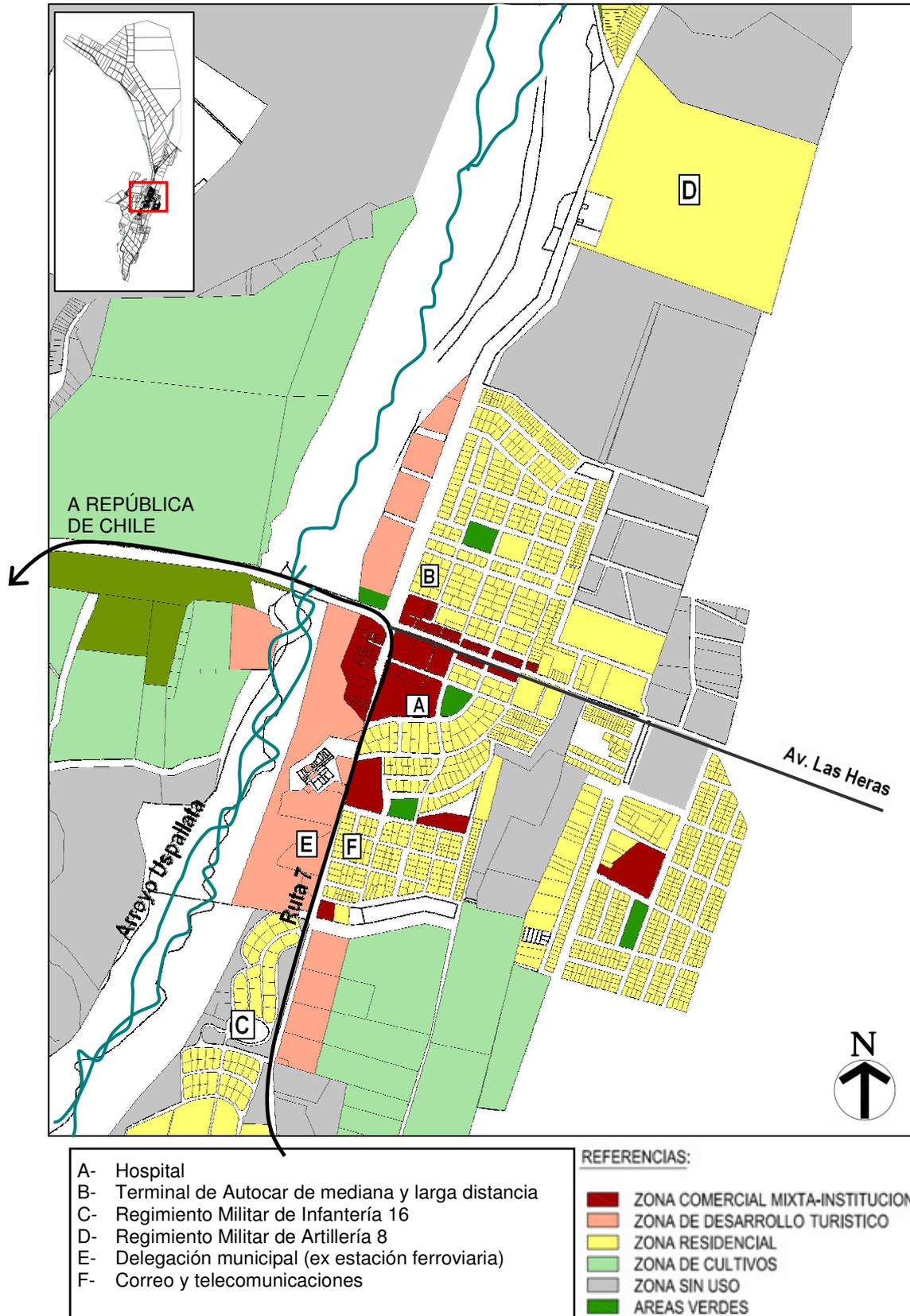


FIGURA 2.20: Plano del centro urbano con el equipamiento principal que posee el sitio y las diferentes zonas donde se asientan las actividades. (FUENTE: Departamento de Catastro. Municipalidad de Las Heras)

El equipamiento comercial existente permite al poblador desarrollar su vida en el pueblo, sin la necesidad de trasladarse hasta la capital de la provincia para recibir algún tipo de servicio o abastecimiento.

- Arbolado urbano

El arbolado urbano es característico en toda la provincia de Mendoza. También en Uspallata está presente, donde se encuentran diferentes especies, como álamo, morera, sauces, fresno y olmo bola.

Este es regado a través de un entramado de acequias, tanto en la zona urbana como rural, donde una pequeña parte de las acequias está revestida con hormigón, mientras que la mayoría se encuentran sin revestimiento, es decir, zanjas de tierra.

Las acequias resultan de gran importancia, ya que son elementos propios de la identidad de la Provincia de Mendoza a nivel mundial. Están conformadas por un entramado de cauces de agua a ambos lados de la senda vehicular, y son utilizadas principalmente para el riego de árboles y traslado de agua. (Figura 2.21)

El origen se remonta a tiempos prehispánicos, donde los aborígenes autóctonos construían este tipo de canales para poder encauzar el agua en la región árida de Mendoza Norte.

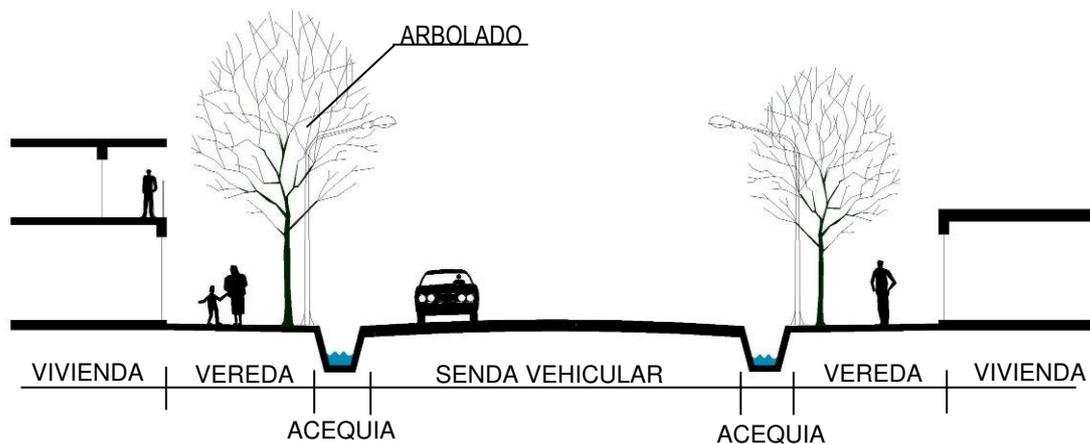


FIGURA 2.21: Corte transversal de una senda vehicular donde se observa la acequia con el arbolado urbano e iluminación pública a ambos laterales de la misma.

- Infraestructura y servicios

Uspallata posee servicio de red de agua potable y electricidad en todo su territorio. Cuenta con una planta potabilizadora de agua, que extrae el agua subterránea, y luego del proceso de potabilización se distribuye a toda la población. De la misma manera, la electricidad se distribuye en todo el valle y la zona urbana cuenta con alumbrado público.

El valle no cuenta con red cloacal domiciliaria, por lo que cada vivienda cuenta con su propio pozo séptico-absorbente. Tampoco posee servicio de gas natural.

Los combustibles utilizados para transporte, calefacción, cocción, entre otros, son trasladados desde la ciudad de Mendoza. Se utiliza principalmente gas envasado, leña y kerosene, que se encuentran en su mayoría subsidiados por el Estado.²⁷

Los habitantes se desplazan principalmente a pie, en bicicleta o moto, ya que las distancias son cortas dentro de la zona urbanizada. El vehículo es utilizado principalmente por la minoría para trabajar en la zona rural o por el turista. El valle no cuenta con servicios de transporte público, ya que la población y tamaño urbano de éste aún no lo requiere necesario.

El sitio cuenta con ciclovías y calles anchas para permitir la circulación vehicular y peatonal al mismo tiempo. La mayoría de las ciclovías no se encuentran bien demarcadas generando un riesgo para quienes circulan por estas.

Las veredas no se encuentran en buen estado, lo que propicia la circulación peatonal por las calles y la existencia de barreras arquitectónicas en numerosos lugares.

II.III.3. ANALISIS ARQUITECTÓNICO

El parcelamiento de los terrenos no ha sido realizado teniendo en cuenta la orientación Norte (la más favorable en el Hemisferio Sur), ya que responde a la ubicación de la traza vial (Ruta Nacional N° 7) y a la ubicación del arroyo Uspallata, localizándose en relación con estos, de manera paralela.

Esto genera que la mayoría de las viviendas se construya en relación con la línea de calle, sin responder de esta manera a la orientación solar más favorable.

²⁷ CABOT, D. *El costo de subsidiar la energía es \$254 por segundo*. En: Diario La Nación on line, 2010. Disponible en: http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1287778

En el Valle distinguen dos zonas principales, con características diferentes: la zona rural y la zona urbana.

En la zona rural, la arquitectura se caracteriza principalmente por ser casas viejas, realizadas en mayor medida con adobe, que no poseen mantenimiento alguno, por lo que se encuentran en un avanzado estado de deterioro (Figura 2.22).

La zona urbana posee la imagen de un barrio de ciudad (Figura 2.23). Las viviendas son construidas con ladrillo y hormigón, techo de chapa o teja. Muchas de estas poseen techo plano.

En la zona urbana como en la zona rural las viviendas son realizadas con diferentes estilos arquitectónicos, sin responder en su mayoría al paisaje natural que rodea al valle.

Gran cantidad de terrenos se encuentran destinados al sector residencial, pero actualmente no todos estos solares se encuentran construidos. Aún así, la trama urbana ya está demarcada, a la espera de nuevos proyectos residenciales.



FIGURA 2.22: En la fotografía izquierda se observa la zona rural con viviendas aisladas realizadas con materiales naturales y sin mantenimiento.

FIGURA 2.23: A la derecha se puede ver la calle principal del centro urbano, con acequias y arbolado a ambos laterales de la misma.

Para el mejor análisis de las viviendas, sus características y el ordenamiento territorial del sitio, se agrupó en tres etapas la evolución del asentamiento poblacional, donde se evidencian las principales diferencias entre éstas, a nivel constructivo, diseño, materiales y la apropiación que se realizó del territorio.

- 1º ETAPA (1873): *Población para servir a las necesidades del Ferrocarril*

Los primeros asentamientos de la villa se realizan en torno a la Estación Ferroviaria, sobre la Ruta Nacional Nº 7, que comunica a la capital de Mendoza con la República de Chile.

La ocupación del territorio se realiza de manera aleatoria, con grandes parcelas y las viviendas son compactas con fachada plana. Estaban favorecidas por el comercio de los que circulaban al tener contacto directo con la ruta. (Figura 2.24)

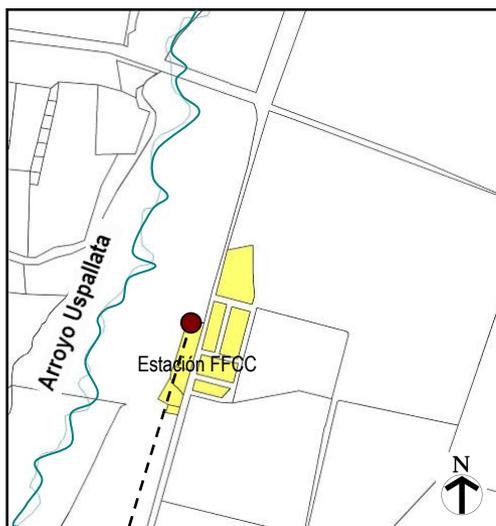


FIGURA 2.24: Plano con la ubicación de la estación ferroviaria y la ubicación de los terrenos en torno a esta.

- 2º ETAPA (1925-1970): *Asentamientos militares*

Se establecen los regimientos militares en el valle (Figura 2.25). Aunque la orientación de las parcelas no estaba en relación con el Norte, la mayor parte de las viviendas se construyeron teniendo en cuenta el asoleamiento.

Fueron concebidas como chalet de techo inclinado con teja. Hoy son las viviendas que mejor disposición poseen respecto al Norte y que utilizan protecciones para regular el clima, como aleros y persianas exteriores.

El mayor asentamiento de la población civil en la villa comenzó en esta etapa, principalmente para servir y satisfacer las necesidades de la milicia.

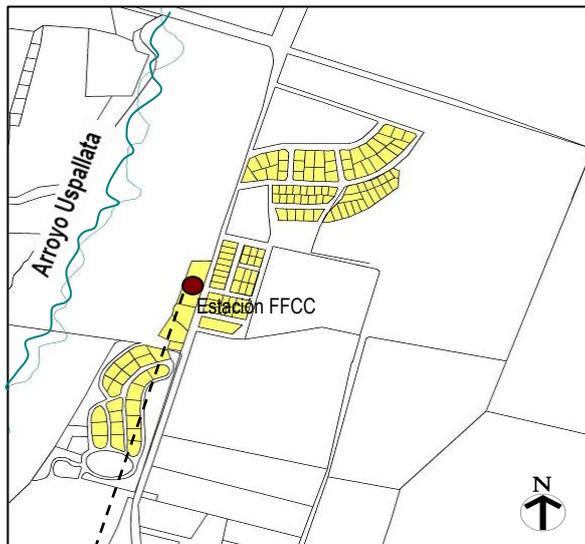


FIGURA 2.25: Puede observarse la traza más orgánica de los asentamientos militares al Norte y al Sur, mientras que la población civil continuaba localizándose en cercanías al ferrocarril.

- 3º ETAPA (1990 hasta la actualidad): *Asentamiento de la población civil*

Pese al cierre del ferrocarril y la caída de la actividad militar, la población del sitio continuó creciendo y obligó al Gobierno a crear planes para construir viviendas. Estos no son óptimos para el sitio, desde la disposición de las parcelas hasta los materiales utilizados y las terminaciones de las mismas.

Puede observarse actualmente una trama consolidada, totalmente parcelada. Esta trama no fue realizada de acuerdo a la Orientación Norte, sino que se realizó siguiendo la traza de la Ruta Nacional N° 7 (Figura 2.26).

La población se comenzó a localizar hacia el Norte, a lo largo de una avenida principal (Av. Las Heras), y hacia el Este en relación directa con la Ruta Nacional N° 7 y en la confluencia de las distintas vías para aprovechamiento de posible comercio.

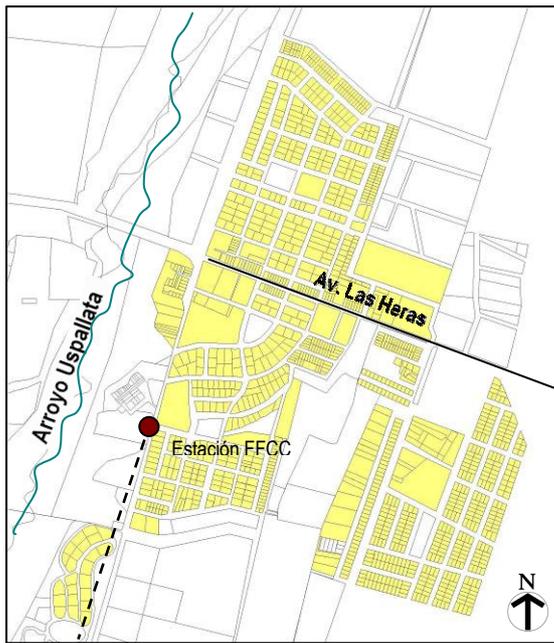


FIGURA 2.26: Plano con la ocupación del territorio por parte de la población civil a lo largo de la Avenida Las Heras y la Ruta Nacional N° 7. Los terrenos del sector Sureste se encuentran demarcados, aunque muy pocos emprendimientos se localizan en esa zona.

En la zona urbana, de trama consolidada, se distinguen dos tipologías de vivienda. Una tipología de forma compacta (A), con dos variantes (A1 y A2), y una tipología de forma abierta (B).

La variante “A1” es la vivienda con techo inclinado. Se encuentran viviendas con techo a una o dos aguas, que puede ser con tejas cerámica o con chapa acanalada, dependiendo principalmente de la adquisición económica del propietario.

Esta variante se presenta construida con materiales convencionales (muro de mampuestos y estructura de hormigón armado) o con construcción prefabricada, de madera principalmente. La planta del edificio es de forma geométrica simple, buscando la compacidad de la forma.

La variante “A2” es la vivienda con techo plano o con poca inclinación. Son viviendas construidas principalmente por el Gobierno Provincial. Este tipo de construcciones se realiza también con materiales convencionales (mampuestos y estructura de hormigón armado) y son compactas en su forma.

La tipología “B” es la vivienda con techo inclinado de teja cerámica, muro de mampuestos y estructura de hormigón armado que no posee forma compacta, sino que posee varios bloques dispuestos en diferentes orientaciones.

Las viviendas de los regimientos militares (variante “A1” y tipología “B”) son las que poseen mejores condiciones constructivas: de terminaciones, de mantenimiento, de orientación y de diseño. Aunque los materiales utilizados no son los más apropiados al clima, cuentan con protecciones climáticas como aleros y persianas de madera en ventanas.

Las viviendas que fueron construidas por programas de vivienda del Gobierno Provincial (variante “A2”) o por el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV), fueron ubicadas dentro del espacio urbano sin planificación alguna, sin tener en cuenta las orientaciones y protecciones climáticas correspondientes.

En la Figura 2.27 se muestra un gráfico donde se exponen las estadísticas de los materiales constructivos empleados en las viviendas. Puede observarse que la mitad de los hogares censados cuentan con características óptimas (a nivel de construcción), mientras que la otra mitad, presenta carencias en alguno de los elementos constructivos.

En este censo se evalúa que los materiales utilizados en piso, pared y techo sean de característica resistentes y sólidos (principalmente por la zona sísmica en la que se encuentra el sitio).

También evalúa la incorporación de aislación, aunque no aclara en ningún momento que se trate de aislación térmica, ya que no diferencia entre la ubicación de esta en muro, piso o techo. Se considera que se trata de aislación hidrófuga y el uso de materiales resistentes a la humedad.

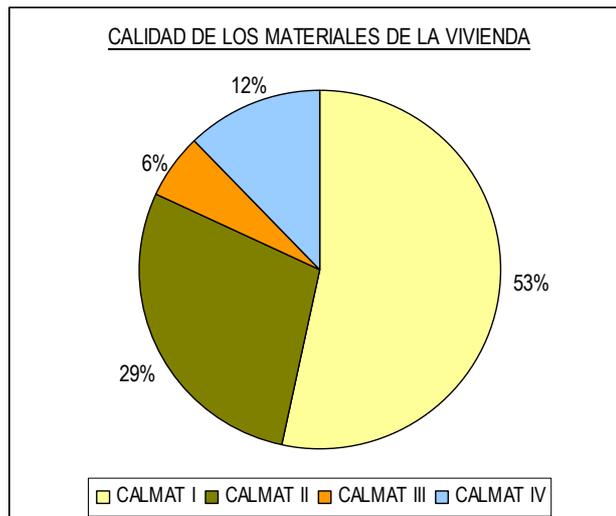


FIGURA 2.27: Calidad de los materiales en las viviendas: (FUENTE: INDEC, 2001. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Gobierno de Mendoza.)

- CALMAT I: Vivienda con materiales resistentes y sólidos en todos los elementos constitutivos (piso, pared y techo) e incorpora todos los elementos de aislación y terminación.
- CALMAT II: Vivienda con materiales resistentes y sólidos sin elementos de aislación o terminación al menos en uno de sus componentes.
- CALMAT III: Vivienda con materiales resistentes y sólidos sin elementos de aislación o terminación en todos sus componentes.
- CALMAT IV: Vivienda con materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los paramentos.

A nivel arquitectónico, Uspallata no cuenta con una imagen propia como pueblo de montaña, ya que se no se utilizan elementos constructivos característicos de ese clima (como son los hogares a leña), ni se emplean espacios tradicionales de la provincia de Mendoza, como son los espacios exteriores e intermedios (galerías, pérgolas). Se produce una amplia gama de estilos e intervenciones en el lugar, que no ayudan a una imagen unificada del sector.

A continuación, en la Figura 2.28 se muestran fotografías de las diferentes variantes que se encuentran en el valle y su ubicación en el plano.

Se observa la variedad de estilos y combinación de materiales que se realizan. Esto demuestra que no se utiliza un material que responda a las condicionantes climáticas, lo que deriva en el uso de diferentes materiales con diferentes características para la construcción. Como se observa en la fotografía N° 5 de la Figura 2.28 una vivienda prefabricada de madera con una ampliación de ladrillo, lo que manifiesta que la materialidad original no funcionaba correctamente, induciendo al usuario a colocar otro material.



FIGURA 2.28: Fotografía de las diferentes variantes que se encuentran en mayor medida en el Valle y la ubicación de las mismas en el centro urbano. Descripción de las fotografías:

- I. Vivienda de techo plano (tipología "A", variante "A2"). Puede observarse una gran galería con un ventanal orientado al Oeste y con muros totalmente cerrados hacia el Norte.
- II. Se observa la fachada Sur de la variante "A1". Posee techo inclinado a dos aguas, de chapa como terminación. El ingreso a la misma se realiza directamente desde el Sur, sin ningún tipo de cámara de acceso.
- III. La tipología "B". Se observa un bloque orientado en sentido Norte-Sur, mientras que otro en sentido Este-Oeste. La cercanía de coníferas a la vivienda proporciona sombra todo el año. Nótese como en invierno la vivienda se encuentra a la sombra.
- IV. Vivienda del barrio militar (variante "A1"), con techo a un agua, de igual terminación que la anterior. Véase las persianas de madera en las ventanas y la correcta orientación de la vivienda hacia el Norte. Pero aun así, dos de las ventanas poseen las persianas cerradas, impidiendo el ingreso de radiación solar al interior de la misma.
- V. Vivienda prefabricada de madera (tipología "A", variante "A1"), a la que se le agregó una extensión realizada con mampuestos (por lo que se supone que la pared de madera no funciona como buen aislante del clima exterior). La fachada que se observa se encuentra orientada hacia el Este.
- VI. Vivienda prefabricada de madera (tipología "A", variante "A1"), con ampliación realizada con mampuestos. Obsérvese que la pared Norte (donde recibe radiación) no posee ventanas y se colocó un aparato de aire acondicionado.
- VII. Vivienda de techo plano y construcción con materiales convencionales (tipología "A", variante "A2"). La vivienda se encuentra orientada hacia el Norte, Pero el exceso de vegetación de hoja no caduca (coníferas) proyecta la sombra sobre la fachada, evitando la captación de radiación solar.

La variedad de estilos y formas también demuestra una falta de conocimientos en cuanto a diseño arquitectónico para el correcto aprovechamiento del clima del lugar, produciendo viviendas negadas en su totalidad al Norte, como se puede apreciar en la fotografía N° 1 y N° 6, de la Figura 2.26.

II.IV- COMENTARIOS AL CAPÍTULO II

El Valle de Uspallata, debido a su altitud y al clima en el cual se encuentra inserto, presenta gran amplitud térmica mensual y anual.

El sitio se encuentra en el cruce de varias rutas tanto internacionales, como provinciales y locales, lo que asegura un flujo continuo de vehículos y personas en varias direcciones.

Debido al tamaño poblacional que posee y por encontrarse alejado de la capital provincial (a 110 Km.), ostenta una autonomía regional considerable y servicios para la población con infraestructura básica (red de electricidad y agua potable). Pero, al haber una economía básica sin ningún tipo de actividad predominante, se encuentran en el sitio personas de bajos recursos y/o con necesidades básicas insatisfechas.

Esto se evidencia también en las diferentes variantes de vivienda que se encuentran en el lugar, donde cada usuario construye según las opciones económicas que posee, el terreno donde se emplaza el inmueble o de acuerdo a las vistas que el sitio ofrece, tratando de hacer frente al clima extremo principalmente mediante el uso de combustibles fósiles.

Por ende se obtienen viviendas muy diferentes entre sí, donde no se observan estrategias comunes de aprovechamiento del clima, como el uso de vegetación caduca, apertura principal hacia el Norte, uso de espacios exteriores para épocas estivales, entre otros.

En el Capítulo 3 se seleccionan tres variantes de vivienda con mayor representatividad en el Valle y se las analiza a nivel constructivo e higrotérmico para conocer el funcionamiento de las mismas, de acuerdo al diseño arquitectónico, las estrategias pasivas de aprovechamiento climático y los materiales empleados en la materialización de las mismas.

CAPÍTULO III: TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS REPRESENTATIVAS

Para comprender la situación actual de la vivienda en el valle de Uspallata en relación con las energías renovables y el impacto ambiental que se está produciendo en el sitio, es preciso diagnosticar el comportamiento de las viviendas ya existentes.

A dicho fin se seleccionaron y se analizaron las tres variantes de vivienda que se encuentran con mayor representatividad en el valle: Una vivienda tipo del barrio militar (identificada en el capítulo II como tipología “A”, variante “A1”), una vivienda edificada mediante planes de vivienda del Gobierno Provincial (identificada en el capítulo II como tipología “A”, variante “A2”) y una vivienda construida por los habitantes de la zona (identificada en el capítulo II como tipología “B”). Se procedió a analizar a cada una en particular y luego se compararon térmica y energéticamente para poder distinguir claramente las diferencias entre éstas.

Las tipologías seleccionadas se analizan *in situ* en cuatro aspectos fundamentales:

- 1- Diseño arquitectónico: Relevamiento (orientación y disposición de los terrenos, elementos de protección o regulación climática, acondicionamiento pasivo de la vivienda, entre otros); materiales constructivos convencionales utilizados (en muros, techos, aberturas, aislamiento térmico e hidrófugo, entre otros);
- 2- Comportamiento higrotérmico: Auditorías higrotérmicas (medición secuencial de temperatura y humedad).
- 3- Percepción de confort por los usuarios: Encuestas paralelas a mediciones. (Preguntas de tipo cuantitativas y cerradas)
- 4- Consumos energéticos: Datos reales que se completan con balances (gas envasado y electricidad)

- Relevamiento Arquitectónico

Consistió en visitar las viviendas y relevar las dimensiones y materialidad que poseen las mismas para envolverte, pisos, techo, aberturas, entre otros; confeccionando con esta información los planos para la base de los sucesivos registros. También se incorporan datos fotográficos de las viviendas.

- Auditoría Higrotérmica

Se registraron los valores de temperatura y humedad dentro de las viviendas y en el exterior, para ello, se utilizaron sensores de temperatura y humedad relativa y dataloggers tipo HOB0¹ H12 de la marca "Onset".

Debido a la imposibilidad de colocar los sensores por tiempos prolongados en todas las viviendas, para la auditoría higrotérmica se llevaron a cabo dos tipos de mediciones de temperatura y humedad *in situ*.

La primera de ellas denominada *medición en recorrido*. Consistió en tomar valores de temperatura y humedad en el momento en que se recorrían las viviendas. Se tomaron varios registros cada 15 segundos en diferentes habitaciones de la vivienda, permitiendo la estabilización de dichos valores en cada local. Paralelamente se llevó a cabo la encuesta para poder comparar los registros de temperatura y humedad en relación con la sensación de los usuarios en su vivienda en ese mismo momento. Este tipo de mediciones se realizaron en dos tipologías de vivienda: la vivienda tipo del barrio militar y una vivienda construida por planes del Gobierno Provincial.

El otro tipo de medición denominado como *medición continua*, consistió en realizar registros de temperatura y humedad cada 15 minutos simultáneamente en locales interiores y el exterior de la vivienda durante una semana completa, para poder evaluar el comportamiento del interior de la vivienda en relación con las condiciones exteriores registradas durante el día y la noche. Para ello se colocó en una vivienda construida por los habitantes de la zona dos sensores en el interior (en dos habitaciones con orientaciones y usos diferentes) y un sensor en el exterior.

Dicha auditoría se complementó con encuestas a los usuarios de la vivienda al momento de la colocación y extracción de los sensores para valorar sensaciones de confort y los diferentes usos, evoluciones o modificaciones que podrían presentar las viviendas a lo largo del tiempo.

¹ Equipo automatizado de Hobos y software Boxcar Pro 4.3 de HOBOWare

- Encuestas de percepción de confort²

Se realizó una encuesta a los usuarios de las viviendas relevadas para conocer las características de las mismas y como éstos viven el espacio interior de acuerdo a las diferentes épocas del año. Éste método sirvió para conocer el nivel de aprovechamiento de oportunidades pasivas de calefacción y enfriamiento; cuales son las estrategias utilizadas para mantener el confort interior en épocas extremas; determinar el consumo de combustibles fósiles y conocer la evolución de la vivienda a lo largo del tiempo en cuanto a modificaciones o ampliaciones llevadas a cabo.

- Consumo energético

Para el análisis y comportamiento energético de la vivienda se realizó un *balance energético de invierno*³ mediante un programa de cálculo basado en la metodología de Balcomb⁴.

El balance energético de la vivienda consiste en conocer las pérdidas de energía ocasionadas por la mayor temperatura interior respecto del exterior en los meses de invierno. El valor de la temperatura interior se fija en 21°C y obedece a la necesidad de mantener temperaturas de confort para las tareas que se llevan a cabo en el interior de la vivienda.

Estas pérdidas deben balancearse con las ganancias de energía solar que ocurren al disponer en el edificio sistemas solares pasivos.

Tradicionalmente se ha considerado el Factor de Forma (FF) para analizar la compacidad del edificio. Éste se obtiene como la relación entre el área de envolvente del edificio [m²] y el volumen del mismo [m³]. Bibliografía al respecto (Goulding et al, 1994) indica que el FF debería mantenerse entre 0,6 y 1,2 m⁻¹.

Otros autores (Esteves, Gelardi; 2003) se inclinan en utilizar el *factor FAEP* (Factor de Área Envolvente/Piso) que se calcula como la relación entre el área de envolvente [m²] y la superficie cubierta del edificio [m²] y cuyo valor representa exactamente lo que se está ponderando. Este valor debería mantenerse entre 2 m² y 2.4 m². En la figura 3.1 se observa la curva de rendimiento en función de la superficie cubierta que se posee el edificio.

² GUERRA RAMÍREZ, J. *Tesis doctoral: Habitar el desierto: Transición energética y transformación del proyecto habitacional colectivo en la ecología del desierto de Atacama, Chile.*

³ ESTEVES, A; GELARDI, D. *Balance térmico de edificios sustentables.* Instituto de Estudios para el Medio Ambiente (IEMA). Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT). Universidad de Mendoza. Argentina. 2003

⁴ BLACOMB, D. et al. "SLR Method". *Passive Solar Handbook II.* 1982

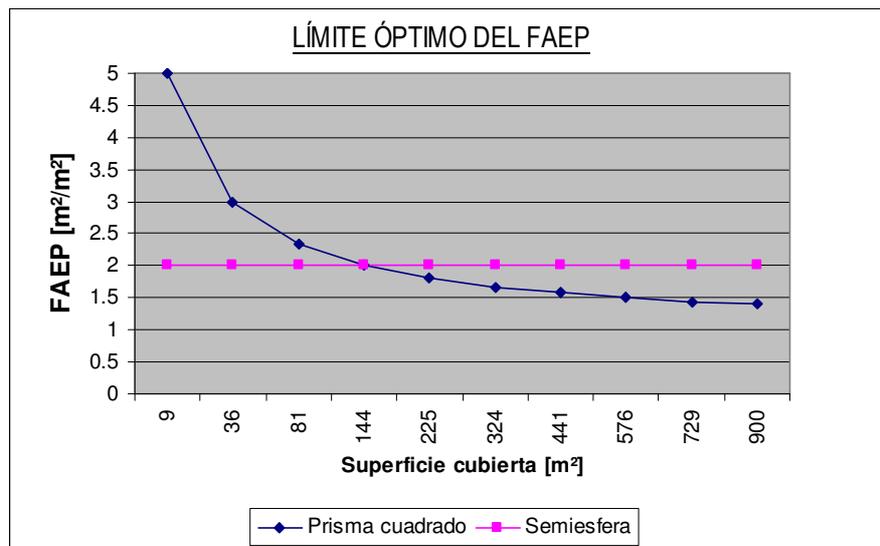


FIGURA 3.1: Curva del rendimiento del FAEP en relación a la superficie cubierta.

Posteriormente se realiza el *Cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas (CNP)* mediante el cálculo de conductancia térmica de materiales en la envolvente y ventanas.

En base a lo anterior se calcula la *Fracción de Ahorro Solar* mediante el tipo de calefacción solar pasiva que posee la vivienda (directa, indirecta, semidirecta; en relación con las propiedades de los materiales de la envolvente) y se obtiene el porcentaje anual y mensuales de ahorro que aporta la energía solar para calefacción. El porcentaje restante será provisto por un sistema de calefacción convencional.

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, el programa calcula el *consumo de energía auxiliar necesaria* para mantener la vivienda a 21° C, de acuerdo al rendimiento del artefacto empleado. El mismo puede variar desde 1 para un sistema de calentamiento eléctrico hasta 0,4 para estufas a leña. La cantidad de energía anual necesaria se indica entonces en kWh/año.

Luego se obtiene el *Coeficiente Global de Pérdidas (CGP)* y factor G^5 . Ambos hacen mención a las pérdidas totales del edificio y a su relación al volumen. Su determinación sirve para comparar con los valores indicados en la norma IRAM 11604⁶, la cual tabula los valores de G mínimos aceptables en función del volumen edificio y los grados-día de calefacción.

⁵ Coeficiente volumétrico G de pérdida de calor: Flujo de calor que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario. $G=W/m^2.K$

⁶ La Regulación energética en edificios en Argentina se da mediante las Normas IRAM 11604 y

Para obtenerlo se suma al valor del CNP las pérdidas por la superficie colectora Norte y las pérdidas por las ventanas orientadas al Este y al Oeste. Las áreas de estas ventanas quedan colocadas por el mismo programa. Las conductancias deben colocarse en función del tipo de ventana (material del marco, proporción de marco y vidrio y cantidad de vidrios de la ventana).

A continuación se expone el análisis de cada una de las viviendas. Se presentan datos arquitectónicos; valores de temperatura y humedad que se registraron durante la auditoría higrotérmica de cada una de ellas; datos relevantes obtenidos durante la encuesta de percepción de confort; y el balance energético.

III.I- VIVIENDA TIPO DEL BARRIO MILITAR.

La vivienda analizada fue construida en la década de 1950. Se trata de una vivienda de 110 m², edificada en el barrio militar “Regimiento de Infantería de Montaña 16 -Cazadores de Los Andes-RIM 16”, para familias donde uno o más miembros prestan servicios de relevancia en el ejército. Es interesante observar que en el lugar es importante la cantidad de ellas en el destacamento.

La vivienda se asienta sobre un terreno de 1000 m² con orientación Noroeste (21º del Norte geográfico), con la sección más angosta hacia ésta orientación. La vivienda se encuentra implantada en el centro del terreno, rodeada de jardín en sus cuatro fachadas, orientada hacia el Noroeste, ya que responde al sentido de traza de la calzada (Figura 3.2).

11659-2. Estas normas son, en todo el país, de cumplimiento voluntario, lo que demuestra la baja calidad energética de los edificios en la Argentina, lo que lleva a un constante y desmedido aumento en la demanda de energía auxiliar para la climatización de edificios. La norma IRAM 11604 establece un coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas en calefacción en W/m³°C, establece un valor admisible de calidad térmica edilicia en relación a los grados día de calefacción del sitio donde se implantará el edificio.

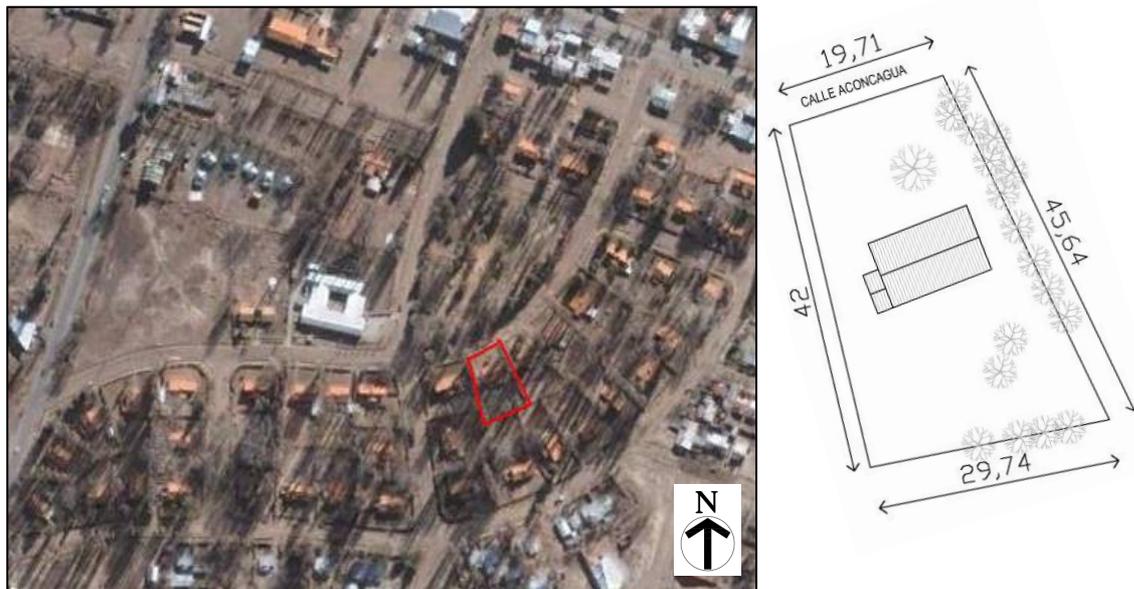


FIGURA 3.2: En la fotografía satelital (FUENTE: Google Earth, 2010) puede verse la trama que posee el barrio militar. En la planimetría a la derecha se muestra la ubicación y relación del área construida con el tamaño que posee el solado.

III.1.1. RELEVAMIENTO ARQUITECTÓNICO

La vivienda se resuelve en una planta de forma rectangular (8.20 m x 13.40 m). Presenta un FAEP de 2.4, es decir, el diseño de la vivienda posee 2.4 m² de superficie de envolvente por cada m² de superficie de piso o superficie cubierta a calefaccionar.

La vivienda está compuesta por los siguientes locales: cocina, lavadero, estar-comedor, tres habitaciones, un baño y cámara de acceso. La vivienda carece de espacios intermedios entre el interior y el exterior como son las galerías.

El acceso a la misma se realiza por el Norte, a través de una cámara de acceso, para minimizar el intercambio de temperatura entre el interior y el exterior. Los espacios más amplios se ubican hacia el Norte, mientras que los locales de servicio se localizan hacia el Sur (Figura 3.3). En la Figura 3.4 se observa una fotografía de la misma.

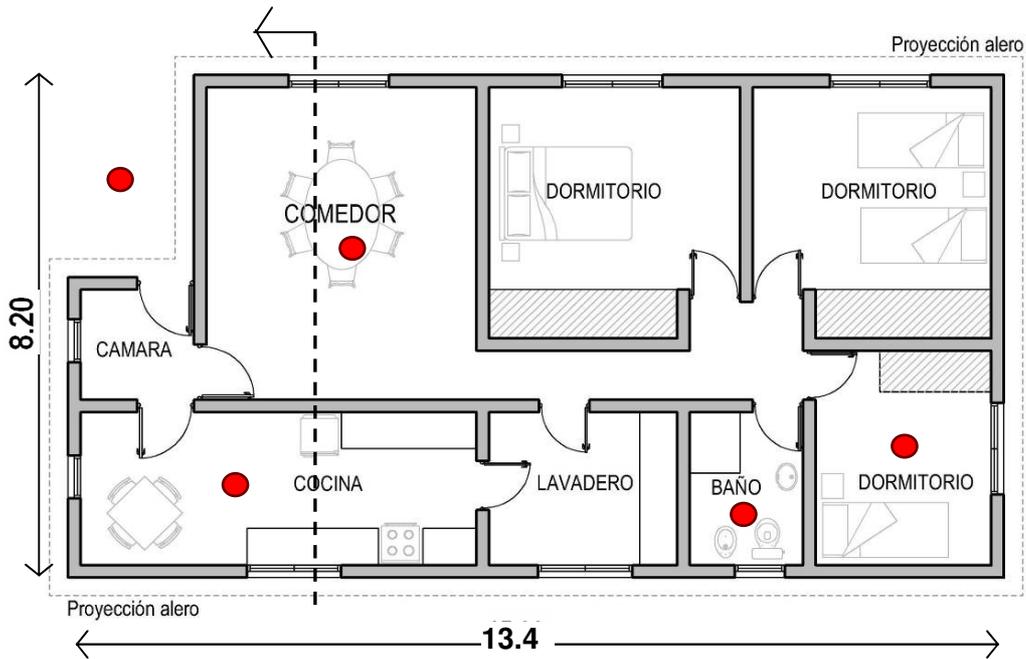


FIGURA 3.3: Planta de la vivienda relevada. Los puntos rojos muestran las habitaciones donde se tomaron datos de temperatura y de humedad.



FIGURA 3.4: Fotografía de la vivienda. Véase que dos de las tres ventanas orientadas al Norte presentan las persianas cerradas a horas de mayor captación solar (13:30hs). El ingreso al interior se realiza mediante una cámara de acceso adosada a la vivienda.

Constructivamente, posee muros de ladrillón de 25 cm como cierre vertical con revoque interior y exterior, más pintura. La estructura es de hormigón armado. El techo posee estructura de madera con inclinación a dos aguas, aislación térmica de poliestireno expandido (5 cm), terminación de teja cerámica tipo colonial y cielorraso suspendido en el interior, conformando una cámara de aire (Figura 3.5).

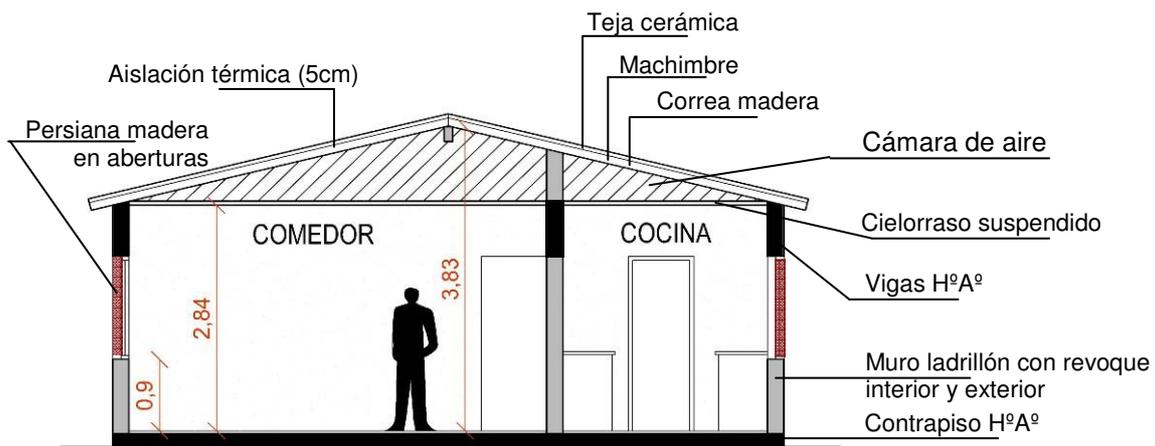


FIGURA 3.5: Corte esquemático de la morada.

Las carpinterías, tanto puertas como ventanas son de madera, poseen simple contacto y vidrio simple de 4 mm. Todas las ventanas poseen persianas de madera para minimizar las pérdidas de temperatura a través de las aberturas en horario nocturno.

La vivienda posee servicios de agua potable domiciliaria y red de electricidad. El combustible utilizado para calefacción es gas envasado (que se emplea también para cocción y producción de ACS). El consumo mensual de electricidad en invierno es de \$100 (US\$ 25).

Otro combustible que se utiliza mucho en esta vivienda es kerosene. Se encuentra una estufa localizada en el pequeño hall de acceso común a las habitaciones funcionando con este combustible (ésta permanece encendida prácticamente todo el día en invierno). En menor medida se utiliza la leña, porque se adquiere en un depósito que se encuentra alejado de la vivienda.

La estrategia solar pasiva factible de ser utilizada en invierno es ganancia directa (mediante paños acristalados que conforman una superficie de 6.24 m² en un muro de 42.97 m²). No obstante, como puede observarse en la Figura 3.3, existe gran cantidad de árboles que rodean a la vivienda, que a pesar de ser de hoja caduca, proyectan mucha sombra durante el día.

Asimismo, en el momento de la fotografía, (y de las mediciones) una sola ventana de las tres que se encuentran orientadas al Norte tiene la persiana abierta permitiendo el ingreso de radiación solar en el interior, para ganancia solar directa. El resto permanecían cerradas y por lo tanto negadas a coleccionar energía, posiblemente por ignorancia de este hecho. Esto

es porque los habitantes sólo abren las aberturas de los locales en los que se encuentran en ese momento, en este caso el comedor y la cocina que funcionan como zona de estar diurna.

Otra de las estrategias utilizadas por los usuarios para reducir el consumo de combustible –y para paliar la dificultad para calefaccionar- es disminuir el uso del comedor-estar de noche. Éste resulta difícil de calefaccionar por el tamaño que posee (22 m²). Por ello, se cierra la puerta para evitar perder calor en las habitaciones. Se vuelve a utilizar en primavera, cuando la temperatura exterior no es extrema.

En verano, la disminución de la temperatura en el interior de la vivienda se realiza mediante ventilación cruzada, ya que a pesar de las altas temperaturas registradas durante el día, el aire que circula en el ambiente posee menor temperatura (por la altitud a la que se encuentra el sitio y por tratarse de un valle intermontano).

Para evitar el ingreso de radiación solar directa dentro de la vivienda en verano a través de las ventanas, se dispone de aleros (30 cm.) y persianas de madera en caso de registrar altas temperaturas en otoño.

Una particularidad importante de esta vivienda es que pertenece al Ejército, por lo cual, quienes habitan en ella son usuarios transitorios. Éstos permanecen en el sitio algunos años, y luego son designados a otro lugar. Ésta es la razón por la cual no se permite al usuario realizar modificaciones a la vivienda a nivel constructivo, lo que limita a los habitantes poder adaptarla a las necesidades reales que posean, incluyendo las modificaciones para mejorar el confort interior y exterior de la vivienda.

III.1.2. AUDITORIA HIGROTÉRMICA

Dentro de la vivienda militar, las temperaturas registradas presentan muy pocas variaciones entre locales registrados a excepción de la cocina, donde la temperatura es mayor (Figura 3.6). Pero igualmente se encuentra fuera del rango de confort (entre 17,5°C y 22,5°C en invierno, considerando 1,2 clo y 1.4 met⁷, de acuerdo al método Fanger para la valoración del confort térmico, 1973).

⁷ CLO: Valor aislante de la ropa (1 CLO = 0,155 m²K/W); MET: Producción de calor metabólico (1 MET = 58 W/m²)

Se observa que todas las temperaturas registradas se encuentran por debajo de la temperatura de confort. Inclusive la persona que vive en esta vivienda, en el momento de la encuesta, comentó sentir frío (13.34 hs)- La encuesta se realizó en el comedor-estar.

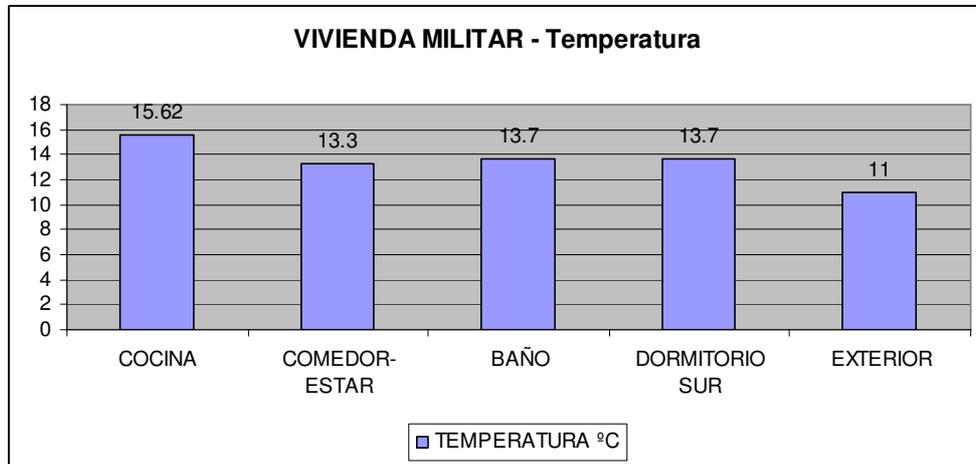


FIGURA 3.6: Temperaturas registradas en locales interiores de la vivienda y en el exterior.

Para la humedad relativa, el rango de confort se establece entre 20% y 80%. Los valores de humedad que se registraron en el interior de la vivienda se encuentran entre estos parámetros, sin impedir el confort interior (Figura 3.7).

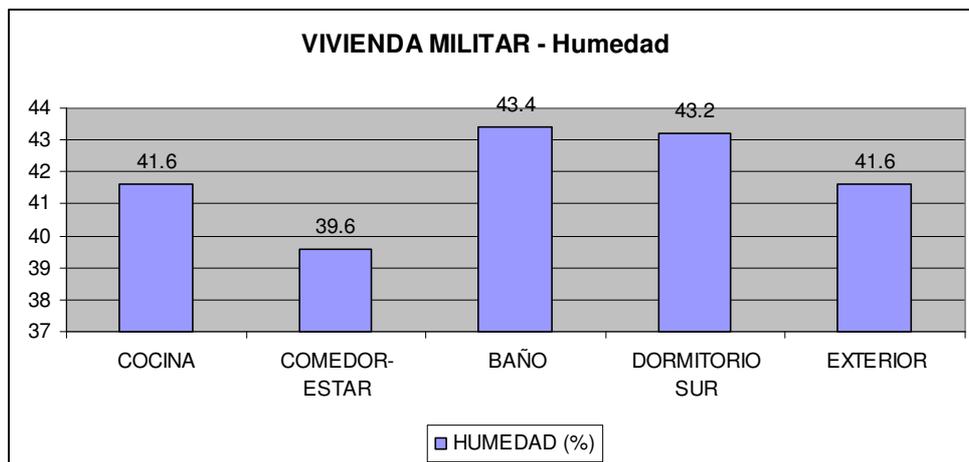


FIGURA 3.7: Humedad relativa registrada en los locales analizados y en el exterior.

III.1.3. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE CONFORT

En el Anexo nº 2 puede leerse la encuesta completa realizada a la arrendataria de la vivienda expuesta.

El usuario comenta que donde más tiempo pasan los integrantes de la familia es en la cocina (donde se obtuvo el mayor registro de temperatura). Esto se debe a que la cocina es el lugar donde más personas se encuentran la mayor parte del día, además de ser el local donde los artefactos para cocción irradian también calor al ambiente.

De la misma manera, la cocina es el local más caluroso en verano, por los artefactos empleados para la cocción.

Por la ubicación de ventanas hacia el Norte, la vivienda posee buena iluminación natural, especialmente los locales localizados en esta orientación, aspecto que la arrendataria destaca en la encuesta. Contrariamente, la habitación Sur resalta como la más oscura y fría de la vivienda.

III.1.4. CONSUMO ENERGÉTICO

El sistema de calefacción pasivo que se utiliza en la vivienda es ganancia solar directa. Resulta necesario conocer el aporte que la captación solar pasiva realiza en la vivienda.

Se calcula primeramente las diferentes dimensiones de la vivienda mediante un programa, ingresando el valor de superficie de las fachadas verticales en función de su orientación, indicando también la superficie de puertas y ventanas (Tabla 3.1).

Se indica también el perímetro expuesto, que es la longitud de la intersección entre las fachadas verticales expuestas y el piso de la vivienda y se ingresa el volumen interior que ésta tiene, ya que posee relación con el volumen a calefaccionar y con las renovaciones de aire por hora para el cálculo de las infiltraciones.

Cómputo de superficies y volúmenes						
	Muros		Puertas	Ventanas	Total	Porcentaje
	Tipo1	Tipo 2				
Norte	34.75	0	1.98	6.24	42.97 m ²	16.1 %
Este	25.68	0	0	2.08	27.76 m ²	10.4 %
Oeste	25.68	0	0	2.08	27.76 m ²	10.4 %
Sur	37.77	0	0	5.2	42.97 m ²	16.1 %
Subtotal - sup. Verticales	123.88	0.00	1.98	15.60	141.46 m ²	
Techos	125.6	0			125.60 m ²	47.0 %
Total superficie de envolvente	125.00				267.06 m ²	100.0 %
Perímetro expuesto	46.2	m.lineales				
Volumen	340.9	m ³			340.90 m ³	
Pisos	110	m ²			110.00 m ²	

TABLA 3.1: Se muestra el cómputo de datos de las diferentes superficies. Se coloca sólo Muro tipo 1 porque la envolvente de la vivienda está realiza enteramente con ladrillón.

La siguiente Tabla corresponde al cálculo del FAEP. La misma nos indica los valores de FAEP Muros, FAEP Techos y el FAEP para la vivienda (Tabla 3.2).

El FAEP para la vivienda es la suma de los anteriores. De esta forma se obtiene el FAEP como valor más característico de la forma de la vivienda. El FAEP para la vivienda es de 2.4m², es decir, el diseño de la vivienda posee 2.4 m² de superficie de envolvente por cada m² de superficie de piso o superficie cubierta a calefaccionar.

FACTOR DE AREA ENVOLVENTE / PISO						
	Muros		Puertas	Ventanas	Total	%
	Tipo 1	Tipo 2				
Norte	0.32	0.00	0.02	0.06	0.4	16.1
Este	0.23	0.00	0.00	0.02	0.3	10.4
Oeste	0.23	0.00	0.00	0.02	0.3	10.4
Sur	0.34	0.00	0.00	0.05	0.4	16.1
Subtotal - FAEP Muros	1.13	0.00	0.02	0.14	1.286	53.0
FAEP Techos	1.14	0.00			1.1	47.0
FAEP para la vivienda					2.4	100.0

2.4 m² por cada m² de piso

TABLA 3.2: Se muestra los resultados obtenidos del FAEP de acuerdo a los datos de superficie ingresados anteriormente en el cálculo de superficies y volumen.

Para la realización del balance térmico en sí, se selecciona el lugar de implantación del proyecto (Tabla 3.3). Se completan los datos del clima con la Temperatura de Diseño de Invierno.

Balance Térmico Invierno-Verano para Edificios Sustentables					
Localidad:	Uspallata	Grados-día	2648	Temp. Min. Diseño:	-4.7 °C

TABLA 3.3: Los valores de grados-día de la localidad y la temperatura de diseño de invierno

Una vez ubicada la localidad y los grados-día que posee, se llenan los datos de conductancia de materiales correspondientes al Cálculo de Coeficiente Neto de Pérdidas (Balcomb et al, 1983) (Tabla 3.4). El mismo nos va a permitir conocer la Fracción de Ahorro Solar (FAS) que podemos llegar a alcanzar en el edificio.

En el caso de los muros, la conductancia se calculó teniendo en cuenta un muro de ladrillón revocado en ambas caras, sin aislación térmica. La conductancia de los cierres verticales es $2.40 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

En cuanto al techo, se calculó con cielorraso interior, aislación térmica de poliestireno expandido (5 cm) y terminación exterior con teja cerámica. También se incorporó el valor de la cámara de aire. Este ítem, reuniendo los materiales mencionados anteriormente, brindan una conductancia de $0.38 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

En cuanto a las ventanas, la conductancia térmica se calculó considerando una ventana de chapa de acero plegada, con vidrio simple, cortina interior y protección exterior, con una conductividad de $3.40 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Para las fundaciones no se empleo aislación. Por lo que el valor es 0. Para las infiltraciones de aire, se consideró un valor de 2, ya que se considera 3 para ventanas con simple contacto y sin burlete y 1.5 para puertas y ventanas con simple contacto y burlete o puertas y ventanas con doble contacto sin burlete⁸. Se ha tomado 2 como referencia, ya que las carpinterías utilizadas son en su mayoría estándar en tamaño y forma, por el menor costo que produce la producción en serie, disminuyendo la calidad de las mismas. Además, en la arrendataria de la vivienda comentó tener problemas de corrientes de aire interior.

⁸ ESTEVES, A.; GELARDI, D. *Manual del Programa de Balance Térmico de Edificios Sustentables*. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Mendoza. 2003

1- Calculo del CNP - Coeficiente Neto de Pérdidas					
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K) [W/°C]	Porcentaje	
Muro 1	123.88	2.40	297.3	46.8	%
Muro 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Techo 1	125.6	0.38	47.7	7.5	%
Techo 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Ventanas sur tipo 1	5.20	3.40	17.7	2.8	%
Puertas	1.98	0.00	0.0	0.0	%
Fundaciones		0.72	57.3	9.0	%
	perim.	46.20			
	R.aislac.	0			
Infiltracion			214.8	33.8	%
	Volumen	340.9			
	Renov.	2	214.8		
CNP			634.8	100.0	%

TABLA 3.4: Cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas, de acuerdo a la conductividad que presenta la envolvente.

Para el cálculo de la Fracción de Ahorro Solar, se tuvo en cuenta la ganancia directa mediante aberturas con vidrio simple y con aislación nocturna (Tabla 3.5). La fracción de ahorro solar anual resultante de la vivienda es del 6.0%. Significa que éste porcentaje es aportado por la energía solar para calefacción, de acuerdo al sistema pasivo elegido.

El 94.0% restante deberá ser provisto por un sistema de calefacción convencional.

2- Fracción de Ahorro Solar (FAS)				Sólo colocar superficie del sistema elegido en la columna de superficie
Ganancia Directa	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
GD1VR0	0.0	1.5%	0.0%	
GD2VR0	0.0	6.7%	0.0%	
GD1VAN	6.2	6.0%	6.0%	
GD2VAN	0.0	3.6%	0.0%	
Muros Acumulad.	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
MTH 1V	0.0	2.6%	0.0%	
MTH 1V AN	0.0	1.5%	0.0%	
MTH 2V	0.0	2.9%	0.0%	
MTH 2V AN	0.0	1.8%	0.0%	
MTL 2V	0.0	2.6%	0.0%	
MTAd 2V	0.0	0.5%	0.0%	
MA 1V	0.0	5.5%	0.0%	
MA 2V	0.0	4.7%	0.0%	
MA 1V AN	0.0	2.5%	0.0%	
MA 2V AN	0.0	2.5%	0.0%	
Invernaderos	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
IA MM 9/3	0.0	6.0%	0.0%	
IA MA 9/3	0.0	8.0%	0.0%	
II MM 9/3 AN	0.0	3.3%	0.0%	
II MM 9 AN	0.0	2.8%	0.0%	
Total	6.2 m²			
Fracción de Ahorro Solar resultante del edificio:			6.0%	
(significa que este % será el ahorrado por año).				

TABLA 3.5: Cálculo de la Fracción de Ahorro Solar de la vivienda para Ganancia Directa con (un) simple Vidrio más Aislación Nocturna (GD1VAN).

Posteriormente el programa indica el consumo de energía convencional necesaria para calefaccionar la vivienda (Tabla 3.6). Este consumo se calcula para la temperatura de diseño de invierno que tiene en cuenta hasta el 95% de las temperaturas más frías y también para mantener el interior a 21 °C cuando tenemos esta situación en el exterior. La energía anual necesaria para mantener el confort interior por m² es de 459.58 Kwh/m²/año. Se muestra también el costo de calefacción mediante el uso de gas envasado, por ser el combustible más empleado en el Valle y se considera el uso de estufas de tiro balanceado cuyo rendimiento es de 0.75.

4- Calor Auxiliar Anual			
Rendimiento del artefacto de calefacción:	0.75		
QAA:	50554.3 Kwh/año	Precio Unitario	Costo U\$S
Gas envasado [kg]:	3881.8	\$ 1.2	\$ 4,658.1
			\$ 1,225.8

TABLA 3.6: Consumo de energía convencional.

A continuación se realiza el Cálculo del Coeficiente Global de Pérdidas (G), para el cual se debe colocar la conductancia que poseen las ventanas orientadas al Norte, al Este y al Oeste en función del tipo de ventana. En esta vivienda, las aberturas son de chapa de acero plegada (20% del área ocupada por el marco), vidrio simple, con cortina interior y exterior. La conductancia total es de 3.4 W/m² °C (Tabla 3.7).

El CGP es de 670.1, mientras que el factor "G" de la vivienda es de 2.0

5- Calculo del Coeficiente Global de Pérdidas (G)			
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K)
CNP			634.8
Vent. norte	6.24	3.4	21.2
Vent. este y oeste	4.16	3.4	14.1
CGP			670.1
Factor "G" - Norma IRAM 11604			2.0

TABLA 3.7: Cálculo del CGP y el factor "G".

Como conclusión del cálculo de balance térmico, se obtiene la Fracción de Ahorro Solar para cada mes del año, en relación con las temperaturas del sitio (Tabla 3.8).

Calculo de la FAS mensual					
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
17.4%	14.4%	15.2%	8.5%	3.1%	2.2%
JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1.7%	2.6%	4.3%	7.5%	13.8%	20.3%

TABLA 3.8: Fracción de Ahorro Solar por mes.

Se observa que durante los meses más extremos de invierno el aporte que realiza la radiación solar para calefacción de vivienda es mínimo. Prácticamente deberá ser calefaccionada en su totalidad de manera convencional mediante el uso de combustibles fósiles.

En los meses estivales el porcentaje que aporta la radiación solar es mayor, pero igualmente el mayor aporte continúa siendo por parte de sistemas convencionales de calefacción, lo cual resulta insostenible y económicamente más caro.

- Reflexión

La vivienda analizada posee buena orientación hacia el Norte, donde se dispone de los locales principales. Es una vivienda compacta (FAEP: 2.40) y se dispone de estrategias para minimizar el intercambio de temperaturas (como cámara de acceso, cielorraso suspendido con cámara de aire y protecciones exteriores). Sin embargo, las temperaturas registradas en el interior son bajas y se evidencia la falta de conocimientos de cómo aprovechar en forma natural los recursos que el medio ofrece para satisfacer las necesidades de calefacción. Las persianas se encontraban cerradas al momento de realizar las mediciones, evitando calentamiento por ganancia solar y mejores niveles de iluminación natural interior.

Se destaca que la vivienda podría solarizarse y mejorar el comportamiento térmico de los locales mediante energía renovable, teniendo la posibilidad de disminuir el consumo de energía y vivir en mejores condiciones de confort la totalidad de la vivienda, si mayores estrategias de conservación de energía y de uso de energía solar fueran aplicadas a la misma.

III.II- VIVIENDA CONSTRUIDA MEDIANTE PLANES DEL ESTADO

La siguiente vivienda analizada corresponde a los modelos desarrollados mediante los planes de vivienda que el Estado Provincial construye en la zona, a través del Instituto Provincial de la Vivienda. Posee 78,75 m², y está inserta en un terreno de 168 m². La vivienda se encuentra orientada hacia el Noreste (21° del Norte geográfico) y posee una vivienda colindante hacia el Este.

El barrio donde se encuentra la vivienda posee traza ortogonal en damero, demarcado en relación a la ruta principal (Ruta Provincial N° 39).

A diferencia de la vivienda anterior, en esta zona no se encuentran árboles en la vía pública o dentro del terreno para la regulación de la radiación solar (Figura 3.8).

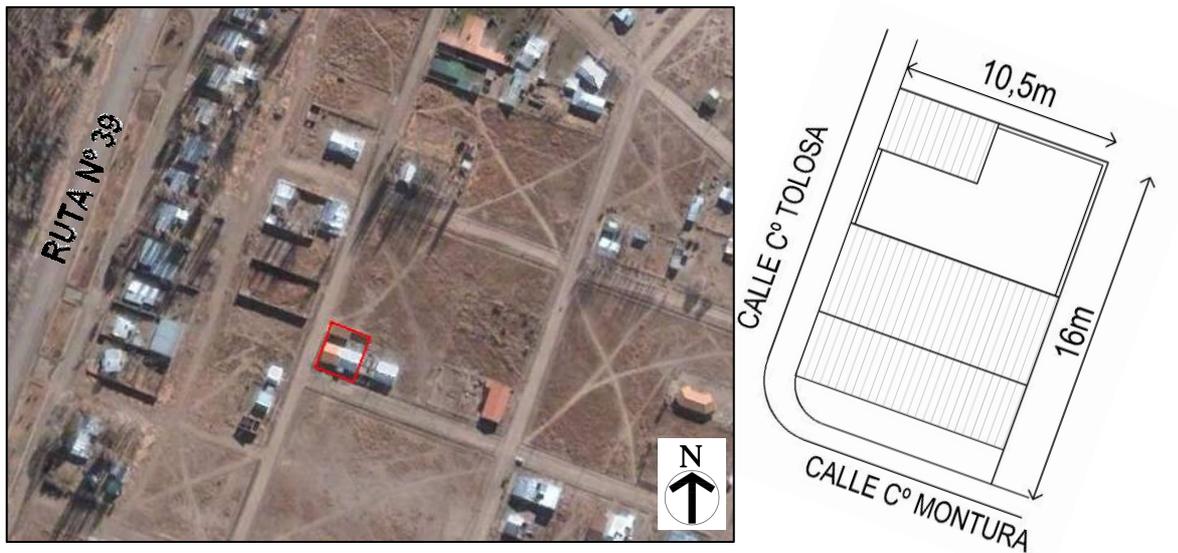


FIGURA 3.8: Fotografía aérea del sector donde se observa la implantación de la vivienda (Google Earth, 2010). A la derecha, la planimetría para observar la relación de tamaño de la vivienda con el terreno en el que se inserta.

III.II.1. RELEVAMIENTO ARQUITECTÓNICO

La vivienda posee planta rectangular de 7.50 m x 10,50 m y presenta un FAEP de 2.2. Esta conformada por estar-comedor, cocina, tres dormitorios y baño (Figura 3.9). Ésta se encuentra cercada entre medianeras de ladrillo de 2.50m de altura. En la Figura 3.10 se puede observar una fotografía de la misma.

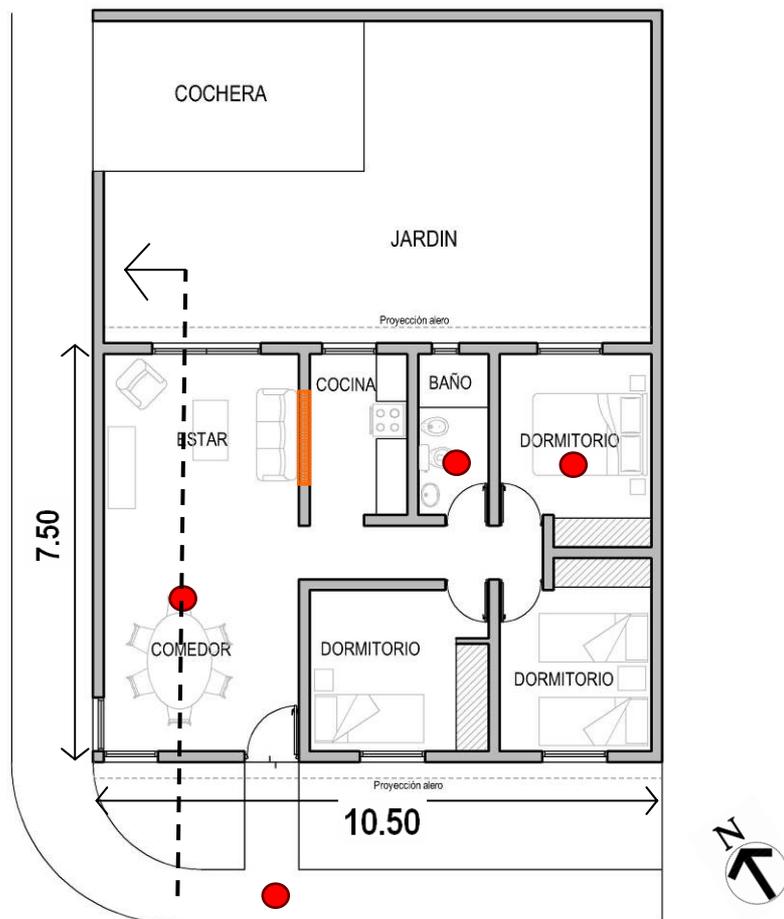


FIGURA 3.9: Planta de la vivienda. Los puntos rojos señalan los locales donde se permitió la toma de valores de temperatura y humedad.



FIGURA 3.10: Fotografía de la vivienda. Obsérvese la falta de protección exterior en ventanas, la puerta de acceso directo al espacio interior y la nieve que aun se conserva bajo la sombra de la fachada Sur, lo que justifica las bajas temperaturas registradas el día que se relevó el edificio.

Constructivamente, la vivienda posee muros de ladrillo común macizo (espesor 20 cm) con junta tomada, sin revoque ni exterior ni interior. La estructura esta realizada en Hormigón

Armado y correas metálicas en techo, terminación exterior con chapa acanalada, pendiente a dos aguas y terminación interior de machimbre. Posee aislación térmica de poliestireno expandido (5 cm) (Figura 3.11).

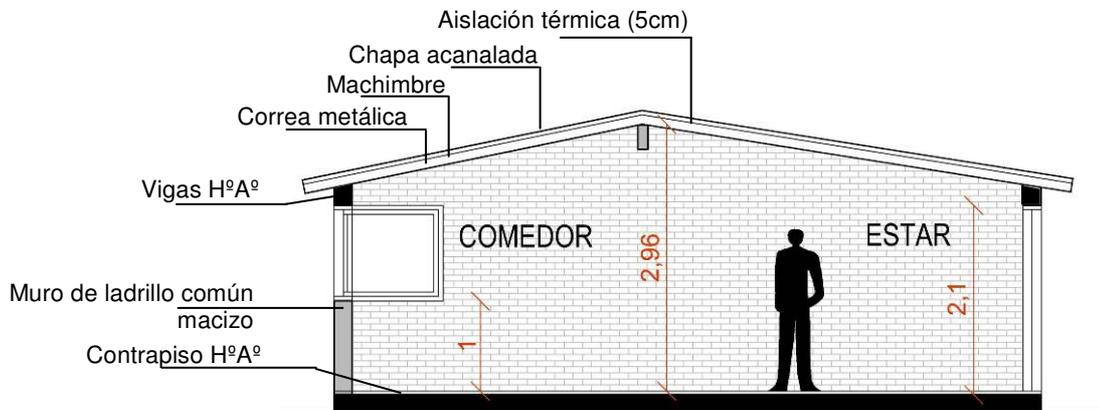


FIGURA 3.11: Corte de la vivienda donde se evidencian la altura interior y las paredes de ladrillo visto.

Las ventanas son de chapa de acero plegada con vidrio simple y contacto simple, y no poseen protección exterior. Por el interior se utilizan cortinas para intentar minimizar el intercambio de temperatura con el exterior.

La vivienda cuenta con servicios de agua potable domiciliaria y red de electricidad. Gas envasado es el combustible utilizado principalmente para cocción y producción de ACS. En menor medida se utiliza para calefacción, ya que la vivienda cuenta con artefactos eléctricos para generar calor. (Mensualmente se registra un consumo promedio de electricidad de \$500 (U\$S 125)).

El sistema de calefacción solar pasiva factible de ser empleado en la vivienda en invierno es ganancia solar directa por ventanas. La superficie acristalada Norte es de 7.02 m² en una superficie muraria de 23.23 m²

En el verano, para enfriamiento de la vivienda se utiliza ventilación natural, por las mismas razones que las expuestas en el caso anterior.

La vivienda no posee cámara de acceso y se accede directamente por la única entrada localizada al Sur, lo que en épocas de clima extremo produce un intercambio brusco de temperatura cada vez que se ingresa a la misma.

III.II.2. AUDITORÍA HIGROTÉRMICA

Las Figuras 3.12 y 3.13 muestran los registros de temperaturas y humedad relativa tomados dentro de la vivienda. A diferencia del caso anterior, se observan variaciones de temperaturas más significativas entre los locales. Sin embargo todos los locales se mantienen por debajo de las temperaturas de confort interior.

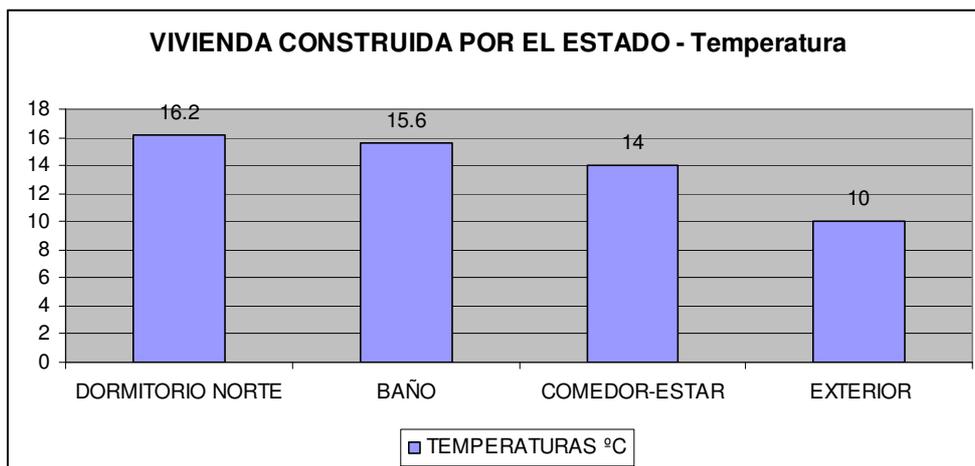


FIGURA 3.12: Temperaturas registradas en diferentes locales de la vivienda y en el exterior

En el dormitorio Norte la temperatura es mayor, casi 2° C por encima de la temperatura registrada en el comedor-estar. Una de las razones por las que se produce esto es porque el dormitorio Norte no posee relación directa con el exterior (a excepción de la ventana, que orientada al Norte recibe radiación solar directa), mientras que el estar-comedor posee paredes y ventanas en contacto con la orientación Sur (la más desfavorable en el Hemisferio Sur).

Además, en el estar-comedor se ubica la entrada directa a la vivienda (no posee cámara de acceso), donde cada vez que ingresa una persona se produce el intercambio de aire y disminuye la temperatura interior.

La humedad relativa se encuentra dentro del rango de confort dentro de toda la vivienda. (Figura 3.13)

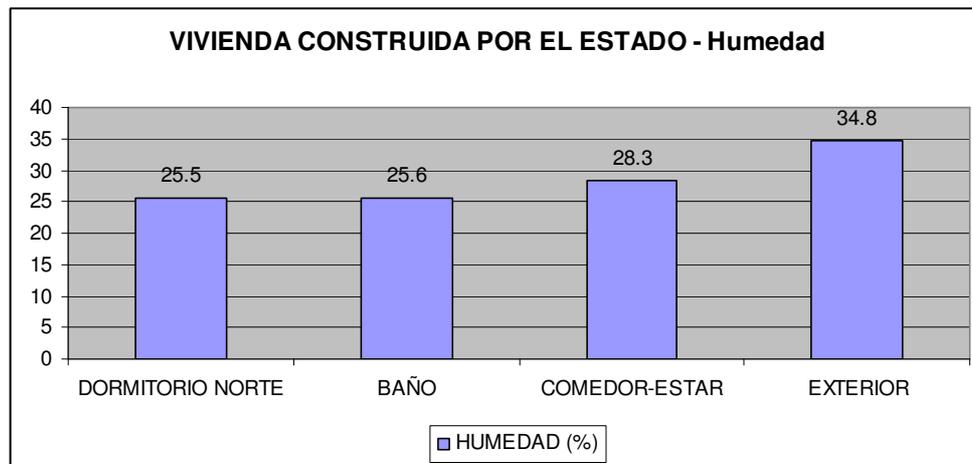


FIGURA 3.13: Humedad relativa registrada en el interior de la vivienda y en el exterior.

III.II.3. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE CONFORT

En el Anexo N° 2 se muestra la encuesta que se realizó a los usuarios de la vivienda y las respuestas que se obtuvieron.

Según la encuesta realizada, el espacio más utilizado dentro de la vivienda es el Estar-Comedor, debido a la amplitud que posee en comparación con el resto de la vivienda (28m² en un total de 78m²). Aunque de acuerdo a los datos registrados es el espacio relevado con menor temperatura.

Por este motivo, dos radiadores eléctricos se colocan en este sector de la vivienda, pero no son efectivos para alcanzar la temperatura deseada, ya que la propietaria expresó sentir frío cuando sale de la cocina.

La habitación más confortable según los usuarios es la cocina, por el calor irradiado por los artefactos en la cocción de alimentos. El local más frío es el estar-comedor (coincidente con los datos obtenidos en el relevamiento térmico), aunque si bien las habitaciones orientadas al Sur son frías, éstas resultan más fáciles de calefaccionar por las dimensiones que poseen.

Paradójicamente, la última reforma que se realizó en la casa consistió en cerrar la conexión directa entre la cocina y el estar-comedor (ver muro en color en la Figura 3.9). Con ello, se perdió la relación de temperaturas que poseían los mismos. Y el cierre fue realizado por

razones estéticas, por lo que los habitantes de la vivienda se sentían térmicamente más confortables antes de la remodelación.

III.II.4. CONSUMO ENERGÉTICO

El sistema pasivo de calefacción utilizado en la vivienda es ganancia solar directa. A continuación se exponen los resultados obtenidos en cuanto al aporte de calor que este sistema aporta en la vivienda.

En la Tabla 3.9 se muestra el cómputo de datos de las diferentes superficies y volúmenes de la vivienda.

Cómputo de superficies y volúmenes						
	Muros		Puertas	Ventanas	Total	Porcentaje
	Tipo1	Tipo 2				
Norte	16.21	0	0	7.02	23.23 m ²	13.2 %
Este	20.67	0	0	0	20.67 m ²	11.8 %
Oeste	20.67	0	0	0	20.67 m ²	11.8 %
Sur	19.49	0	0	3.74	23.23 m ²	13.2 %
Subtotal - sup. Verticales	77.04	0.00	0.00	10.76	87.80 m ²	
Techos	88	0			88.00 m ²	50.1 %
Total superficie de envolvente	125.00				175.80 m ²	100.0 %
Perímetro expuesto	36.6	m.lineales				
Volumen	210.83	m ³			210.83 m ³	
Pisos	78.75	m ²			78.75 m ²	

TABLA 3.9: Cómputo de las superficies de la envolvente.

A continuación se realiza el cálculo del FAEP. Se coloca sólo muro tipo 1 porque la envolvente de la vivienda está realizada en su totalidad de ladrillo (Tabla 3.10). Se obtiene un FAEP para la vivienda de 2.2, mostrando de ésta manera la compacidad de la vivienda.

FACTOR DE AREA ENVOLVENTE / PISO						
	Muros		Puertas	Ventanas	Total	%
	Tipo 1	Tipo 2				
Norte	0.21	0.00	0.00	0.09	0.3	13.2
Este	0.26	0.00	0.00	0.00	0.3	11.8
Oeste	0.26	0.00	0.00	0.00	0.3	11.8
Sur	0.25	0.00	0.00	0.05	0.3	13.2
Subtotal - FAEP Muros	0.98	0.00	0.00	0.14	1.115	49.9
FAEP Techos	1.12	0.00			1.1	50.1
FAEP para la vivienda					2.2	100.0
					2.2 m² por cada m² de piso	

TABLA 3.10: Resultados obtenidos del FAEP, de acuerdo a los datos de superficie y volumen ingresados anteriormente.

Posteriormente se cargan los datos de conductancia de materiales para el cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas (Tabla 3.11). Para el techo se calculó chapa exterior, cielorraso interior, con 5 cm de poliestireno expandido como aislación térmica, obteniendo una conductancia de 0.74 W/m² °C

Para los muros se calculó de acuerdo a ladrillo común sin revoque ni interior ni exterior, alcanzando una conductancia de 2.93 W/m² °C. La conductancia térmica de las ventanas es de 5.8 W/m² °C, ya que la vivienda posee ventanas de chapa plegada con vidrio simple, cortina interior y sin protecciones exteriores.

Para las fundaciones no se empleo aislación alguna. Por lo que el valor es 0.

Para las infiltraciones de aire, se consideró un valor de 2, ya que se considera 3 para ventanas con simple contacto y sin burlete y 1.5 para puertas y ventanas con simple contacto y burlete o puertas y ventanas con doble contacto sin burlete⁹. Se ha tomado 2 como referencia, ya que las carpinterías utilizadas son en su mayoría estándar en tamaño y forma, por el menor costo que produce la producción en serie. Además, la encuestada expresó sentir molestia por infiltraciones de aire y problemas de corriente de aire interno.

1- Calculo del CNP - Coeficiente Neto de Pérdidas					
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K) [W/°C]	Porcentaje	
Muro 1	77.04	2.93	225.7	46.0	%
Muro 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Techo 1	88	0.74	65.1	13.3	%
Techo 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Ventanas sur tipo 1	3.74	5.80	21.7	4.4	%
Puertas	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Fundaciones		0.72	45.4	9.2	%
	perim.	36.60			
	R.aislac.	0			
Infiltracion			132.8	27.1	%
	Volumen	210.83			
	Renov.	2	132.8		
CNP			490.8	100.0	%

TABLA 3.11: Cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas.

⁹ ESTEVES, A.; GELARDI, D. *Manual del Programa de Balance Térmico de Edificios Sustentables*. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Mendoza. 2003

Para el cálculo de la Fracción de Ahorro Solar, se tuvo en cuenta ganancia solar directa mediante aberturas con vidrio simple y sin aislación nocturna (Tabla 3.12). La fracción de ahorro solar anual resultante es del 2.3%, es decir, este porcentaje será el aportado por la energía solar para calefacción de la vivienda. El 97.7% deberá ser provisto por un sistema de calefacción convencional.

2- Fracción de Ahorro Solar (FAS)				Sólo colocar superficie del sistema elegido en la columna de superficie
Ganancia Directa	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
GD1VR0	7.0	2.3%	2.3%	
GD2VR0	0.0	9.9%	0.0%	
GD1VAN	0.0	9.5%	0.0%	
GD2VAN	0.0	7.5%	0.0%	
Muros Acumulad.				
	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
MTH 1V	0.0	3.6%	0.0%	
MTH 1V AN	0.0	3.1%	0.0%	
MTH 2V	0.0	4.9%	0.0%	
MTH 2V AN	0.0	3.9%	0.0%	
MTL 2V	0.0	4.4%	0.0%	
MTAd 2V	0.0	1.3%	0.0%	
MA 1V	0.0	6.9%	0.0%	
MA 2V	0.0	7.4%	0.0%	
MA 1V AN	0.0	4.9%	0.0%	
MA 2V AN	0.0	5.2%	0.0%	
Invernaderos				
	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
IA MM 9/3	0.0	7.4%	0.0%	
IA MA 9/3	0.0	8.8%	0.0%	
II MM 9/3 AN	0.0	6.4%	0.0%	
II MM 9 AN	0.0	5.6%	0.0%	
Total	7.0 m²			
Fracción de Ahorro Solar resultante del edificio:			2.3%	
<i>(significa que este % será el ahorrado por año).</i>				

TABLA 3.12: Cálculo de la Fracción de Ahorro Solar de acuerdo a Ganancia Directa con vidrio simple y sin aislación nocturna. (GD1VR0)

Posteriormente el programa indica el consumo de energía convencional necesaria para calefaccionar la vivienda (Tabla 3.13). La energía anual necesaria para mantener el confort interior por m² es de 515.86 Kwh/m²/año.

Se muestra también el costo de calefacción mediante el uso de gas envasado, por ser el combustible más empleado en el Valle y se considera el uso de estufas de tiro balanceado cuyo rendimiento es de 0.75.

4- Calor Auxiliar Anual			
Rendimiento del artefacto de calefacción:	0.75		
QAA:	40624.51 Kwh/año	Precio Unitario	Costo U\$\$
Gas envasado [kg]:	3119.3	\$ 1.2	\$ 3,743.2
			\$ 985.0

TABLA 3.13: Consumo de energía convencional.

A continuación se realiza el Cálculo del Coeficiente Global de Pérdidas (G). La conductancia que poseen las ventanas es de 5.8 W/m² °C, ya que la vivienda presenta ventanas de chapa plegada con vidrio simple (20% del área ocupada por el marco), cortina interior y sin protecciones exteriores. (Tabla 3.14). Se obtiene un Coeficiente Global de Pérdidas de 531.5 y el factor "G" es de 2.5

5- Calculo del Coeficiente Global de Pérdidas (G)			
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K)
CNP			490.8
Vent. norte	7.02	5.8	40.7
Vent. este y oeste	0.00	5.8	0.0
CGP			531.5
Factor "G" - Norma IRAM 11604			2.5

TABLA 3.14: Cálculo del Coeficiente Global de Pérdidas y factor "G"

Como conclusión, en la Tabla 3.15 se muestra la Fracción de Ahorro Solar para cada mes del año. Estos datos se obtienen como conclusión del balance térmico realizado.

Calculo de la FAS mensual					
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
9.4%	7.5%	8.0%	3.7%	0.4%	0.0%
JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.0%	0.0%	1.1%	3.1%	7.1%	11.3%

TABLA 3.15: Fracción de Ahorro Solar por mes.

Se observa en este caso, que el aporte que realiza la energía solar dentro de la vivienda es muy bajo. Es más, durante los meses más fríos el aporte de la radiación solar es nulo, lo que implica un consumo desmedido de energía para poder calefaccionar el interior de la vivienda, que se realiza en su totalidad mediante combustibles fósiles varios meses al año.

En los meses estivales sucede una situación similar, ya que el aporte realizado por la radiación solar es muy bajo, por lo que la vivienda depende de combustibles convencionales para asegurar confort interior y mejorar la habitabilidad todo el año.

- Reflexión

En este caso puede observarse que las temperaturas logradas en el interior de la vivienda son mayores que en la primer vivienda. Pero esto se logra a base de un consumo desmedido de energía: cinco veces mayor que la vivienda analizada anteriormente (tipología perteneciente al barrio militar). Esto se debe al uso casi permanente de artefactos de calefacción con gran consumo de electricidad, como caloductos y radiadores eléctricos, que consumen más energía de la que aportan al ambiente.

La FAS que presenta ésta vivienda es prácticamente la mitad que la vivienda anterior (2.3 % a 6% respectivamente), mostrando una dependencia mayor del uso de combustibles fósiles todo el año. La tipología perteneciente al barrio militar requiere de un consumo de energía auxiliar de 459.58 Kwh/m²/año y la tipología construida por el Gobierno Provincial de 515.86 Kwh/m²/año por m² para mantener la temperatura interior constante en todos los locales a 21°C.

Además no se han tenido en cuenta elementos de protección climática necesarios en el sitio como la cámara de acceso, importante para evitar pérdidas de temperatura en épocas frías. Tampoco se incluyen elementos de regulación climática como árboles de hoja caduca para minimizar el asoleamiento en la fachada Norte en época estival.

Aunque la vivienda se encuentra con ambientes bien orientados al Norte, las ventanas carecen de protección exterior (persianas) y poseen vidrio simple, por lo cual la temperatura ganada por la superficie acristalada al Norte, se pierde por el Sur y durante la noche.

Es necesario destacar que el tamaño que poseen los paños acristalados al Norte (7.02 m²) es insuficiente en relación con la superficie expuesta a ésta orientación (23.23 m²). Aumentando el nivel de aislamiento térmico en la envolvente y el tamaño de la superficie acristalada al Norte, se podrían obtener mejores resultados.

III.III- VIVIENDA CONSTRUIDA POR LOS HABITANTES DE LA ZONA

Para el análisis térmico durante una semana se eligió una vivienda construida por los habitantes de la zona, del año 1937. La vivienda posee 58 m^2 , en un terreno de 460 m^2 . Se encuentra orientada hacia el Noreste (a 28° del Norte geográfico). Ver Figura 3.14.

El barrio donde se asienta la vivienda posee traza ortogonal en damero, alineado de acuerdo a la traza de la Ruta Nacional N° 7. Se encuentran árboles de hoja caduca a ambos lados de la calle y dentro del terreno coníferas hacia el Sur de la vivienda.



FIGURA 3.14: En la fotografía satelital puede verse la ubicación de la vivienda en el entorno (Google Earth, 2010). En la planimetría se muestra la ubicación de la vivienda y la relación del área habitada con el tamaño del solado.

III.III.1. RELEVAMIENTO ARQUITECTÓNICO

La vivienda está conformada por cámara de acceso, dos dormitorios, baño, comedor y cocina. La disposición de los locales de permanencia hace que casi todos reciban radiación directa desde el Noreste y posean buenos niveles de iluminación natural (Figura 3.15). En la Figura 3.16 puede observarse una fotografía de la vivienda. El FAEP que presenta la misma es de 2.7, es decir, el diseño de la vivienda posee 2.7 m^2 de superficie de envolvente por cada m^2 de superficie de piso o superficie cubierta a calefaccionar, lo que evidencia que ya no se trata de una tipología de vivienda compacta, sino abierta en su forma.

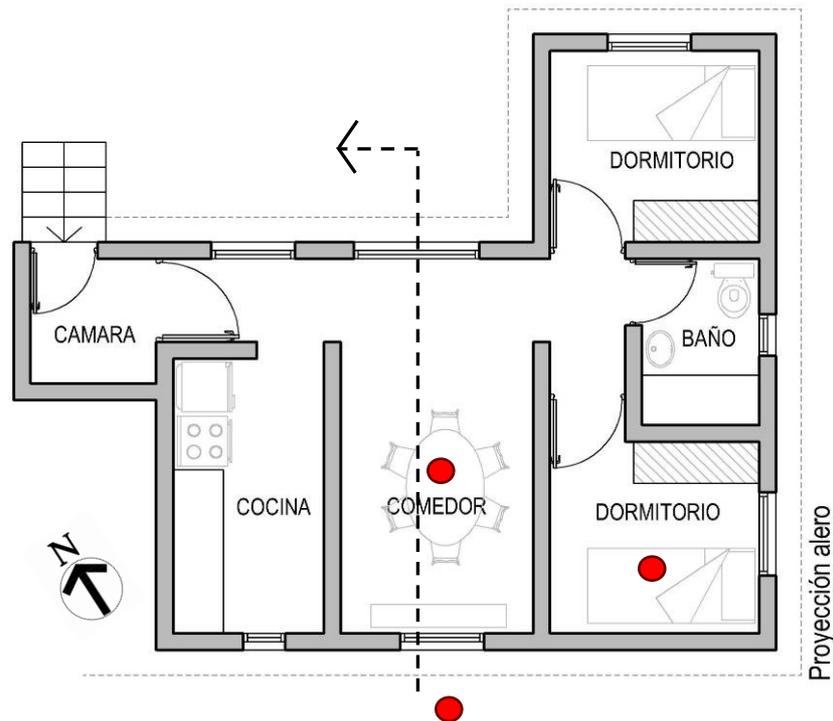


FIGURA 3.15: Planta de la vivienda. Se marcan los espacios donde se colocaron sensores, para registrar los datos de temperatura (puntos rojos).



FIGURA 3.16: Fotografía de la fachada Norte de la vivienda.

La vivienda posee muros de ladrillón (espesor 30 cm) con revoque interior y exterior, con pintura. La estructura es de hormigón armado (Figura 3.17). Las carpinterías son de madera, de doble contacto, con vidrio común y burlete. No posee persianas o protecciones exteriores hacia el Norte y hacia el Este. En las aberturas Sur, se colocaron persianas fijas de madera. Por el interior se utilizan cortinas.

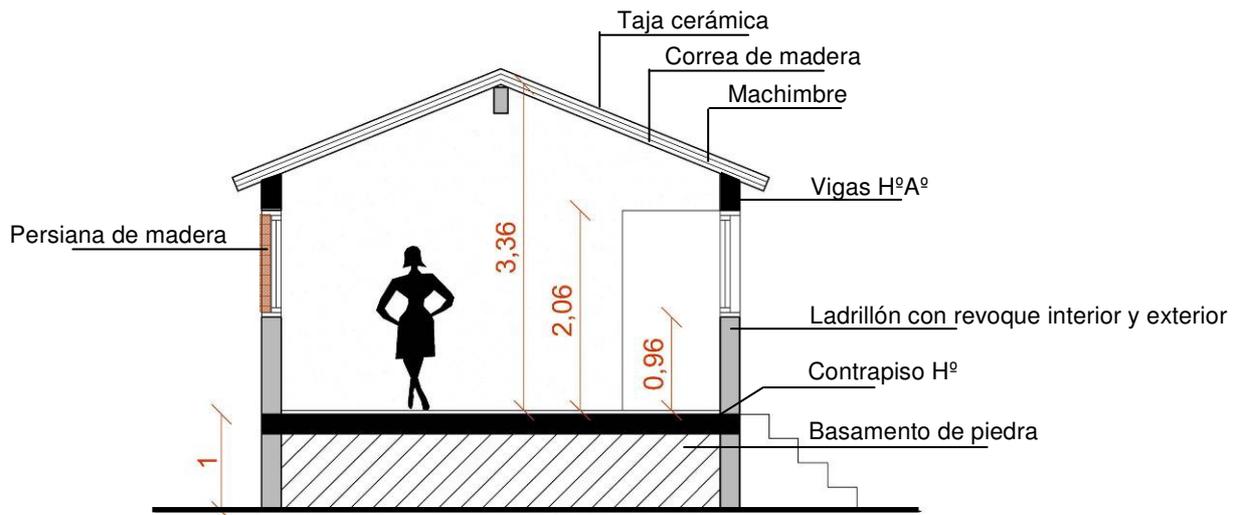


FIGURA 3.17: Corte esquemático. La vivienda se asienta sobre un basamento sólido de piedra.

Toda la vivienda se encuentra elevada del terreno 1.00 m mediante un basamento de piedra. La estructura de la cubierta es de madera, con machimbre interior, inclinación a dos aguas y terminación de teja cerámica tipo colonial, con aleros para la protección solar en verano.

Para calefaccionar la vivienda, se utiliza principalmente gas envasado con estufas de tiro balanceado. El gas licuado se utiliza para cocción de alimentos y producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS). La electricidad sólo se emplea para uso de artefactos domésticos, marcando un consumo mensual de \$93 (US\$ 24).

La estrategia pasiva utilizada en invierno para la captación de radiación solar es ganancia directa. La vivienda posee tres paños acristalados ubicados hacia el Norte (3.75 m² en total en una fachada de 25.09 m²).

En cuanto a las ventanas localizadas al Sur, el propietario las cerró colocando unos postigones fijos de madera de 5 cm (2") por el exterior, para minimizar al máximo las infiltraciones y pérdidas de calor interior (aunque se perdió también el ingreso de luz desde ésta orientación).

El ingreso a la vivienda se realiza mediante una cámara de acceso, ubicada hacia el Norte, lo que disminuye el intercambio de temperaturas entre el interior y el exterior al ingresar a la misma.

En el verano, se recurre a la ventilación convectiva para el enfriamiento de la temperatura interior y mediante aleros de 30 cm se evita el ingreso de radiación solar directa por paños acristalados al interior.

III.III.2. AUDITORÍA HIGROTÉRMICA

Para la medición de temperatura y humedad relativa, se colocó un micro-adquisidor HOBO en la habitación Sureste (actualmente sin uso), un micro-adquisidor en el comedor (espacio más utilizado con orientación Norte dentro de la vivienda) y un micro-adquisidor en el exterior (Figura 3.15).

Los resultados obtenidos se muestran a continuación en las Figuras 3.18 y 3.19

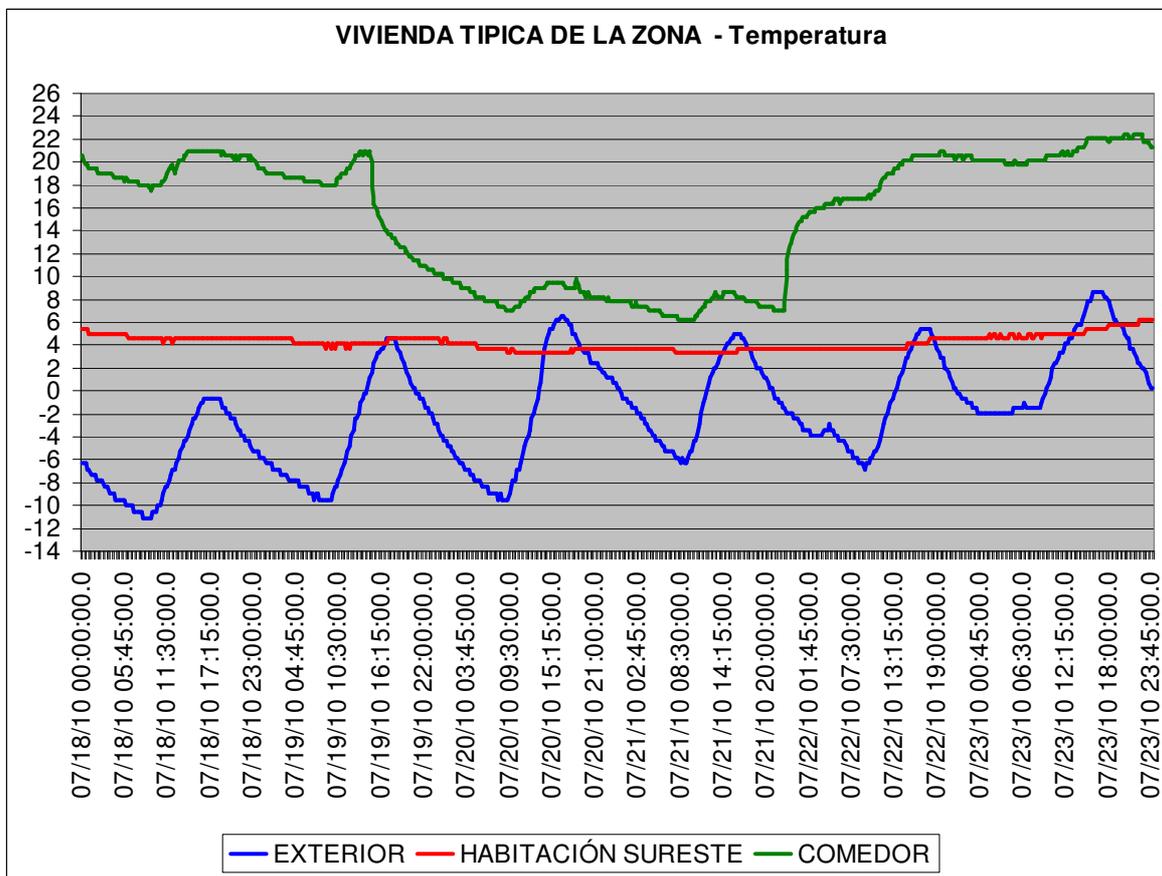


FIGURA 3.18: Datos de temperatura en el interior de la vivienda y en el exterior registrados desde el 18 de julio hasta el 23 de julio del 2010.

Las temperaturas registradas durante una semana muestran la variabilidad de temperaturas en el exterior, con valores bajo cero durante el atardecer y la noche.

En cuanto a las mediciones registradas en el comedor, se observa una constante entre 18°C a 22°C con el uso de energía auxiliar (estufa de gas envasado de tiro balanceado). Ver medición en verde en Figura 3.18.

Durante los días 20 y 21 de julio la vivienda estuvo deshabitada, por lo cual, la temperatura disminuyó hasta un promedio de 8 °C y alcanzó temperaturas entre los 6 °C y los 10 °C. Ésta se mantuvo con pocas variaciones, mostrando un pequeño incremento de temperatura durante el día entre las 12 hs y las 15 hs debido a la captación solar directa y la pérdida de esa temperatura acumulada durante la noche.

La habitación Sureste se encuentra sin uso y se utiliza como depósito. Esto nos permite conocer el comportamiento de la vivienda sin energía auxiliar y sin ganancia pasiva. Puede observarse como la temperatura en este local se ha mantenido prácticamente constante durante toda la semana. Esto muestra claramente la inercia térmica que posee la habitación y como los materiales constructivos ayudan a mantener los valores constantes cercanos al máximo diario en el interior (promedio de 5°C).

La humedad relativa se mantuvo dentro de los niveles de confort en el interior de manera constante en la habitación Sureste. El comedor presenta mínimas variaciones de acuerdo a la hora del día. Mientras, en el exterior, se muestra el oscilamiento de humedad, registrando los valores más altos al amanecer (entre 45 a 55%) y los más bajos pasando el mediodía (de 25 a 30%). Ver Figura 3.19.

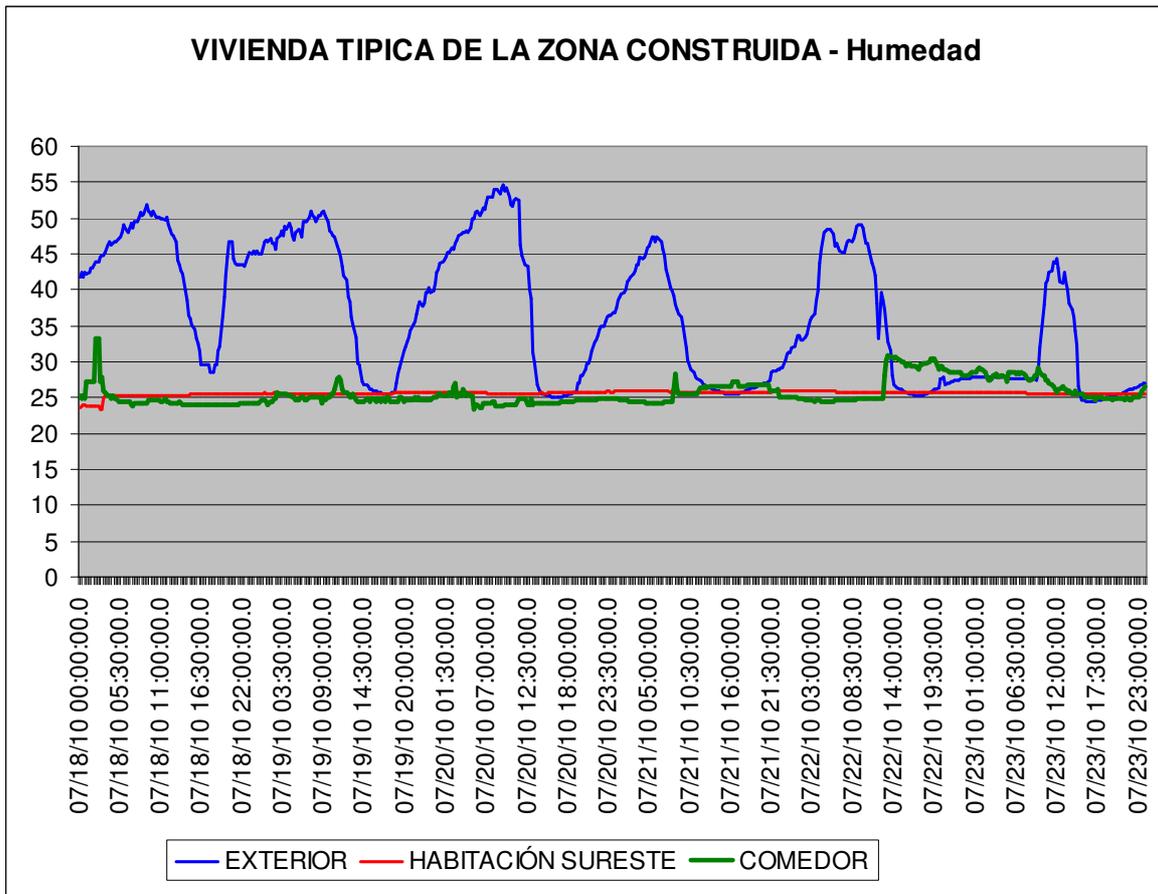


FIGURA 3.19: Humedad interior y exterior desde el 18 de julio al 23 de julio de 2010.

III.III.3. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE CONFORT

En el Anexo N° 2 se muestra la encuesta completa realizada al usuario de la vivienda al comenzar y al terminar la semana de mediciones.

De acuerdo a la encuesta, el espacio interior más utilizado es el comedor, por la luz que ingresa al local (desde el Norte) y por ser el espacio más confortable en cuanto a temperatura.

Se observa que en la habitación Sureste se registran las menores temperaturas y el usuario afirmó ser ésta la habitación más fría de la casa. Por este motivo no se utiliza como tal y se mantiene cerrada.

El usuario admite que su casa es fresca en invierno y que debe mantener la calefacción encendida mientras permanece en la vivienda, ya que al apagar la misma, se siente una

disminución brusca de la temperatura. Por lo cual para permanecer en el interior de la vivienda de manera confortable, depende directamente de la calefacción convencional.

III.III.4. CONSUMO ENERGÉTICO

El sistema de calefacción solar pasivo empleado es la ganancia solar directa. Se realiza el balance energético para conocer el aporte de calor que éste sistema realiza en la vivienda.

En la Tabla 3.16 se expone el cómputo de datos de superficie y volúmenes. Se coloca sólo muro tipo 1 porque la envolvente de la vivienda está realizada únicamente con ladrillón.

Cómputo de superficies y volúmenes							
	Muros		Puertas	Ventanas	Total		Porcentaje
	Tipo1	Tipo 2					
Norte	21.34	0	0	3.75	25.09	m ²	16.1 %
Este	18.76	0	0	1.45	20.21	m ²	13.0 %
Oeste	20.21	0	0	0	20.21	m ²	13.0 %
Sur	22.41	0	0	1.65	24.06	m ²	15.4 %
Subtotal - sup. Verticales	82.72	0.00	0.00	6.85	89.57	m ²	
Techos	66.45	0			66.45	m ²	42.6 %
Total superficie de envolvente	125.00				156.02	m ²	100.0 %
Perímetro expuesto	33	m.lineales					
Volumen	149.9	m ³			149.90	m ³	
Pisos	58	m ²			58.00	m ²	

TABLA 3.16: Cómputo de las diferentes superficies de la envolvente.

A continuación se realiza el cálculo de FAEP (Tabla 3.17). Se obtiene un FAEP para la vivienda de 2.7.

FACTOR DE AREA ENVOLVENTE / PISO							
	Muros		Puertas	Ventanas	Total		%
	Tipo 1	Tipo 2					
Norte	0.37	0.00	0.00	0.06	0.4		16.1
Este	0.32	0.00	0.00	0.03	0.3		13.0
Oeste	0.35	0.00	0.00	0.00	0.3		13.0
Sur	0.39	0.00	0.00	0.03	0.4		15.4
Subtotal - FAEP Muros	1.43	0.00	0.00	0.12	1.544		57.4
FAEP Techos	1.15	0.00			1.1		42.6
FAEP para la vivienda					2.7		100.0
						2.7 m ² por cada m ² de piso	

TABLA 3.17: Cálculo del FAEP para la vivienda.

En la Tabla 3.18 se colocan los datos de conductancia de materiales para el cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas, para después conocer la Fracción de Ahorro Solar que consigue la vivienda. Los materiales utilizados en el techo son machimbre, aislación térmica de poliestireno expandido (5 cm) y terminación exterior con teja cerámica, obteniendo una conductancia total de 0.69 W/m² °C

Para los muros, se calculó de acuerdo a ladrillón con revoque interior y exterior, sumando una conductancia de 2.41 W/m²°C. La conductancia térmica de las ventanas es de 5 W/m²°C, de acuerdo al cálculo según ventanas de madera con vidrio simple, cortina interior y sin protecciones exteriores.

En fundaciones no se colocan aislaciones de ningún tipo, por lo que el valor es 0.

Para las infiltraciones de aire, se consideró un valor de 0,5, ya que se considera que las aberturas poseen doble contacto y burlete en ellas¹⁰, ya que el usuario declaró no poseer problemas de corriente de aire interior. (Ver Anexo N° 2).

1- Cálculo del CNP - Coeficiente Neto de Pérdidas						
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K) [W/°C]	Porcentaje		
Muro 1	82.72	2.41	199.4	64.0	%	
Muro 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%	
Techo 1	66.45	0.59	39.2	12.6	%	
Techo 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%	
Ventanas sur tipo 1	1.65	5.00	8.3	2.6	%	
Puertas	0.00	0.00	0.0	0.0	%	
Fundaciones		0.72	40.9	13.1	%	
	perim.	33.00				
	R.aislac.	0				
Infiltracion			23.6	7.6	%	
	Volumen	149.9				
	Renov.	0.5	23.6			
CNP			311.3	100.0		

TABLA 3.18: Cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas.

Para el cálculo de la Fracción de Ahorro Solar (FAS), se consideró sólo ganancia directa mediante aberturas con vidrio simple y sin aislación nocturna. (Tabla 3.19). La superficie

¹⁰ ESTEVES, A.; GELARDI, D. *Manual del Programa de Balance Térmico de Edificios Sustentables*. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad de Mendoza. 2003

acristalada expuesta al Norte es de 3.75 m². Como resultado se obtiene una Fracción de Ahorro Solar anual del 1.9%.

Este porcentaje será aportado por la energía solar mediante ganancia solar directa. El 98.1% restante, deberá ser provisto por un sistema convencional de calefacción, calculado a continuación.

2- Fracción de Ahorro Solar (FAS)				Sólo colocar superficie del sistema elegido en la columna de superficie
Ganancia Directa	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
GD1VR0	3.8	1.9%	1.9%	
GD2VR0	0.0	8.4%	0.0%	
GD1VAN	0.0	7.8%	0.0%	
GD2VAN	0.0	5.3%	0.0%	
Muros Acumulad.				
	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
MTH 1V	0.0	3.1%	0.0%	
MTH 1V AN	0.0	2.2%	0.0%	
MTH 2V	0.0	3.9%	0.0%	
MTH 2V AN	0.0	2.8%	0.0%	
MTL 2V	0.0	3.5%	0.0%	
MTAd 2V	0.0	0.9%	0.0%	
MA 1V	0.0	6.2%	0.0%	
MA 2V	0.0	6.1%	0.0%	
MA 1V AN	0.0	3.6%	0.0%	
MA 2V AN	0.0	3.7%	0.0%	
Invernaderos				
	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
IA MM 9/3	0.0	6.7%	0.0%	
IA MA 9/3	0.0	8.4%	0.0%	
II MM 9/3 AN	0.0	4.8%	0.0%	
II MM 9 AN	0.0	4.1%	0.0%	
Total	3.8 m²			
Fracción de Ahorro Solar resultante del edificio:		1.9%		
<i>(significa que este % será el ahorrado por año).</i>				

TABLA 3.19: Cálculo de la Fracción de Ahorro Solar que presenta la vivienda por ganancia solar con vidrio simple y sin aislación nocturna. (GD1VR0).

Posteriormente se indica el consumo de energía convencional necesaria para calefaccionar la vivienda (Tabla 3.20). Este consumo se calcula para la temperatura de diseño de invierno que tiene en cuenta hasta el 95% de las temperaturas más frías y también para mantener el

interior a 21 °C cuando tenemos esta situación en el exterior. La energía anual necesaria para mantener el confort interior por m² es de 446.15 Kwh/m²/año.

Se muestra también el costo de calefacción mediante el uso de gas envasado, por ser el combustible más empleado en el Valle y se considera el uso de estufas de tiro balanceado cuyo rendimiento es de 0.75.

4- Calor Auxiliar Anual			
Rendimiento del artefacto de calefacción:	0.75		
QAA:	25877.03 Kwh/año	Precio Unitario	Costo Calefacción
Gas envasado [kg]:	1986.9	\$ 1.2	\$ 2,384.3
			Costo U\$S
			\$ 627.5

TABLA 3.20: Consumo de energía convencional.

A continuación se realiza el Cálculo del Coeficiente Global de Pérdidas (G). La conductancia térmica de las ventanas es de 5 W/m² °C, de acuerdo al cálculo según ventanas de madera con vidrio simple, cortina interior y sin protecciones exteriores, tanto para las aberturas localizadas al Norte, como al Este y al Oeste. (Tabla 3.21).

5- Calculo del Coeficiente Global de Pérdidas (G)			
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K)
CNP			315.7
Vent. norte	3.75	5.8	21.8
Vent. este y oeste	1.45	5.8	8.4
CGP			345.8
Factor "G" - Norma IRAM 11604			2.3

TABLA 3.21: Cálculo del CGP y factor "G"

Para concluir el balance energético se muestra el porcentaje mensual de calefacción solar pasiva (Tabla 3.22).

Calculo de la FAS mensual					
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
8.0%	6.3%	6.7%	3.1%	0.2%	0.0%
JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.0%	0.0%	0.9%	2.5%	5.9%	9.6%

TABLA 3.22: Cálculo de la FAS para cada mes del año.

El aporte que realiza la energía solar en la vivienda es el más bajo de las tres tipologías. Desde mayo hasta septiembre que se registran las temperaturas más bajas, donde el aporte que realiza la radiación solar es prácticamente nulo, aunque en los meses estivales el aporte

realizado sea un poco más significativo, pero siempre dependiendo de calefacción convencional auxiliar.

Esto muestra la dependencia de combustibles fósiles para lograr confort interior prácticamente todo el año. El usuario declaró en la encuesta que se le realizó que mientras se encuentra en la vivienda, la estufa se encuentra encendida todo el tiempo, ya que al apagar la misma en cualquier momento del día se comienza a sentir frío. (Ver anexo N° 2).

- Reflexión

En esta vivienda se logran temperaturas de confort en el interior. Esto se debe principalmente al uso de energía auxiliar en conjunto con elementos como cámara de acceso, la colocación de persianas en los paños acristalados al Sur, el uso de aberturas con doble contacto y burlete y el cierre de las habitaciones que no se utilizan, para minimizar las pérdidas que se pueden ocasionar en épocas extremas.

Los días que la vivienda se encontraba deshabitada, al apagar el artefacto convencional de calefacción se observa una disminución brusca de la temperatura interior, estabilizándose en un promedio diario de 8°C, donde durante el día la temperatura interior aumenta sólo 2°C en horarios del medio día solar debido a calefacción solar pasiva por los paños acristalados localizados al Norte.

III.IV- COMPARACIÓN DE LAS TRES VIVIENDAS AUDITADAS

Se realizó una comparación entre las tres viviendas analizadas anteriormente para poder observar las diferencias de temperatura interior que se obtuvieron en cada una, el consumo energético y la relación con la temperatura exterior registrada en el sitio (Figura 3.20).

La comparación se realiza de acuerdo a los datos obtenidos el día 17 de julio de 2010, día en que se realiza la medición de recorrido y se poseen los datos de temperatura de la medición continua.

- Relevamiento arquitectónico

El FAEP que se observa en los diferentes casos difiere de acuerdo a las dimensiones que presenta la envolvente y el volumen interior de aire a calefaccionar.

La Vivienda contruida por planes del Gobierno Provincial presenta la mejor relación entre el área de envolvente de piso/techo con un valor de 2.2; la vivienda tipo del barrio militar posee un FAEP de 2.4; mientras que la vivienda construida por los habitantes de la zona presenta un FAEP de 2.7, lo que implica mayor envolvente expuesta tanto para la captación de energía solar como para la pérdida de la misma.

Asimismo, la vivienda construida por los habitantes de la zona presenta mayor cantidad de elementos para evitar el intercambio de temperaturas y obtener temperaturas interiores más estables y cercanas al rango de confort. Se emplean aberturas de doble contacto con burlete, protecciones exteriores hacia el Sur, cámara de acceso y se cierran las habitaciones que no se utilizan, además de poseer una envolvente vertical de mayor espesor (ladrillón de 30 cm), mientras que la vivienda típica militar posee ladrillón de 25 cm y la vivienda construida por planes del Gobierno posee una envolvente de ladrillo común de 20 cm.

- Auditoría higrotérmica

Se observa que hay una gran diferencia de temperatura entre las habitaciones localizadas al Norte en las tres viviendas analizadas. Las dos viviendas de mediciones en recorrido, con energía auxiliar, poseen una temperatura interior promedio de 13.3°C en la vivienda tipo del barrio militar (en el comedor) y 16°C en la vivienda construída mediante planes del Gobierno Provincial (en la habitación Norte). Mientras, el comedor de la vivienda construida por los habitantes de la zona registra un promedio de 21°C, también con energía auxiliar en el momento en que se tomaron las mediciones. (Figura 3.20)

La vivienda construida por los habitantes de la zona presenta temperatura de confort en el interior, mientras que las otras dos se encuentran con temperaturas por debajo del confort. Esto se debe al menor tamaño que posee la vivienda en comparación con las demás, lo que permite la calefacción más rápida del lugar, pero además también se debe a la aplicación de algunas estrategias para evitar el intercambio constante de temperatura con el exterior.

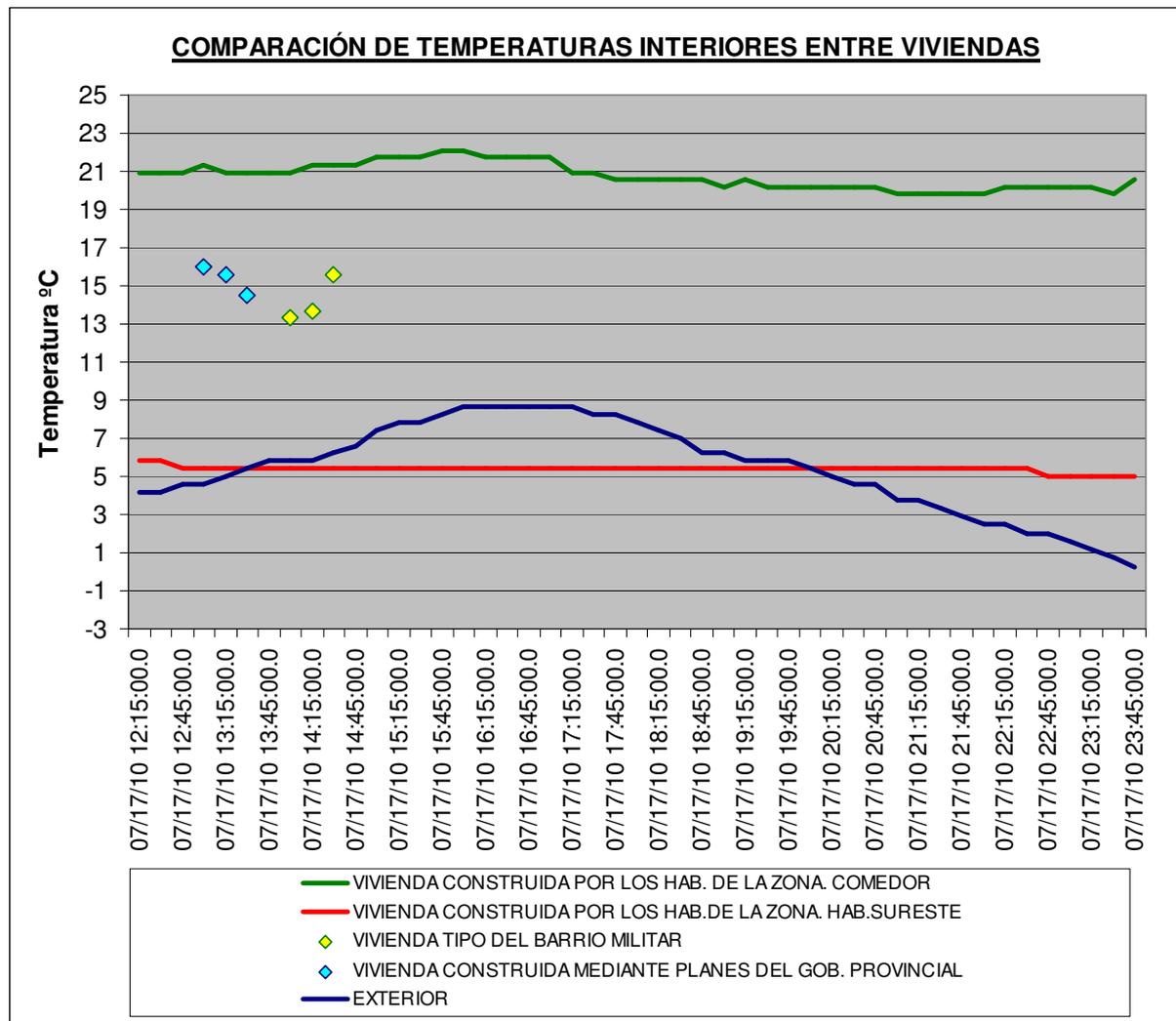


FIGURA 3.20: Comparación de temperatura interior entre los tres casos analizados anteriormente. También se visualiza la temperatura exterior.

- Encuestas de percepción de confort

Las viviendas relevadas presentan diferencias en cuanto a diseño arquitectónico y materiales empleados, pero las estrategias de aprovechamiento pasivo son muy similares e insuficientes.

Todos los usuarios encuestados coinciden en que los espacios que más se viven dentro de la vivienda y los más luminosos son aquellos orientados al Norte. Mientras, los espacios localizados al Sur son los más oscuros y fríos. En épocas de baja temperatura se necesita un artefacto auxiliar para lograr elevar la temperatura interior durante todo el día.

Además, todos coinciden en que su casa en invierno es principalmente fresca (vivienda construida por planes del Gobierno Provincial y vivienda construida por habitantes del lugar)

o muy fría (vivienda tipo del barrio militar). Sólo el usuario de la vivienda construida por los habitantes del lugar aseguró sentirse confortable durante la encuesta, el resto no se siente confortable en esta época del año dentro de la vivienda.

Igualmente, coinciden en que la cocina es el mejor espacio para estar en invierno por el calor que irradian al ambiente los artefactos para cocción. En los tres casos se dispuso de la cocina como un espacio independiente (de reducida superficie), cuando la misma debería encontrarse integrada con el comedor, para poder aprovechar el calor que irradian los artefactos en ambientes de mayores dimensiones, integrando elementos que aportan calor para hacer más confortables los espacios.

En verano, el confort se logra en todos los casos con la apertura de ventanas para que, mediante ventilación cruzada se regule la temperatura interior. La correcta colocación de aberturas en fachadas opuestas, asegura el correcto movimiento de aire interno para evitar en todos los casos la colocación de aire acondicionado.

- Consumo energético

De acuerdo al balance energético realizado, se observa que en las tres viviendas el aporte realizado por la energía solar en calefacción es insignificante, sobre todo en invierno.

Esto se debe al uso de materiales que no son los adecuados para el sitio, que además, no presentan aislación térmica suficiente en muros, piso y techo. Además en todos los casos las aberturas poseen vidrio simple, lo que favorece un mayor intercambio de temperaturas entre el interior y el exterior. Asimismo, la ganancia directa como estrategia única de calefacción solar es insuficiente para este tipo de clima siendo importante la complementación con otro tipo de estrategia pasiva.

De la misma manera, se observa una falencia en cuanto al diseño de las mismas, ya que los paños acristalados al Norte son muy reducidos, y no cuentan con suficiente resistencia y aislamiento nocturno lo cual limita el ingreso y el rendimiento de la radiación solar directa en invierno para la calefacción interior.

De acuerdo a la potencia necesaria para calefaccionar la vivienda manteniendo una temperatura interior constante a 21 °C y la superficie cubierta que posee la misma, se obtuvo el consumo auxiliar necesario por m² que posee cada una para llegar a condiciones mínimas de confort interior. La vivienda tipo del barrio militar presenta un consumo de

459.58 Kwh/m²/año, la vivienda edificada mediante planes del Gobierno Provincial posee un consumo de 515.86 Kwh/m²/año y la vivienda construida por los habitantes de la zona muestra un consumo por m² de 446.15 Kwh/m²/año.

La vivienda tipo del barrio militar presenta el CNP más alto (634.8 W/°C), mientras que la vivienda construida mediante planes del Gobierno Provincial presenta un CNP de 490.8 W/°C. La vivienda construida por los habitantes de la zona posee un CNP de 311.3 W/°C. Por lo cual, las pérdidas totales del edificio en relación con su volumen son mucho mayores en el primer caso, pese a que la vivienda con menor CNP es la que posee la tipología más abierta. Esto se debe a que esta última presenta mejor aislamiento.

A continuación en la Tabla 3.23 se expone un cuadro comparativo de las tres viviendas analizadas, para poder visualizar de manera más práctica las diferencias que presentan las mismas.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL (QUINCHA) CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN VIVIENDAS EN EL VALLE DE USPALLATA EN LA PROVINCIA DE MENDOZA.

COMPARACIÓN DE VIVIENDAS REPRESENTATIVAS												
		VIVIENDA TIPO BARRIO MILITAR			VIVIENDA REALIZADA MEDIANTE PLANES DEL ESTADO			VIVIENDA CONSTRUIDA POR LOS HABITANTES DE LA ZONA				
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	TIPOLOGÍA	Compacta			Compacta			Abierta				
	SUP. CUBIERTA	110 m ²			78.75 m ²			58 m ²				
	VOLUMEN	340.90 m ³			210.83 m ³			149.50 m ³				
	FAEP	2.4			2.2			2.7				
	MATERIALES	* Muro de ladrillón (25 cm) * Revoque interior y exterior * Estructura de H ² A ² * Techo de madera con teja cerámica y cielorraso suspendido * Ventanas de madera, vidrio y contacto simple, con burlete			* Muro de ladrillo común (20 cm) * Sin revoque * Estructura de H ² A ² * Techo de madera con chapa acanalada * Ventanas de chapa plegada, vidrio y contacto simple, con burlete			* Muros de ladrillón (30 cm) * Revoque interior y exterior * Estructura de H ² A ² * Techo de madera con teja cerámica. * Ventanas de madera, vidrio simple, con doble contacto y burlete				
	PROTECCIÓN EXT. CÁMARA DE ACC.	Sí. En todas las aberturas			No			Sí. Sólo al Sur				
AUDITORIA HIGROTÉRMICA	TEMPERATURA Y HUMEDAD	Medición de recorrido				Medición de recorrido				Medición continua		
		Comedor	13.3°C	39.60%	Comedor	14°C	28.30%	Comedor	21°C	23.70%		
		Habitación Sur	13.7°C	43.20%	Habitación Sur			Habitación Sur	5.4°C	25.90%		
		Exterior	11°C	41.60%	Exterior	10°C	34.80%	Exterior	9°C	35%		
		Baño	13.7°C	43.40%	Baño	15.6°C	25.60%	Baño				
		Cocina	15.62°C	41.60%	Cocina			Cocina				
		Habitación Norte	16.2°C	25.50%	Habitación Norte			Habitación Norte				
PERCEPCIÓN DE CONFORT	INVIERNO	* Iluminación interior regular, * Frío al salir de la cocina en invierno, * Estufa encendida todo el día, * Casa muy fría, * Corriente de aire interior,			* Buena iluminación, * Frío al salir de la cocina en invierno, * Estufa encendida todo el día, * Casa fresca, * Corriente de aire interior,			* Buena iluminación en general * Se está bien en cualquier local con estufa encendida * Estufa encendida todo el día * Casa fresca * No hay corriente de aire interior				
	VERANO	* Casa fresca, * Confort sólo con ventilación cruzada			* Casa fresca, * Confort sólo con ventilación cruzada			* Casa fresca * Confort sólo con ventilación cruzada				
BALANCE ENERGÉTICO	CONDUCTIVIDAD	MUROS	2.40 W/mK			2.93 W/mK			2.30 W/mK			
		TECHO	0.38 W/mK			0.74 W/mK			0.59 W/mK			
		VENTANAS	3.4 W/mK			5.8 W/mK			5 W/mK			
		FUNDACIONES	-			-			-			
		INFILTRAC. AIRE	2			2			0.5			
		CNP	634.8 W/°C			490.8 W/°C			311.3 W/°C			
	SUP. ACRISTALADA NORTE	SISTEMA CALEF.	Ganancia directa			Ganancia directa			Ganancia directa			
		% RESPECTO DEL AREA DE PISO	5.67			8.9			6.46			
		% RESPECTO DEL VOLUMEN	1.83			3.32			2.5			
		FACTOR "G"	2			2.5			2.3			
		ENERGÍA CONVENCIONAL NECESARIA DE CALEFACCIÓN POR M ² .	459.58 Kwh/m ² /año			515.86 Kwh/m ² /año			446.15 Kwh/m ² /año			
		FAS ANUAL	6.00%			2.30%			1.90%			
		FAS JUNIO (invierno)	2.20%			0.00%			0.00%			
FAS DICIEMBRE (verano)	20.30%			11.30%			9.60%					

TABLA 3.23: Cuadro comparativo de las viviendas analizadas en el capítulo 3

III.V- COMENTARIOS AL CAPÍTULO 3

Aunque en todos los casos el diseño para captación solar mediante ganancia directa es correcto en cuanto a orientaciones, al no poseer paños acristalados de tamaño considerable hacia el Norte, la captación de energía que se produce es reducida. Asimismo, dichos paños no poseen la resistencia ni el aislamiento necesarios para que la energía captada sea eficiente.

Se observa la falta de conocimiento por parte de los usuarios en cuanto al manejo de estrategias pasivas de acondicionamiento. En el primer caso presentado, la vivienda presenta dos de las tres ventanas orientadas hacia el Norte cerradas con persianas evitando la captación solar en el interior. Interiormente cierran las puertas que comunican con el estar-comedor por la dificultad para calefaccionarlo. En las Figuras 3.2 y 3.3 se observa que la única ventana que está recibiendo radiación solar es justamente la ventana del estar-comedor, espacio que no se utiliza en invierno. En caso de encontrarse cerradas porque la pérdida que se produce es mayor a la ganancia, la iluminación de la vivienda quedaría relegada a artefactos artificiales, quitando calidad al espacio interior y produciendo un consumo de electricidad mayor.

La segunda vivienda relevada posee ventanas de tamaño considerable hacia el Sur, sin protección exterior y carece de cámara de acceso a la vivienda, además de cerrar mediante un muro la conexión directa entre la cocina y el estar. Ante ésta situación, se colocan más artefactos convencionales para calefaccionar la vivienda antes que optar por la búsqueda de protección exterior para evitar intercambios de temperatura con el interior. Pese al uso excesivo de energía auxiliar los habitantes no se encuentran en confort en el interior de la vivienda.

En la vivienda construida por los habitantes de la zona se evidencia un usuario activo en relación con las estrategias pasivas, ya que se colocaron persianas en las ventanas orientadas al Sur (orientación más desfavorable en el Hemisferio Sur) para minimizar el intercambio de temperaturas y se cierra la habitación que no se utiliza para calefaccionar únicamente los locales habitables. Aún así, si se redujera la altura que poseen los techos, incorporando un cielorraso suspendido con aislación sería mucho más fácil de calefaccionar y el consumo de energía se reduciría, duplicando la Fracción de Ahorro Solar (4%) y reduciendo la potencia de calefacción necesaria (de 6744 Kcal/hr a 5875 Kcal/hr. Sin embargo, y aún con las modificaciones planteadas, la fracción de ahorro solar sigue siendo

muy baja respecto de la cantidad de energía auxiliar (96%) necesaria para el logro del confort interior.

Aunque las viviendas estudiadas para el análisis, de acuerdo a la variante, presentan algunas estrategias acordes al sitio en el que se encuentran (como compacidad en su forma, uso de cámara de acceso, protecciones exteriores, entre otros), en general no se observan demasiados elementos constructivos ni pautas de diseño acordes a las características del medio en el que se insertan, para mejorar las condiciones de confort interior y disminuir o evitar el consumo desmesurado de energía convencional.

En el capítulo IV se presenta una propuesta de diseño de una vivienda que se adapte al sitio tanto en diseño arquitectónico como en los materiales empleados y que permita la disminución considerable de los requerimientos energéticos auxiliares para el logro de temperatura interior de confort.

CAPÍTULO IV: VIVIENDA PROPUESTA

La hipótesis de la presente investigación pretende demostrar que una vivienda en la que se consideran las condiciones geográficas y climáticas del sitio tanto en el diseño arquitectónico como en la elección de los materiales, propicia un mayor ahorro de energía y mejora las condiciones de confort de los usuarios.

Luego de haber realizado en los Capítulos anteriores diferentes análisis del Valle de Uspallata, tanto a nivel geográfico, climático, social, económico como respecto al funcionamiento térmico y energético de viviendas de referencia existentes, se concluye en que es necesario un replanteo arquitectónico. Se pretende optimizar la relación entre ellos y aprovechar los recursos naturales que el sitio ofrece para la construcción sustentable y su funcionamiento energéticamente eficiente. Con este fin, se propone un modelo de vivienda para el territorio.

IV.1- DISEÑO ARQUITECTÓNICO

A continuación se presenta el diseño arquitectónico de la vivienda propuesta, las características sustentables que presenta la misma y la materialidad elegida para el proyecto. El diseño propuesto de vivienda ha sido realizado para ésta tesis, de acuerdo a lo analizado a lo largo de la misma.

Se consieran el uso de la quincha (sistema constructivo tradicional con materiales naturales disponibles en el lugar) y estrategias pasivas de aprovechamiento climático para el diseño sustentable. Asimismo, como premisa de diseño también se consideran los requerimientos

y dimensiones mínimas establecidas por el Código de Edificación¹ de la Municipalidad de Las Heras.

Se propone una vivienda base, que responda principalmente a las necesidades y tamaño acorde a los programas de vivienda financiados por el Gobierno Provincial para poder efectuar luego una transferencia de los resultados obtenidos al mismo. Se plantean asimismo, etapas de crecimiento ya que la misma podrá adaptarse a mejores condiciones económicas familiares.

La vivienda propuesta podrá construirse en la zona urbana como en la zona rural. Su etapa inicial es de 74 m² cubiertos. La misma posee estar-comedor, cocina, baño con antebañó, lavadero, cámara de acceso, un dormitorio principal y un segundo dormitorio que presenta la posibilidad de integrarse con el comedor-estar para permitir flexibilidad en cuanto a otro uso, como ampliación del estar o estudio una vez que la vivienda crezca (Figura 4.1). En la Tabla 4.1 se presenta el programa arquitectónico propuesto y sus correspondientes dimensiones.

LOCAL	SUPERFICIE
Estar.-comedor	13.65 m ²
Cocina	8.40 m ²
Baño	4.10 m ²
Antebañó	1.90 m ²
Dormitorio principal	14.00 m ²
Dormitorio	8.00 m ²
Pasillo	4.40 m ²
Camara de acceso	4.00 m ²
Lavadero	3.90m ²
EXTERIOR	
Galería Este	20.00 m ²
Galería Norte	15.00 m ²

TABLA 4.1: Dimensiones resultantes en el diseño de la vivienda propuesta para el sitio.

¹ Dirección de Obras Privadas. *Código Urbano y de Edificación de la Municipalidad de Las Heras.*

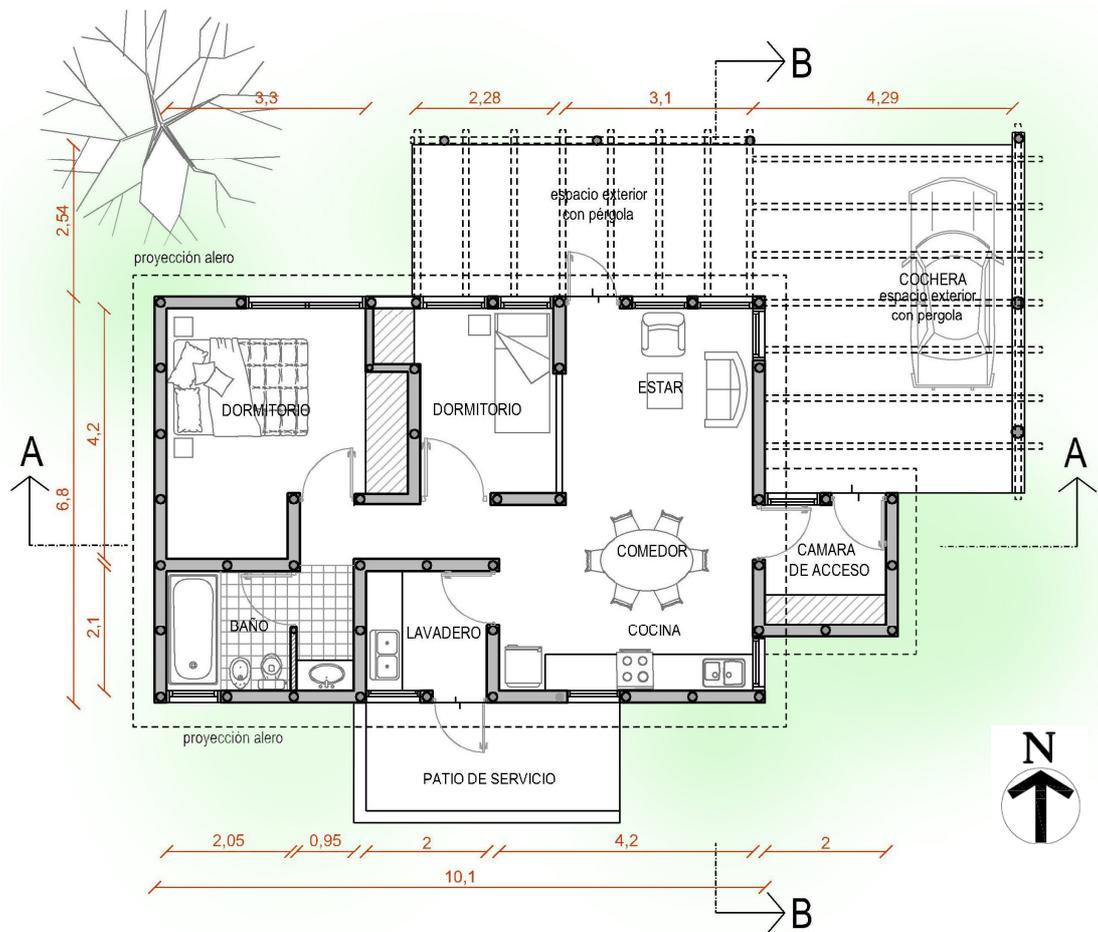


FIGURA 4.1: Planta de la vivienda propuesta. Los espacios principales orientados hacia el Norte y servicios y núcleos húmedos hacia el Sur. Espacios de transición hacia el Norte y el Este. No se encuentran construcciones aledañas a la vivienda para evitar la sombra que podrían proyectar las mismas.

Se incorporan al diseño arquitectónico estrategias pasivas para el control del confort interior, las cuales se exponen a continuación junto con la descripción de la vivienda propuesta y la materialidad elegida.

- Adaptabilidad de la vivienda

El diseño arquitectónico abarca la capacidad de la vivienda de adaptarse a las necesidades reales del usuario a lo largo del tiempo. Se optimizan los recursos económicos que se destinan tanto al acceso de dicha vivienda como a las transformaciones durante su vida útil, respondiendo también a las diferentes tipologías sociales.

El sistema estructural define las posibles ampliaciones a realizarse. El sistema constructivo de la quincha está conformado por una molulación de los elementos estructurales, principalmente las columnas (Figura 4.2).

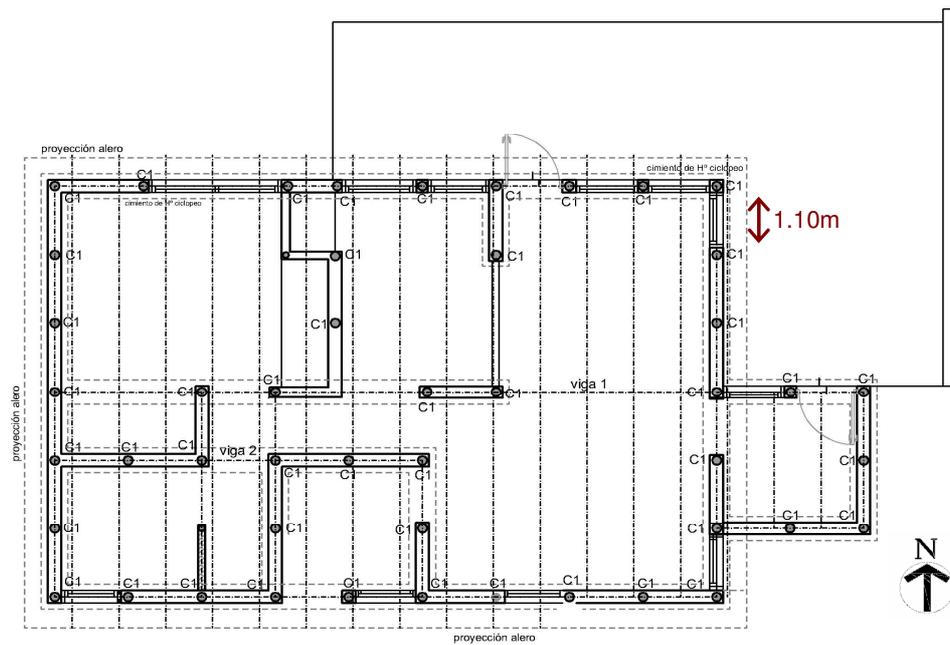


FIGURA 4.2: Planta estructural del proyecto. Se observa la colocación de columnas cada 1.10 m, marcando la modulación del sistema constructivo

De esta manera, la vivienda puede desarrollarse incorporando más dormitorios orientados hacia el Norte, mientras que baños y locales de servicio hacia el Sur (Figuras 4.3 y 4.4).

Entre las premisas de diseño también se pretende una participación más activa del usuario en los procesos de diseño, gestión y transformación de la vivienda, de acuerdo a las necesidades y preferencias de los mismos.

Se ha previsto la incorporación opcional de un módulo independiente, anexo a la vivienda y comunicado con ésta mediante el espacio de transición Este (Figuras 4.3 y 4.4). Este módulo funcionaría como local independiente, ya sea comercial, espacio para el guardado de elementos de trabajo, herramientas, cochera techada, habitación, entre otros.

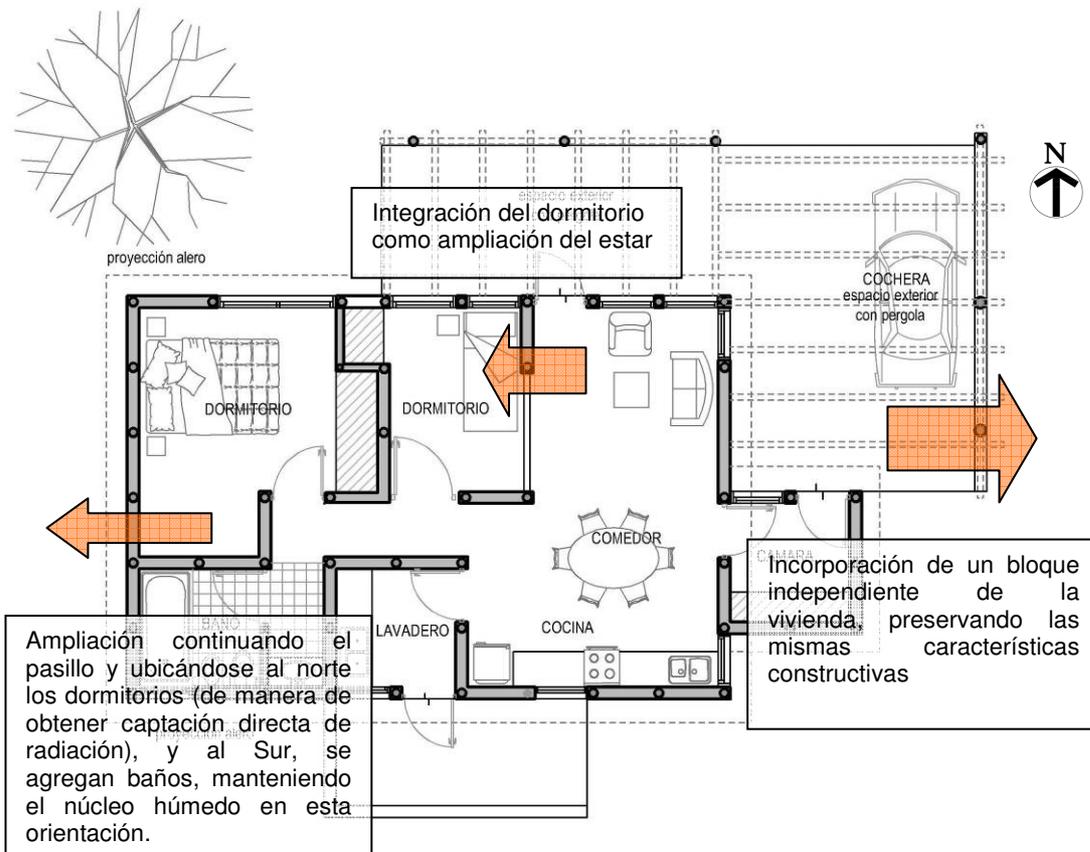


FIGURA 4.3: Plano de la vivienda en su etapa inicial. Se contemplan las ampliaciones posibles a realizarse.

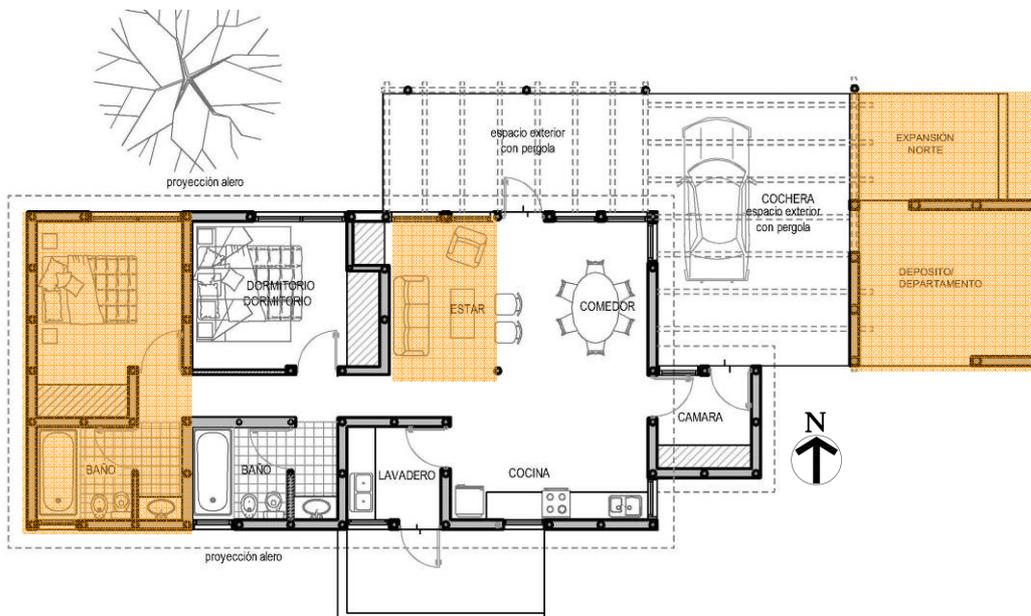


FIGURA 4.4: Se observan las ampliaciones realizadas (color). Se realizan en sentido Este-Oeste, para que los locales principales se orienten hacia el Norte.

- Variedad tipológica

Se propone una serie de variantes tipológicas, con la necesidad de mantener las características sustentables de la vivienda (como orientación y asoleamiento Norte, ventilación cruzada, espacios de transición, entre otros).

La necesidad de estas variantes surge debido a la traza en damero que posee el lugar. La cuadrícula urbana posee loteos con acceso desde diferentes puntos cardinales, por lo tanto, la resolución formal de la vivienda depende de la ubicación y el acceso al terreno dentro de la manzana.

El estudio de elementos tipológicos simples permite, que gracias a sus combinaciones, se generen diferentes variedades de vivienda manteniendo una racionalidad constructiva y económica.

La agrupación de las zonas húmedas hacia el Sur es una constante, para que los locales principales resulten siempre con orientación Norte y permita su asoleamiento durante todos los días invernales y días fríos de la estación intermedia. Ésto combinado con la masa térmica del piso, permite la acumulación suficiente para mantener templados los locales durante la noche.

El basamento es el elemento integrador de los diferentes espacios exteriores que se producen en la vivienda de acuerdo a la ubicación del acceso a la misma. (Figuras 4.5 a 4.7)

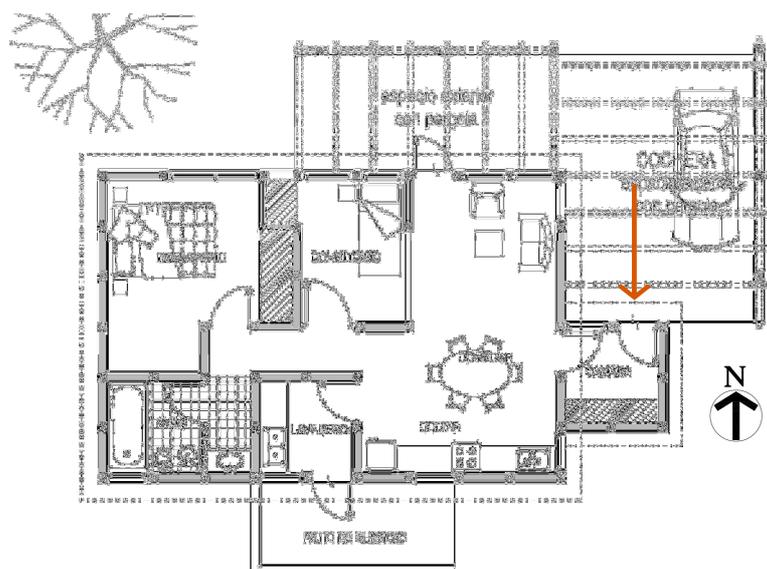


FIGURA 4.5: Planta de la vivienda propuesta con acceso desde el Norte.

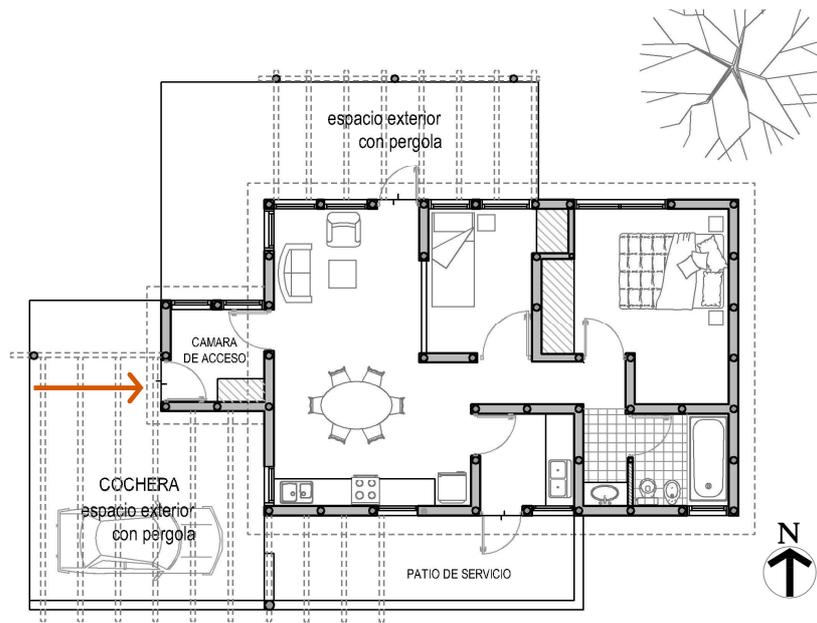


FIGURA 4.6: Planta de la vivienda con ingreso desde el Oeste. También se adapta al Este espejando la misma.

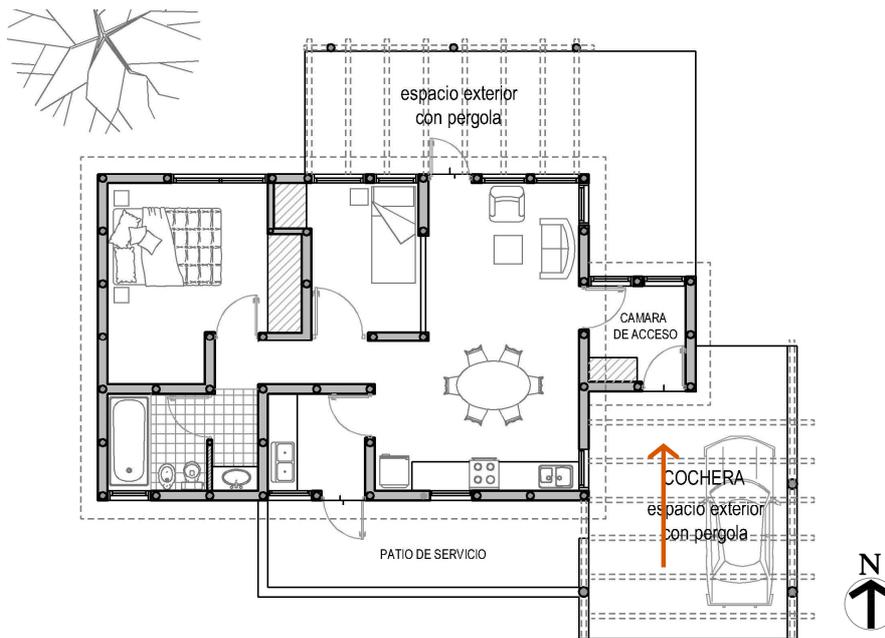


FIGURA 4.7: Esquema de planta de vivienda ampliada con ingreso desde el Sur.

IV.I-1. MATERIALES TRADICIONALES: LA QUINCHA

Se analizaron materiales disponibles en el sitio, para reducir los costos económicos y evitar el traslado de cantidades necesarias de los mismos desde zonas lejanas fuera del Valle. El principal distribuidor de materiales es la capital provincial, que se encuentra a 110 km y hay que sortear 1200 m de diferencia en altitud para llegar al sitio. (Ver Capítulo II.I)

Por esta razón se propone que la vivienda se realice de acuerdo al sistema constructivo de la quincha. Éste es un sistema conformado por materiales (madera de álamo, caña y barro) que naturalmente poseen menor conductividad térmica que los convencionales y que se encuentran en el sitio de manera natural.

Los materiales tradicionales, de acuerdo al carácter bioclimático y ecológico de la propuesta, responden a la doble cualidad de su procedencia natural, su reciclabilidad y reutilización, así como a su adecuación al lugar y a las posibilidades técnicas y constructivas de la zona.

- Tecnología constructiva propuesta

Estructuralmente la vivienda esta compuesta por columnas (min. 15 cm) y vigas de madera de álamo o eucalipto (min. 15 cm). El techo posee cielorraso aplicado de caña, barrera de vapor, aislante térmico de 7.5 cm de poliestireno expandido ($0.4 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) y terminación exterior de chapa galvanizada, con una conductividad térmica total de $0.45 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Los muros están realizados con materiales que son aislantes térmicos. Un entramado de cuatro hileras de caña de Castilla, relleno con barro y revocado interior y exteriormente con una mezcla de cemento a la cal, presentando una conductividad térmica total de $1.07 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

En el suelo se coloca un contrapiso de hormigón y piedra pomeca puzolánica (un granulado volcánico obtenido de una cantera cercana) que juntos tienen un valor de transmitancia térmica de $0.75 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para materializar la vivienda se propone la tecnología de quincha indicada en Fernández et al., 2005, pero con algunas variantes que nos permitirán adecuarla más al sitio. La misma se indica a continuación:

- 1- Se eleva la vivienda del nivel de suelo mediante un basamento sólido de piedra, con la finalidad de evitar el contacto del muro con la humedad del terreno, y se adapta la vivienda a cualquier tipo de desnivel natural que se pueda encontrar en el lugar (ya que el Valle de Uspallata se encuentra asentado en terreno montañoso y gran parte de este posee desniveles importantes). De esta manera, también se realiza el muro en su totalidad con quincha, y se logra las mismas propiedades aislantes en todo el muro.

Si bien, contruir el basamento sólido implica utilizar más material, éste está constituido por la piedra existente que es abundante en los cauces aluvionales de arroyos y esto permite una mejor solución térmica al contar con un muro entero en toda la altura de la pared.

- 2- Este basamento de piedra funciona en el exterior como piso de los espacios de transición, que contienen los pergolados y amplía visualmente los espacios interiores.
- 3- La tecnología de techo se propone utilizando Cañas de Castilla (*arundo Donax*) cuya presencia supone una aislación térmica por la cámara de aire y la conformación de la misma caña, que otorgada al cerramiento una resistencia térmica equivalente a 7 mm de poliestireno expandido cuando cuenta con un diámetro de 20 mm (Esteves, et al. 2003). Se agrega una barrera de vapor (utilizando una manta de polietileno de 150 micrones), una capa de poliestireno expandido de 7.5 cm. tomando en cuenta los lineamientos indicados en Mercado, et al. 2005. Luego se deja una cámara de aire y se coloca la chapa para protección de la aislación térmica y permitir el escurrimiento del agua de lluvia.
- 4- La estructura se conforma de columnas y vigas de madera utilizando álamos y/o eucaliptos, especies que abundan en el Valle. Además se prevee la reposición de las especies, generando una actividad adicional que permita disponer de estos elementos a través de un programa que considere el corte y replante de las mismas. De acuerdo al cálculo estructural, las dimensiones necesarias no deberán ser menores a un diámetro de 15 cm. tanto para columnas como para vigas.
- 5- Los muros se conforman de quincha, para lo cual los vanos que no tengan aberturas se cerrarán con un marco de madera de álamo que se vincula solidariamente a las columnas existentes. Sobre este marco se toman las cañas de Castilla, atadas con alambre galvanizado de dimensiones BWG 17 (BWG –Birmingham Wire Gage). Las cañas se ubican de manera de conformar un encofrado dentro del cual se rellena con material de tierra. (Figura 4.8)
- 6- El relleno de muro se conforma de tierra, de arena y de fibra vegetal y ocupa un espesor de 0,10 m. Este constituye un relleno suficientemente rígido para evitar el anidamiento de insectos y hormigas en su interior. Ver Figura 4.8.

- 7- La superficie de la caña que queda expuesta posteriormente se reviste con un barniz ignifugo para retardar las posibilidades de incendio de la misma. En la Figura 4.8 se observa el detalle con revestimiento de hormigón a la cal, para evitar quitar a la tierra la propiedad higrotérmica que posee.

- 8- Los revestimientos interiores se pueden realizar en cerámica pegando con adhesivos usuales utilizando un metal desplegado sobre la cubierta de caña antes de colocar el pegamento.

- 9- Todo esto conforma un sistema constructivo, fácil de realizar por autoconstrucción del usuario con ayuda técnica que se puede impartir desde el Municipio.

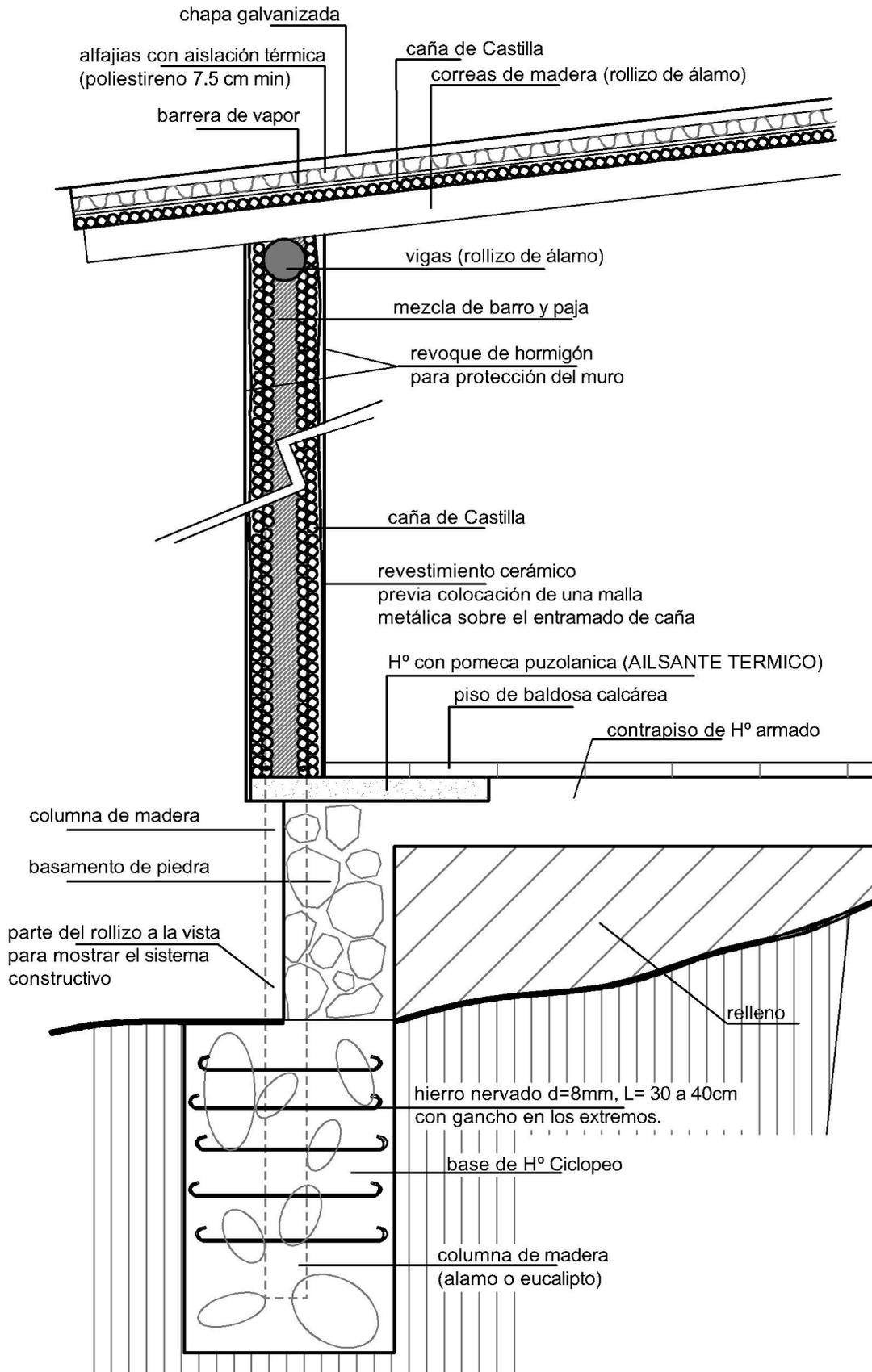


FIGURA 4.8: Detalle constructivo donde se muestra la conformación del muro de acuerdo al sistema constructivo propuesto.

IV.1-2. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

- 1- *La casa se orienta principalmente hacia el Norte:* Se tuvo en cuenta la orientación Norte (la más favorable en el Hemisferio Sur) para los espacios principales, mientras que aquellos de servicio y núcleos húmedos se ubicaron hacia el Sur. La cocina se encuentra integrada con el estar-comedor para aprovechar el calor que irradian los artefactos de cocción para calefaccionar este espacio, que es el más grande de la propuesta (22.05m²).
- 2- *Se incorpora un basamento a la vivienda para elevarla del terreno,* con el fin de aislarla del mismo y de obtener la base necesaria para la construcción en quincha (Ver requerimientos constructivos de la quincha en apartado anterior). De esta forma, la totalidad del muro de la vivienda se realiza con este material y se beneficia de su comportamiento térmico. (Figura 4.9).
- 3- *Se anexan espacios de transición (galerías),* tanto hacia el Norte como hacia el Este, que funcionan como ampliación visual del espacio interior en épocas frías y como ampliación habitable de los locales en épocas de verano. Estas galerías se encuentran contenidas dentro del basamento de la vivienda, mediante el cual se ordenan los espacios exteriores próximos a la vivienda (Figura 4.3). Asimismo se incorpora una cámara de acceso que funciona como filtro entre el interior y el exterior.

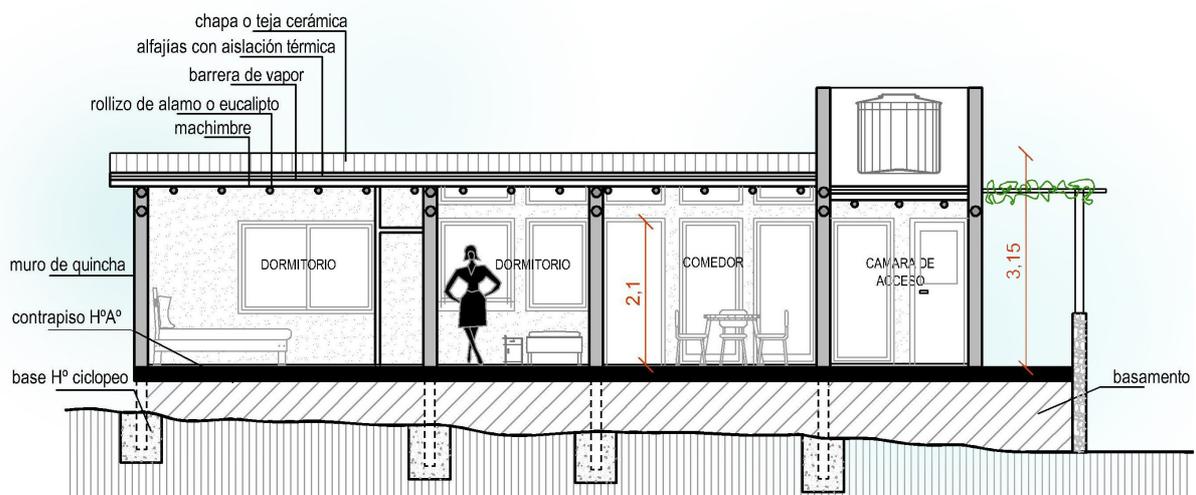


FIGURA 4.9: Corte longitudinal A-A. Se observa el basamento sólido donde se asienta la vivienda.

- 4- *Se utilizan elementos para minimizar el intercambio de energía térmica:* La vivienda en invierno, tenderá a ceder calor interno al exterior, por lo que se evaluaron los posibles puentes térmicos donde se produciría un mayor intercambio de energía entre el interior y el exterior para reducirlos o evitarlos.

Para ello, se incorporan persianas de madera y *Doble Vidriado Hermético (DVH)* en ventanas; y aislamiento en los materiales opacos de la envolvente (muros y techos). También se incorpora una cámara de acceso que reduce el intercambio calórico al ingresar o salir de la vivienda (Figura 4.11)

Para la condición estival, se incorporan elementos horizontales de protección solar (pérgolas con vegetación de hoja caduca) hacia el Norte y hacia el Este, Estos elementos no interfieren con la captación solar en invierno (Figura 4.10). Asimismo, se colocan aleros para la protección de aberturas por sobre el nivel de la pérgola. Aleros y galerías también responden a las exigencias del sistema constructivo de la quincha (Ver Apartado anterior).



FIGURA 4.10: Perspectiva Noroeste de la vivienda donde se observa la cámara de acceso y los pergolados Norte y Este.

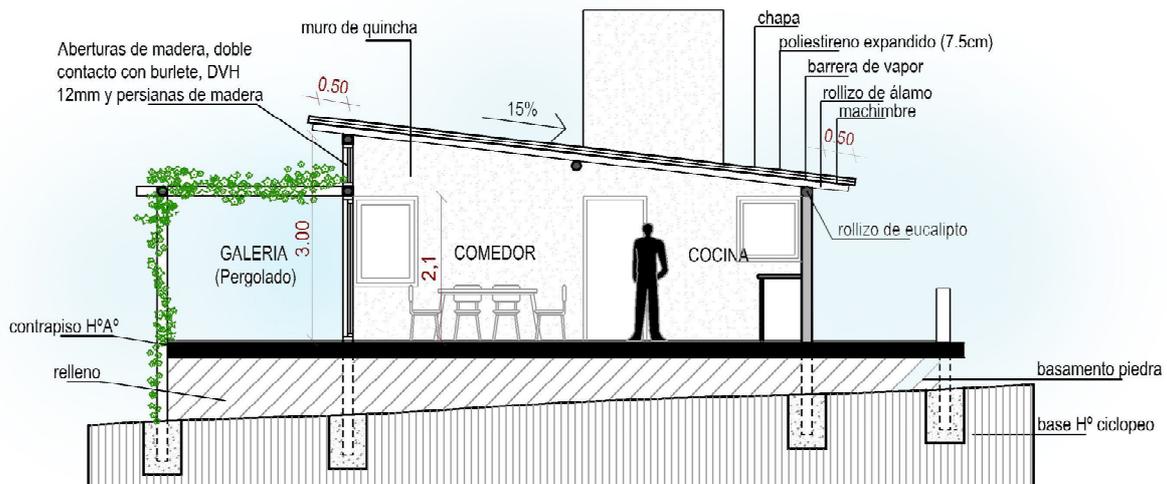


FIGURA 4.11: Corte transversal B-B. El techo a un agua posee una inclinación de 15° para facilitar el rápido escurrimiento de agua y grandes aleros para proteger los muros de quincha de la lluvia (exigencias del sistema constructivo). Hacia el Norte se dispone de una galería con pérgola de hoja caduca.

- 5- *Se utilizan aberturas eficientes con posibilidad de autoconstrucción* : Todas las ventanas poseen *Doble Vidriado Hermético o DVH* con cámara de aire de 12 mm entre ellos, lo que posee una conductancia térmica de $2.80 \text{ W/m}^2\text{°C}$ (prácticamente la mitad que un vidrio simple de 4 mm, cuya conductancia es de $5.70 \text{ W/m}^2\text{°C}$).

Se destaca la posibilidad de autoconstrucción ya que el DVH se podría lograr con armado *in situ* en talleres donde las personas puedan intervenir capacitándose y aprender la tecnología que podría pasar a formar parte de la cultura de la construcción local, dado el clima extremo de montaña.

Además, otra ventaja significativa que presenta el doble vidriado es con respecto al confort térmico. El vidrio interior en invierno tendrá una temperatura sensiblemente mayor que la del exterior. Se minimiza la falta de confort interior debido a asimetrías radiantes.

Todas las aberturas son de madera, con doble contacto y burletes para evitar infiltraciones de aire desde el exterior. Se colocan persianas de madera, para disminuir durante la noche el contacto de la ventana con la temperatura exterior, sobre todo en los meses del año con temperaturas más bajas. De igual manera, se disponen las persianas con pequeñas rendijas móviles para permitir el ingreso de aire para ventilación cruzada en verano, manteniendo la seguridad interna de la vivienda.

- 6- *Para el invierno, se recurre a diferentes sistemas de calefacción pasiva. Uno de ellos es la captación solar directa:* Las ventanas de mayor tamaño se ubican hacia el Norte, disponiendo una considerable superficie acristalada (20,67% respecto a la superficie de piso y 8.89% respecto del volúmen a calefaccionar). (Figura 4.12).

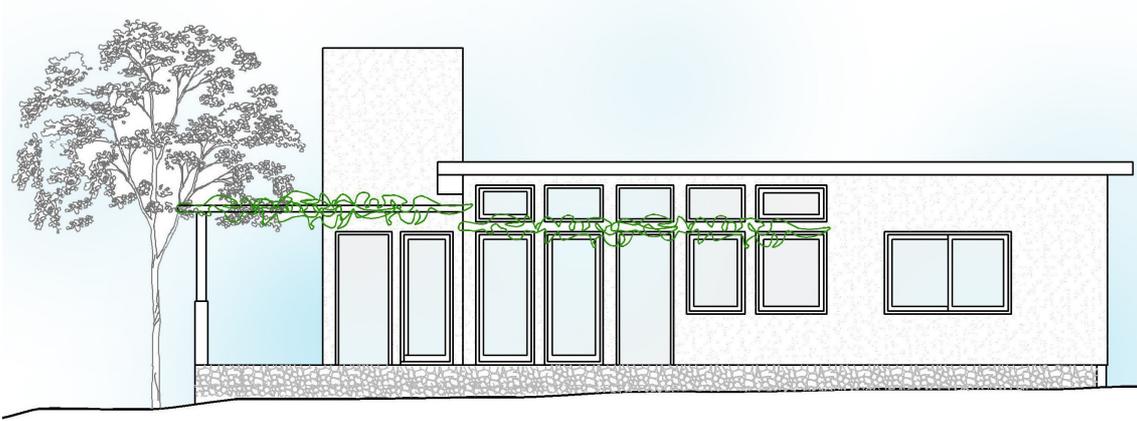


FIGURA 4.12: Fachada Norte, donde se observa la superficie acristalada (15.3m^2), respecto del total de la fachada Norte (30.3m^2)

Hacia el Sur se colocan aberturas de menores dimensiones (Figura 4.13), para disminuir el contacto con la temperatura exterior en la orientación más desfavorable en el Hemisferio Sur, pero permitiendo ventilación cruzada por enfriamiento convectivo en épocas estivales y una iluminación homogénea de los espacios interiores.

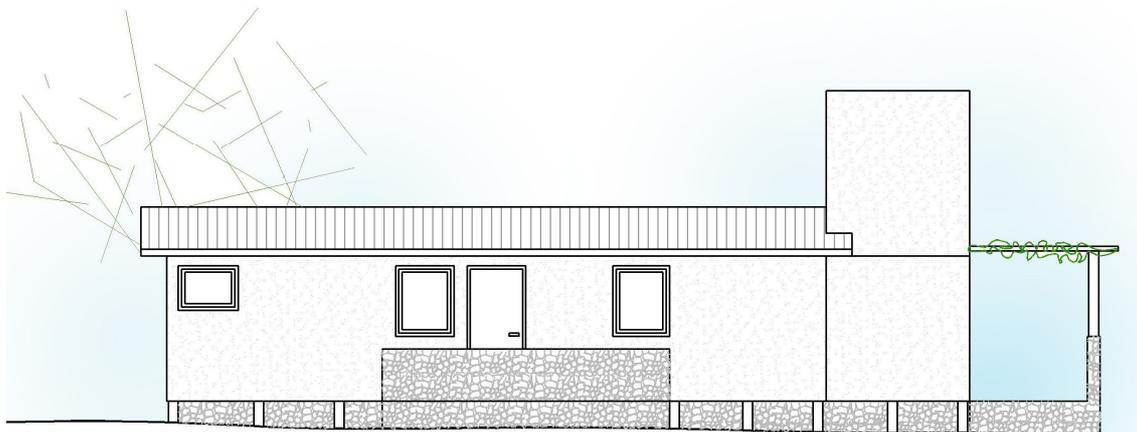


FIGURA 4.13: Fachada Sur de la vivienda propuesta. Las aberturas son menor en número y tamaño. Se dispone de una superficie acristalada de 2.60m^2 en una superficie de 27.67m^2

- 7- *Se prevee la incorporación de un invernadero estacional:* El pergolado Norte se transforma en invierno en invernadero estacional (Figura 4.14), para calefaccionar en forma indirecta los espacios de la vivienda y posibilitar el cultivo de hortalizas para consumo propio. En verano el mismo se abre completamente y se utiliza como

pérgola. Este recurso arquitectónico mejoraría la dieta familiar y contribuiría además con las necesidades de calefacción, siguiendo la idea expresada en Ganem et al., 2004.

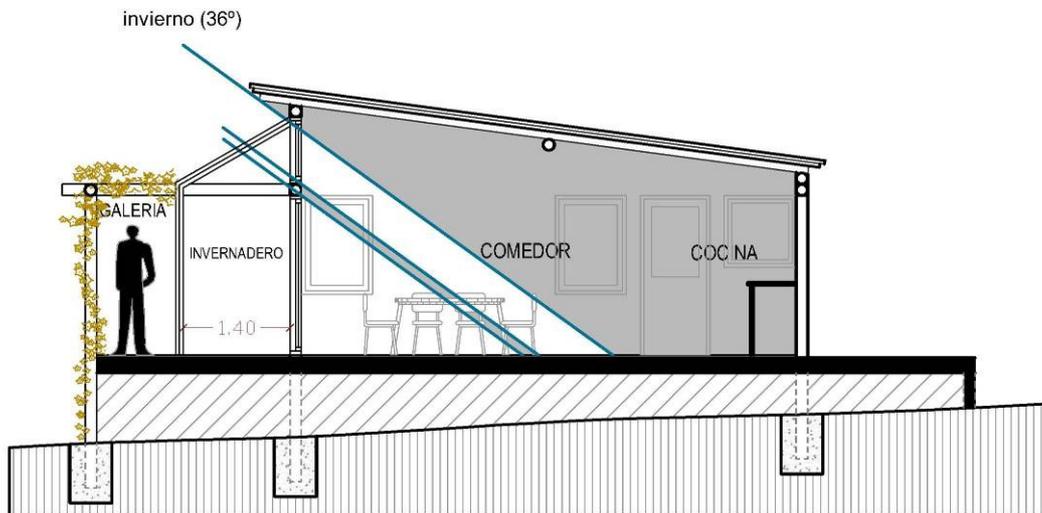


FIGURA 4.14: Asoleamiento. Corte esquemático donde se observa la inclinación solar en invierno al mediodía solar en Junio y el ingreso de la radiación en el interior de la vivienda. Se adosa un invernadero estacional al muro Norte.

El invernadero se encuentra integrado con el muro Norte. Posee su perímetro vertical realizado mediante siete paneles realizados con perfiles estructurales metálicos de 2.15 m por 1.10 con policarbonato transparente simil vidrio (de costo menor que el vidrio), que se acoplan al basamento, y entre ellos mediante uniones de encastre (perfil hembra ranurado y perfil macho complementario), conformando una estructura metálica desmontable. El techo vidriado a 30° se realiza mediante el mismo sistema. Posee aislación nocturna, que en este caso sería el mismo cerramiento propuesto para la vivienda.

- 8- *En verano se evita el ingreso de radiación solar dentro de la vivienda:* El uso de aleros ayuda a que la radiación solar no incida de manera directa practicamente en todo el muro, evitando el calentamiento y el ingreso de calor al interior de la casa a través de los mismos por radiación y convección.

También se recurre al uso de vegetación caduca en pérgolas para protección solar de la persona permitiendo el desarrollo de actividades transitorias en las galerías. (Figura 4.15)

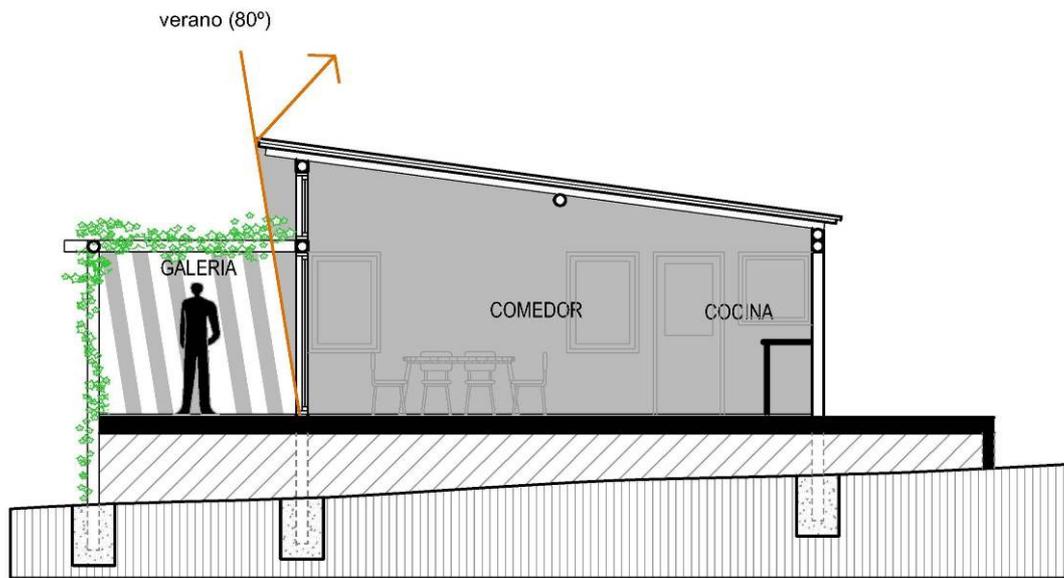


FIGURA 4.15: Asoleamiento. Corte donde se muestra la inclinación solar en verano y como se previene el ingreso de la radiación en el interior del local mediante el uso de alero y pergolado con vegetación de hoja caduca.

- 9- *Uso de ventilación natural para enfriamiento convectivo:* La dirección dominante del viento en época de verano en el sitio es principalmente desde el Suroeste y Sureste. El análisis de las condiciones climáticas del lugar, determina que la temperatura del viento es óptima para refrescar el interior de la vivienda sin la necesidad de utilizar aire acondicionado.

Para ventilación natural se disponen de grandes ventanales hacia el Norte y pequeños hacia el Sur. De esta manera se logra enfriamiento convectivo nocturno mediante ventilación cruzada (Figura 4.16). Debido a la necesidad de seguridad durante la noche, las persianas presentan lamas móviles que funcionan como cierre de las aberturas permitiendo el paso del aire.

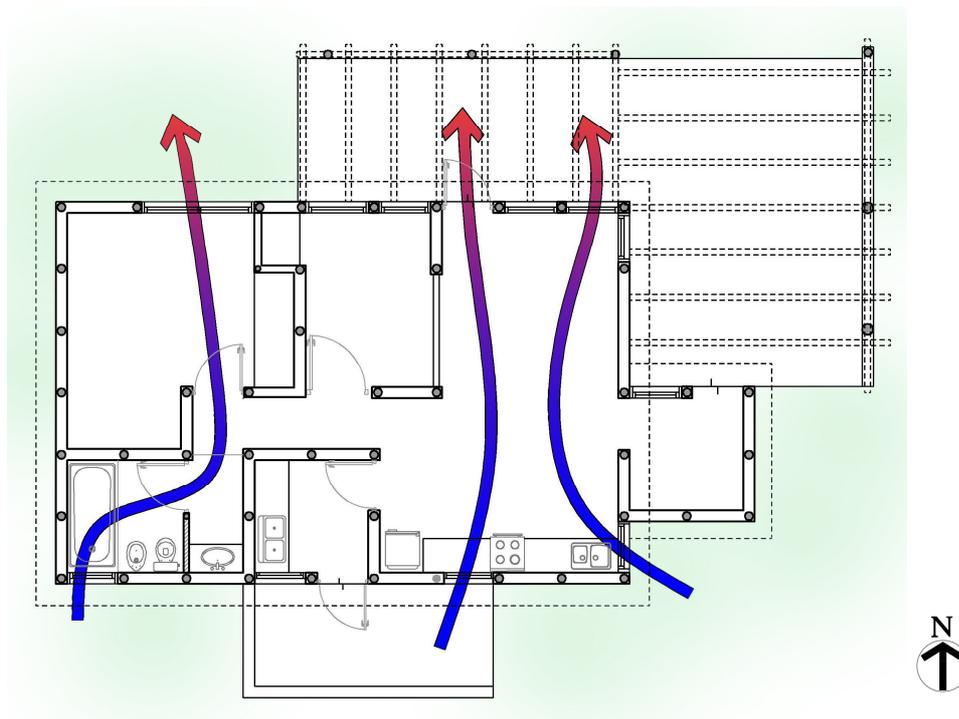


FIGURA 4.16: La ventilación cruzada induce el movimiento natural del aire por la presión dinámica del viento que se produce sobre las fachadas del edificio. Las aberturas, su dimensión y posición determinan la dirección del flujo interior del aire en la propuesta.

Se propicia la ventilación cruzada por diferencias de densidad del aire (Figura 4.17). Esta se logra al disponer de aberturas en dos niveles diferentes. Por lo tanto, el aire caliente saldrá por la ventana superior en la fachada Norte e ingresará por la ventana de la fachada Sur, permitiendo la circulación de aire aunque no haya velocidad de viento apreciable.

Cuando se utiliza enfriamiento convectivo nocturno, la ventilación durante el día generalmente no es deseable, ya que la masa interna puede calentarse. Sin embargo es posible la aplicación de enfriamiento convectivo nocturno combinado con ventilación de bienestar² cuando las temperaturas exteriores en verano no superen los 30°C, lo que ocurre en varias ocasiones en el lugar.

² Ventilación de bienestar: Provee ventilación directa para incrementar el bienestar. Se aprovecha la velocidad del aire para extender las zonas de bienestar térmico hasta los valores de bienestar con mayor velocidad del aire. Puede generarse también mediante ventiladores de techo en los momentos de calma.

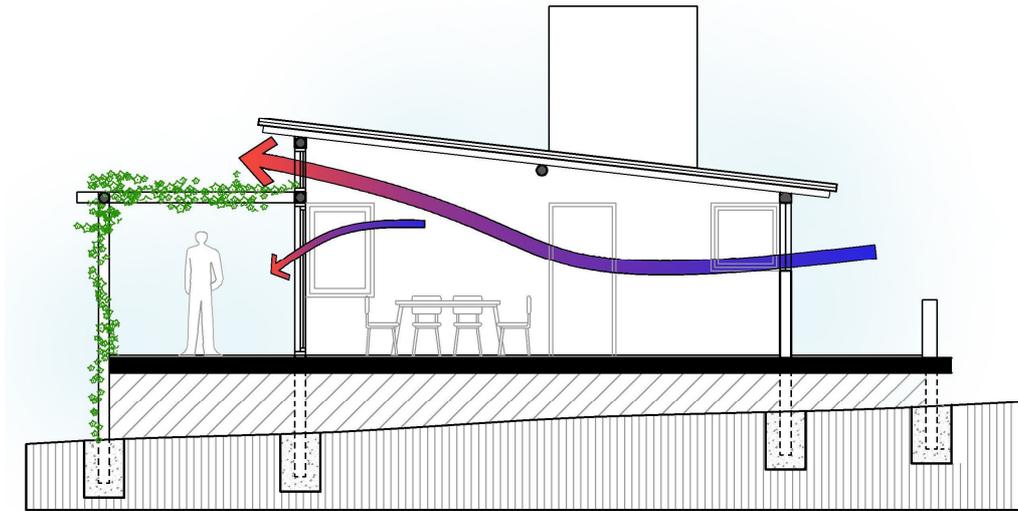


FIGURA 4.17: Ventilación cruzada por diferencias de densidad de aire.

- Análisis del ingreso de radiación solar al interior

Considerando la calefacción solar pasiva mediante ganancia directa e invernadero en invierno, y la necesidad protección a la radiación en verano resulta necesario verificar por medio del recorrido solar anual el ingreso de radiación solar dentro de la vivienda.

El análisis de radiación solar y sombras proyectadas a lo largo del año, tanto en los espacios interiores de la vivienda como en el exterior se realizó mediante el programa HELIODON³.

En la Figura 4.18 puede observarse el comportamiento de los espacios interiores de la vivienda en verano, a las 08.00hs, a las 12.00hs y a las 16.00hs.

En la *figura superior* puede verse el ingreso de radiación solar directa por las ventanas localizadas hacia el Este en las primeras horas de la mañana. En la *figura central*, el alero impide el ingreso de radiación solar directa al mediodía solar y en la *figura inferior*, puede verse que la radiación comienza a ingresar por las ventanas localizadas al Sur de la vivienda:

³ BECKERS, MASSET. *Software Heliodon*. 2004

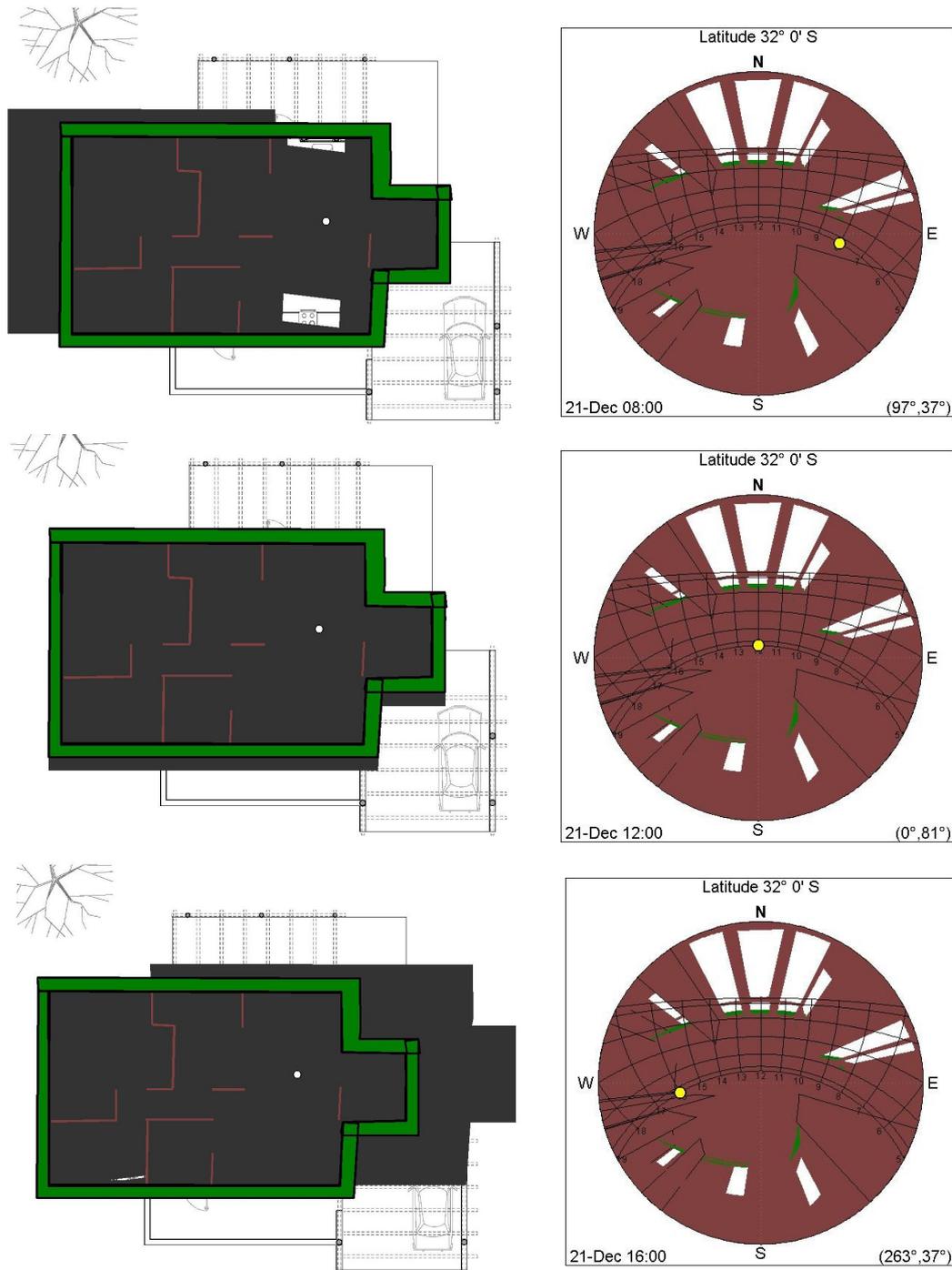


FIGURA 4.18: Ingreso de radiación solar directa en la vivienda en verano, de acuerdo a tres horarios diarios tomados como referencia.

En la Figura 4.19 puede verse el ingreso de radiación solar al interior de la vivienda a las 08.00hs, a las 12.00hs y a las 16.00hs. para el solsticio de invierno (21 de junio).

Desde las 08.00hs ya está ingresando la radiación solar en el interior desde las ventanas localizadas al Norte de la vivienda. La radiación abarca prácticamente todo el comedor y las habitaciones a las 12.00hs. A las 16.00hs la radiación en el interior comienza a disminuir

considerablemente. Es de destacar que permitiendo el asoleamiento desde las 9.00hs a 12.00hs solar la vivienda recibe el 90% de la energía solar disponible diariamente en los meses de invierno.

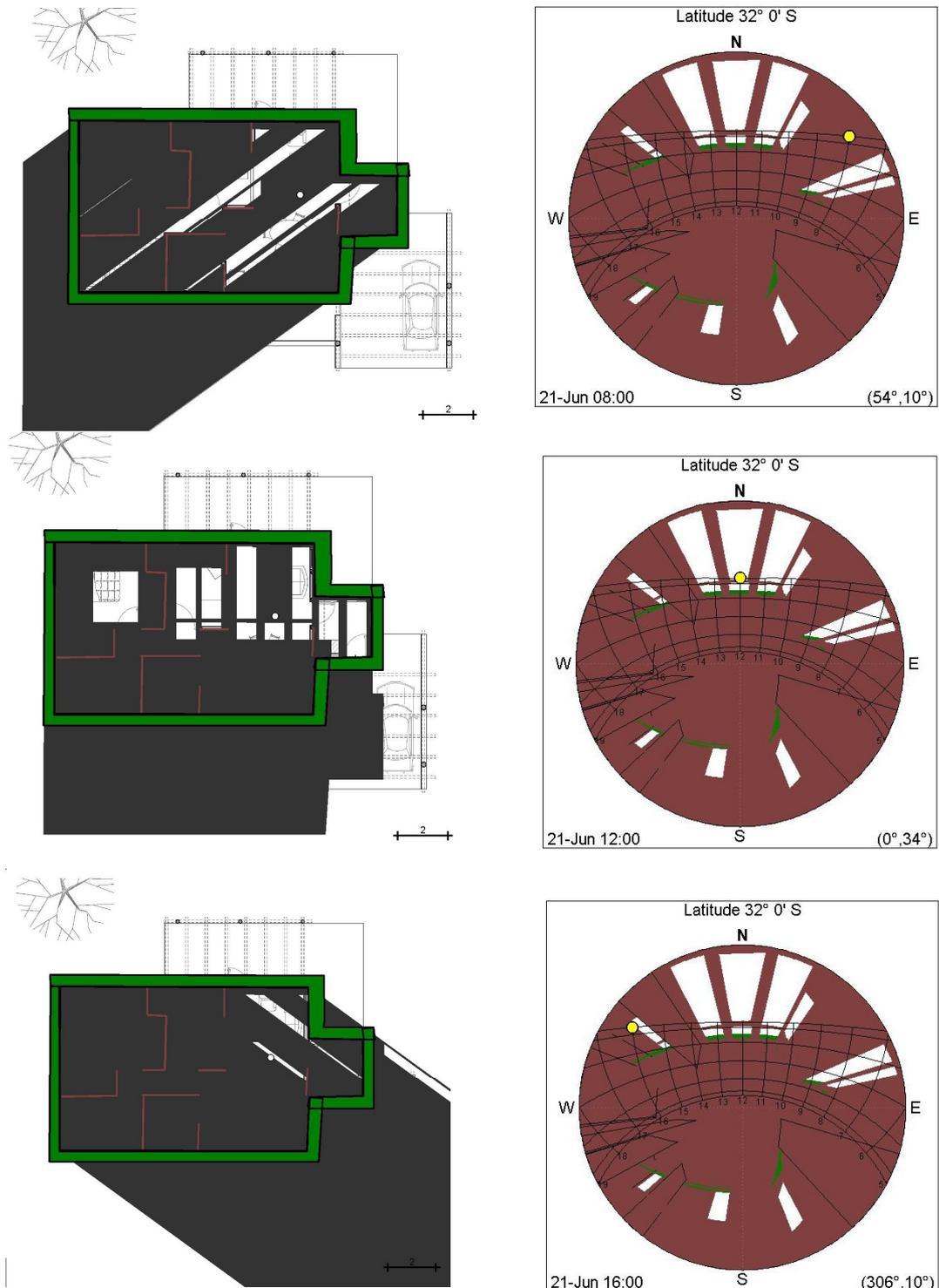


FIGURA 4.19: Ingreso de radiación solar directa en la vivienda en invierno, de acuerdo a tres horarios diarios tomados como referencia.

IV.II- CONSUMO ENERGÉTICO Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Para el análisis y comportamiento energético de la vivienda se realizó un *balance energético de invierno*⁴ (Ver detalles del mismo en el Capítulo III).

Primeramente, se introducen las dimensiones que posee la vivienda, en cuanto a envolvente y volumen (Tabla 4.2).

Cómputo de superficies y volúmenes						
	Muros		Puertas	Ventanas	Total	Porcentaje
	Tipo1	Tipo 2				
Norte	19	0	0	15.3	34.30 m ²	19.8 %
Este	8.94	0	0	3	11.94 m ²	6.9 %
Oeste	24.72	0	0	0	24.72 m ²	14.3 %
Sur	23.08	0	1.93	2.66	27.67 m ²	16.0 %
Subtotal - sup. Verticales	75.74	0.00	1.93	20.96	98.63 m ²	
Techos	74.5	0 m ²			74.50 m ²	43.0 %
Total superficie de envolvente					173.13 m ²	100.0 %
Perímetro expuesto	38.2	m.lineales				
Volumen	171.97	m ³			171.97 m ³	
Pisos	74	m ²			74.00 m ²	

TABLA 4.2: Pantalla correspondiente al ingreso de datos de las diferentes superficies. Se coloca sólo Muro tipo 1 porque la envolvente de la vivienda se realiza enteramente con quincha.

Posteriormente, el programa calcula el FAEP de la vivienda. En la Tabla 4.3 se muestran los valores correspondientes al cálculo del FAEP muros, FAEP techo y el total para la vivienda.

Como resultado se obtiene un FAEP para la vivienda de 2.3, es decir, el diseño de la vivienda posee 2.3 m² de superficie de envolvente por cada m² de superficie de piso o superficie cubierta a calefaccionar. La vivienda es de tipología compacta. (Tabla 4.3)

⁴ ESTEVES, A.; GELARDI, D. *Balance térmico de edificios sustentables*. Instituto de Estudios para el Medio Ambiente (IEMA). Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICYT). Universidad de Mendoza. 2003

FACTOR DE AREA ENVOLVENTE / PISO						
	Muros		Puertas	Ventanas	Total	%
	Tipo 1	Tipo 2				
Norte	0.28	0.00	0.00	0.20	0.5	20.2
Este	0.12	0.00	0.00	0.04	0.2	6.9
Oeste	0.33	0.00	0.00	0.00	0.3	14.3
Sur	0.31	0.00	0.03	0.04	0.4	16.0
Subtotal - FAEP Muros	1.04	0.00	0.03	0.27	1.343	57.3
FAEP Techos	1.00	0.00			1.0	42.7
FAEP para la vivienda					2.3	100.0

2.3 m² por cada m² de piso

TABLA 4.3: Se muestran los resultados obtenidos del FAEP para la vivienda.

Para la realización del balance energético se selecciona el lugar de implantación del proyecto y se completan los datos del clima con la Temperatura de Diseño de Invierno (Tabla 4.4), que el programa la calcula teniendo en cuenta lo realizado por Esteves et al, 2002.

Balance Térmico Invierno-Verano para Edificios Sustentables			
Localidad:	Uspallata	Grados-día:	2648
		Temp. Min. Diseño:	-4.7 °C

TABLA 4.4: Los valores de grados-día de la localidad y la temperatura de diseño de invierno.

Una vez ubicada la localidad, se llenan los datos correspondientes al cálculo de Coeficiente Neto de Pérdidas (CNP), que se calcula mediante el método de Balcomb et al, 1983. El mismo nos va a permitir conocer luego la Fracción de Ahorro Solar (FAS) que podemos llegar a alcanzar en el edificio.

A continuación se muestra el cálculo de la conductancia térmica de cada material. El programa posee una amplia gama de materiales y combinaciones posibles de estos tanto para cierres verticales como horizontales, pero no se encuentra entre la lista el valor de conductancia térmica de la quincha, tanto del barro como de la caña. Por esta razón se debió calcular el valor de conductancia del cerramiento, tanto vertical (Tabla 4.5) como de techo.

Datos para el cálculo				
Material	Espesor [m]	Conductividad térmica [W/m.C]		
caña (cuatro hileras)	0.028	0.044	0.63636364	
tierra	0.15	1.5	0.1	
	0	0.045	0	
	0	1	0	
	0	1	0	
Velocidad de viento:	12 Km/hr		Uspallata	
Cálculo de coeficientes peliculares				
Vel. Viento en m/s:	3.33333333 m/s			
Interior; hi:	7 W/m ² . °C		Para aire quieto	
Exterior; ho:	17.7 W/m ² . °C		para velocidad del lugar	
Resistencia térmica del cerramiento		0.94 m ² . °C/W		
Conductancia térmica del cerramiento		1.07 W/m ² . °C		
Conductancia térmica del cerramiento		0.92 kcal/hr.m².C		

TABLA 4.5: Cálculo de conductancia térmica del cierre vertical de la vivienda propuesta.

En cuanto a las ventanas, se consideró un cerramiento de doble vidrio, con protección exterior, con conductancia térmica de 3.37 W/mK, de acuerdo al cálculo proporcionado por el programa.

Las fundaciones son de hormigón ciclópeo normal de 0.47 m x 0.40 m en cada columna. Poseen una conductancia térmica de 0.75 Kcal/hr.m².C^º. Además el piso aparece con una capa de contrapiso de hormigón con pomeca puzolánica que reduce las pérdidas desde el contrapiso interior al aire exterior.

En cuanto a los techos, los mismos están compuestos por un entramado de caña como cielorraso aplicado, aislación térmica de poliestireno expandido (7.5 cm) y con terminación en chapa galvanizada. La Tabla 4.6 muestra el cálculo de transmitancia térmica para el caso del techo.

Datos para el cálculo				
Material	Espesor [m]	Conductividad térmica [W/m.C]		
caña (dos hileras)	0.014	0.044	0.31818182	
poliestireno expandic	0.075	0.044	1.70454545	
Chapa	0.002	75	2.6667E-05	
	0	1	0	
	0	1	0	
Velocidad de viento:	12 Km/hr		Uspallata	
Cálculo de coeficientes peliculares				
Vel. Viento en m/s:	3.33333333	m/s		
Interior; hi:	7 W/m ² .°C		Para aire quieto	
Exterior; ho:	17.7 W/m ² .°C		para velocidad del lugar	
Resistencia térmica del cerramiento			2.22 m ² .°C/W	
Conductancia térmica del cerramiento			0.45 W/m ² .°C	
Conductancia térmica del cerramiento			0.39 kcal/hr.m².C	

TABLA 4.6: Se muestra la conductancia térmica total que presenta el techo.

Para controlar las infiltraciones de aire dentro de la vivienda, se colocaron aberturas estancas (tanto puertas como ventanas) con doble contacto y burletes en todas ellas, lo que finalmente proporciona 0.5 RAH -Renovaciones de Aire por Hora-.

A continuación se muestra en la Tabla 4.7 el cálculo Del Coeficiente Neto de Pérdidas.

1- Cálculo del CNP - Coeficiente Neto de Pérdidas					
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	(A).(K) [W/°C]	Porcentaje	
Muro 1	77.14	1.07	82.5	46.1	%
Muro 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Techo 1	74	0.42	31.1	17.4	%
Techo 2	0.00	0.00	0.0	0.0	%
Ventanas sur tipo 1	2.66	2.40	6.4	3.6	%
Puertas	1.93	0.00	0.0	0.0	%
Fundaciones		0.72	31.8	17.8	%
	perim.	38.20			
	R.aislac.	0.5			
Infiltracion			27.1	15.1	%
	Volumen	171.97			
	Renov.	0.5	27.1		
CNP			178.9	100.0	%

TABLA 4.7: Cálculo del Coeficiente Neto de Pérdidas.

Todos los sistemas solares se miden por la superficie expuesta al sol o superficie colectora (AC), mientras mayor es AC, mayor es la energía que colectan y entregan al local hasta un límite a partir de la cual, las pérdidas superan a las ganancias. Además cerca de este valor se produce sobrecalentamiento en las épocas de estaciones intermedias cálidas (otoño).

En el caso de la vivienda propuesta, se propone como sistema pasivo de calefacción captación solar pasiva mediante ganancia directa e invernadero adosado.

A continuación, se determina el valor del área colectora para dimensionar correctamente su incorporación. Se pretende reducir el consumo de energía auxiliar (gas natural, leña, kerosene o el combustible que se utilice para calefaccionar en el lugar de implantación del edificio). Por lo tanto, mientras mayor sea el AC, mayor será la energía solar colectada y menor el consumo auxiliar, y esto lo mide la Fracción de Ahorro Solar.

A continuación, en la Tabla 4.8 se muestra el cálculo de la Fracción de Ahorro Solar mediante ganancia directa a través de aventanamientos con doble vidrio y protección nocturna (uso de postigos o persianas de madera). También se incorpora el uso del invernadero. Se lo considera dentro del cálculo como invernadero integrado con muro macizo, aventanamiento vertical y techo vidriado a 30° y con aislación nocturna.

Puede observarse que la FAS anual de la vivienda es de 60.5%. Este porcentaje de la energía necesaria para calefacción es proporcionada por la energía solar, a través de los sistemas pasivos elegidos. En este caso, el 48.1% es aportado por ganancia directa, mientras que el 13.4% se debe al uso del invernadero adosado.

2- Fracción de Ahorro Solar (FAS)				Sólo colocar superficie del sistema elegido en la columna de superficie
Ganancia Directa	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
GD1VR0	0.0	16.7%	0.0%	
GD2VR0	0.0	53.5%	0.0%	
GD1VAN	0.0	55.4%	0.0%	
GD2VAN	15.3	65.1%	48.1%	
Muros Acumulad.	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
MTH 1V	0.0	22.8%	0.0%	
MTH 1V AN	0.0	40.4%	0.0%	
MTH 2V	0.0	38.8%	0.0%	
MTH 2V AN	0.0	51.3%	0.0%	
MTL 2V	0.0	34.3%	0.0%	
MTAd 2V	0.0	23.4%	0.0%	
MA 1V	0.0	30.4%	0.0%	
MA 2V	0.0	48.0%	0.0%	
MA 1V AN	0.0	52.3%	0.0%	
MA 2V AN	0.0	60.4%	0.0%	
Invernaderos	Superficie [m ²]	FAS Individual	FAS Resultante	
IA MM 9/3	0.0	30.6%	0.0%	
IA MA 9/3	0.0	25.3%	0.0%	
II MM 9/3 AN	5.4	51.4%	13.4%	
II MM 9 AN	0.0	50.0%	0.0%	
Total	20.7 m²			
Fracción de Ahorro Solar resultante del edificio:			61.5%	
<i>(significa que este % será el ahorrado por año).</i>				

TABLA 4.8: Cálculo de la Fracción de Ahorro Solar para ganancia directa con doble vidrio (DVH) más aislación nocturna (GD2VAN) y para invernadero integrado con muro macizo, aventanamiento vertical y techo vidriado a 30° y con aislación nocturna (II MM 9/3 AN).

Posteriormente el programa indica el consumo de energía convencional necesaria para calefaccionar la vivienda (Tabla 4.9). Este consumo se calcula para la temperatura de diseño de invierno que tiene en cuenta hasta el 95% de las temperaturas más frías y también para mantener el interior a 21 °C cuando tenemos esta situación en el exterior. La energía anual necesaria para mantener el confort interior por m² es de 58.79 Kwh/m²/año. Se muestra también el costo de calefacción mediante el uso de gas envasado, por ser el combustible más empleado en el Valle y se considera el uso de estufas de tiro balanceado cuyo rendimiento es de 0.75.

4- Calor Auxiliar Anual			
Rendimiento del artefacto de calefacción:	0.75		
QAA:	5801.33 Kwh/año	Precio Unitario	Costo U\$S
Gas envasado [kg]:	445.4	\$ 1.2	\$ 534.5
			\$ 140.67

TABLA 4.9: Consumo de energía convencional.

El aporte de energía auxiliar se realiza a través de artefactos de calefacción que puede ser centralizado o individual. En cualquier caso debemos conocer la potencia de los artefactos necesarios.

Para calefaccionar la vivienda se necesita una potencia de 4495 Kcal/hr en total (Tabla 4.10), con una potencia necesaria por m² de 60.80Kcal/hr

6- Potencia de calefacción necesaria (para dimensionar estufas, radiadores, etc.)	
Potencia necesaria	4495 Kcal/hr

TABLA 4.10: Potencia necesaria de calefacción

En este caso, se prevé la instalación de dos estufas de 2400 kcal cada una de ellas. Se coloca una en el comedor, por ser la zona de estar común debajo de la ventana (por un lado para disminuir asimetrías térmicas provocadas por la mayor conductancia de la ventana, y por el otro lado, para que el polvo tostado se deposite en el vidrio y luego al limpiar el vidrio lo eliminamos). Asimismo, la cocina se encuentra integrada a este espacio y también aporta energía durante la cocción de alimentos. La segunda estufa se coloca en el pasillo, ya que permite controlar qué espacios nocturnos se desean calefaccionar abriendo o cerrando la puerta de acceso a baño y dormitorios.

El coeficiente global de pérdidas (CGP) y el factor G⁵ hacen mención a las pérdidas totales del edificio y a su relación al volumen y su determinación sirve para comparar con los valores indicados en la norma IRAM 11604⁶, la cual tabula los valores de G mínimos aceptables en función del volumen edificio y los grados-día de calefacción.

⁵ Coeficiente volumétrico G de pérdida de calor: Flujo de calor que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario. $G=W/m^2.K$

⁶ La Regulación energética en edificios en Argentina se da mediante las Normas IRAM 11604 y 11659-2. Estas normas son, en todo el país, de cumplimiento voluntario, lo que demuestra la baja calidad energética de los edificios en la Argentina, lo que lleva a un constante y desmedido aumento en la demanda de energía auxiliar para la climatización de edificios. La norma IRAM 11604 establece un coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas en calefacción Gcal

en W/m³ °C, establece un valor admisible de calidad térmica edilicia en relación a los grados día de calefacción del sitio donde se implantará el edificio.

Las conductancias deben colocarse en función del tipo de ventana Norte y Este y Oeste. (Material del marco, proporción de marco y vidrio y cantidad de vidrios de la ventana). En este caso, las ventanas son de madera, 20% de área ocupada por el marco, DVH y protecciones interiores y exteriores, presentando una conductancia de 2.4 W/mC. (Tabla 4.11)

5- Cálculo del Coeficiente Global de Pérdidas (G)			
Componente	Area (A)	Conductancia (K)	'(A).(K)
CNP			177.4
Vent. norte	15.30	2.4	36.7
Vent. este y oeste	3.00	2.4	7.2
CGP			221.3
Factor "G" - Norma IRAM 11604			1.3

TABLA 4.11: Cálculo del CGP y Factor "G".

Como conclusión del cálculo de balance térmico, se obtiene la fracción de ahorro solar para cada mes del año (Tabla 4.12), en relación con las temperaturas del sitio. Obsérvese que durante los meses estivales, la energía necesaria es brindada prácticamente en su totalidad por radiación solar. Los meses de invierno, se reduce el aporte de energía solar por las bajas temperaturas registradas en el sitio.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
GANANCIA DIRECTA	95.1%	92.0%	93.0%	80.3%	56.8%	50.7%
INVERNADERO			66.3%	41.6%	35.9%	49.1%
MES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
GANANCIA DIRECTA	47.3%	53.3%	63.7%	76.9%	91.2%	97.0%
INVERNADERO	32.9%	38.3%	48.3%	62.3%		

TABLA 4.12: Fracción de Ahorro Solar para cada mes del año, de acuerdo al sistema de calefacción pasivo empleado.

Asimismo, en los meses estivales, la energía es proporcionada principalmente por ganancia solar directa. A partir del mes de Marzo, se produce una disminución brusca del aporte debido a las bajas temperaturas que se comienzan a registran en el sitio, volviendo a mejorar la condición desde el mes de Agosto. Aun así, la fracción de ahorro en los meses fríos es considerable a pesar de las bajas temperaturas exteriores.

Para mejorar la situación en invierno, se incorpora el invernadero para alcanzar, mediante la combinación de ambos sistemas pasivos casi el 50% de la calefacción necesaria en el mes de julio. (Figura 4.20)

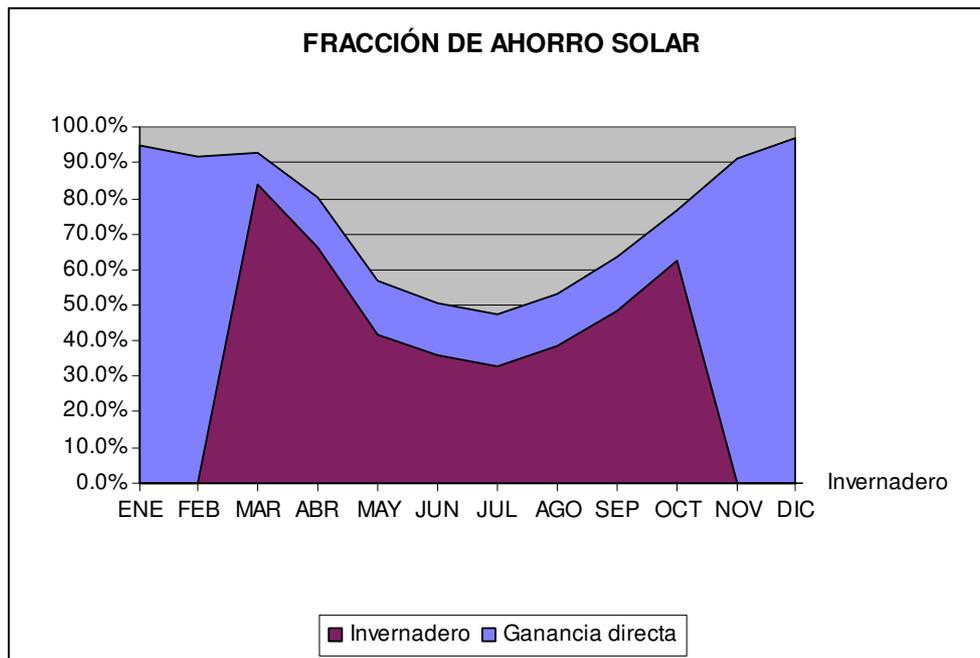


IMAGEN 4.20: Fracción de Ahorro Solar Anual, de acuerdo a los sistemas empleados en las diferentes épocas del año.

No obstante la integración de estrategias pasivas de acondicionamiento interior y complementos constructivos en el diseño de la vivienda para reducir el gasto energético, se propone la incorporación de sistemas activos mixtos. Se aprovechan las energías renovables para el funcionamiento de diferentes sistemas para reducir aún más el consumo de energías no renovables.

Se decidió utilizar celdas fotovoltaicas para la generación de electricidad. Se ubican en la cubierta, orientadas hacia el Norte. También se han integrado colectores solares térmicos para el calentamiento de agua sanitaria como un sistema de apoyo que disminuya el consumo de gas envasado.

IV.III- COMPARACIONES ENTRE VIVIENDAS EXISTENTES Y PROPUESTA

Se observa que la vivienda propuesta presenta mejores condiciones de confort interior propiciando un menor consumo de combustibles convencionales. En la Tabla 4.13 se muestra una comparación de las viviendas de referencia analizadas en el Capítulo III con la vivienda propuesta en cuanto a materiales empleados y su conductividad térmica, estrategias de diseño, balance energético, entre otros.

Los materiales utilizados en muros de la vivienda propuesta poseen una transmitancia térmica considerablemente menor que la de las viviendas existentes (analizadas en el Capítulo III). Esto se debe al uso de materiales que naturalmente poseen menor transmitancia térmica, minimizando el intercambio de temperaturas con el exterior principalmente en épocas extremas.

Finalmente, la eficiencia de la vivienda propuesta se demuestra en la potencia necesaria para calefaccionar el interior por m^2 . En este caso, se necesitan $78.39 \text{ Kwh}/m^2/\text{año}$ mientras que la vivienda construida por los habitantes de la zona presenta un consumo de $446.15 \text{ Kwh}/m^2/\text{año}$, la vivienda tipo del barrio militar $459.58 \text{ Kwh}/m^2/\text{año}$ y la vivienda construida mediante planes del Gobierno Provincial consume mayor cantidad de combustible con una potencia de calefacción necesaria de $515.86 \text{ Kwh}/m^2/\text{año}$.

El costo de combustible necesario para calefacción entre la vivienda propuesta y las viviendas relevadas son muy diferentes. La vivienda tipo del barrio militar presenta un gasto anual en combustible de U\$S 1255.8; la vivienda construida mediante planes del Gobierno Provincial U\$S 985 y la vivienda construida por los habitantes de la zona necesita U\$S 627.5 anuales. Mientras, la vivienda propuesta presenta un costo de combustible de U\$S 140.67 anuales.

Debido a la dificultad de costear éste consumo para mantener la temperatura interior constante a $21 \text{ }^\circ\text{C}$, los habitantes de las viviendas analizadas viven en condiciones de temperatura por debajo del rango de confort.

En la comparación realizada se evidencia el ahorro generado por el correcto empleo de materiales aislantes y el conocimiento y aprovechamiento de los recursos climáticos disponibles en el lugar para el diseño arquitectónico, logrando una vivienda que se adapta a las necesidades de los usuarios.

COMPARACIÓN DE VIVIENDAS REPRESENTATIVAS											
VIVIENDA TIPO BARRIO MILITAR		VIVIENDA REALIZADA MEDIANTE PLANES DEL ESTADO		VIVIENDA CONSTRUIDA POR LOS HABITANTES DE LA ZONA		VIVIENDA PROPUESTA					
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	TIPOLOGÍA	Compacta	Compacta	Abierta	Compacta						
	SUP. CUBIERTA	110 m2	78.75 m2	58 m2	74 m2						
	VOLUMEN	340.90 m3	210.83 m3	149.50 m3	171.97 m3						
	FAEP	2.4	2.2	2.7	2.3						
MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> * Muro de ladrillón (25 cm) * Revoque interior y exterior * Estructura de HªAº * Techo de madera con teja cerámica y cielorraso suspendido * Ventanas de madera, vidrio y contacto simple, con burlete 		<ul style="list-style-type: none"> * Muro de ladrillo común (20 cm) * Sin revoque * Estructura de HªAº * Techo de madera con chapa acanalada * Ventanas de chapa plegada, vidrio y contacto simple, con burlete 		<ul style="list-style-type: none"> * Muros de ladrillón (30 cm) * Revoque interior y exterior * Estructura de HªAº * Techo de madera con teja cerámica. * Ventanas de madera, vidrio simple, con doble contacto y burlete 		<ul style="list-style-type: none"> * Muros de quincha (10 cm) * Revoque interior y exterior * Estructura de madera galvanizada * Techos de madera y caña con chapa galvanizada * Ventanas de madera, DVH, doble contacto y burlete 				
	PROTECCIÓN EXT. CÁMARA DE ACC.	Sí. En todas las aberturas		No		Sí. Sólo al Sur		Sí. En todas las aberturas			
AUDITORIA HIGROTÉRMICA	Medición de recorrido		Medición de recorrido		Medición continua		Según Balance energético				
	Comedor	13.3°C	39.60%	Comedor	14°C	28.30%	Comedor	21°C	23.70%	Comedor	21°C
	Habitación Sur	13.7°C	43.20%	Habitación Sur	10°C	34.80%	Habitación Sur	5.4°C	25.90%	Habitación Sur	21°C
	Exterior	11°C	41.60%	Exterior	15.6°C	25.60%	Exterior	9°C	35%	Exterior	21°C
	Baño	13.7°C	43.40%	Baño			Baño			Baño	21°C
	Cocina	15.62°C	41.60%	Cocina			Cocina			Cocina	21°C
	Habitación Norte	16.2°C	25.50%	Habitación Norte			Habitación Norte			Habitación Norte	21°C
	MUROS	2.40 W/mK		Habitación Norte	2.93 W/mK		Habitación Norte	2.30 W/mK		Habitación Norte	1.07 W/mK
	TECHO	0.38 W/mK		Comedor	0.74 W/mK		Comedor	0.59 W/mK		Comedor	0.45 W/mK
	VENTANAS	3.4 W/mK		Exterior	5.8 W/mK		Exterior	5 W/mK		Exterior	3.37 w/mK
BALANCE ENERGÉTICO	FUNDACIONES	-			-			-			0.75 W/mK
	INFILTRAC. AIRE	2			2			0.5			0.5
	GNP	634.8 W/ºC			490.8 W/ºC			311.3 W/ºC			177.6 W/ºC
	SISTEMA CALEF.	Ganancia directa		Ganancia directa			Ganancia directa			Ganancia directa e Invernadero	
	% RESPECTO DEL AREA DE PISO	5.67		Ganancia directa	8.9		Ganancia directa	6.46		Ganancia directa e Invernadero	20.67
	% RESPECTO DEL VOLUMEN	1.83			3.32			2.5			8.89
	FACTOR "G"	2			2.5			2.3			1.3
	CÁLCULO DE POTENCIA DE CALEFACCIÓN POR M2	459.58 Kwh/m2/año (A 21º C en toda la vivienda)			515.86 Kwh/m2/año (A 21º C en toda la vivienda)				446.15 Kwh/m2/año (A 21º C en toda la vivienda)		78.39 Kwh/m2/año (A 21º C en toda la vivienda)
	FAS ANUAL	6.00%			2.30%				1.90%		61.50%
	FAS JUNIO (invierno)	2.20%			0.00%				0.00%		50.70%
FAS DICIEMBRE (verano)	20.30%			11.30%				9.60%		97%	

TABLA 4.13: Comparación entre viviendas representativas y vivienda propuesta.

IV.IV- COMENTARIOS AL CAPÍTULO 4

Se evaluaron las posibilidades de la vivienda propuesta de adaptarse a los contextos climatológicos y socioculturales locales, con el fin de optimizar los recursos energéticos disponibles, así como crear un vínculo entre los modos de vida actuales y los principales elementos de la arquitectura tradicional.

Se destaca la posibilidad de crecimiento de la vivienda propuesta, adaptándose así a las necesidades reales de los usuarios a lo largo del tiempo, manteniendo las características bioclimáticas de la misma y permitiendo la autoconstrucción en el proceso.

La integración constructiva de estrategias solares pasivas y los materiales constructivos empleados, mejoran la calidad térmica interior. También minimizan el uso de combustibles convencionales para climatización y ocasionan un ahorro de energía aprovechando los recursos climáticos del sitio, además de reducir el impacto que genera la construcción tradicional, a nivel ambiental, social y económico.

Este es un aspecto importante, ya que el sitio no cuenta con red de gas natural. Los pobladores dependen del consumo gas envasado en garrafas, cada vez más costosas y escasas.⁷ Como referencia el costo energético al utilizar gas natural de la red es de \$ 0,23/10000 kcal mientras que al utilizar gas licuado de petróleo es de \$1.38 a 2.0/10000 kcal.

Los sistemas solares pasivos para el control climático mediante ganancia directa e indirecta, demuestran la posibilidad de mejorar la calidad térmica y ahorrar energía evitando el uso de sistemas activos o mecánicos de climatización gran parte del año.

Se observa la dificultad que poseen las viviendas de referencia analizadas para conseguir temperaturas de confort interior. Ante esta situación, surge la propuesta de la recuperación la construcción con tecnología de tierra, en este caso la quincha, que principalmente, resulta una solución de menor costo constructivo y económico. Con esta se crean ambientes con menor consumo energético y mayor confort, además de brindar la posibilidad al usuario de participar en la construcción de la vivienda, generando identidad y aprehensión con la misma (autoconstrucción o construcción por ayuda mutua). El uso de materiales propios del

⁷ MDZ ON LINE: <http://www.mdzol.com/mdz/nota/224341>

sitio es más eficientes (a nivel constructivo, térmico, mano de obra, entre otros) que los convencionales, brindando mejores resultados.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

La vivienda del Valle de Uspallata ha evolucionado muy lentamente a lo largo de los siglos mediante el esfuerzo de sus habitantes en la búsqueda de lograr un refugio confortable en un clima hostil, a partir de la adaptación al medio en el que se encuentra. Se aprovechaban laderas Norte, cuevas o irregularidades geográficas del terreno y materiales propios del lugar tales como piedras, barro, caña y rollizos. Este tipo de construcción fue generando una identidad propia de las zonas de Los Andes cordilleranos.

No obstante, en el último siglo, el desarrollo tecnológico ha ejercido una influencia en el desenvolvimiento de la misma, ya que se han incorporado tecnologías de control ambiental, energético dependientes, para regular la temperatura interior. El diseño de la vivienda entonces comenzó a repetir tipologías factibles de ser encontradas en otros climas moderados y en contextos urbanos, dejando de lado su tradición para pasar a ser construcciones convencionales, en desmedro del confort interior y con una dependencia energética creciente.

Si bien esta tecnología podría haber elevado los niveles de confort si se hubiera combinado con los sistemas tradicionales que se venían utilizando, la misma, al reemplazarlos, ha generado una serie de problemas como son la dependencia directa de combustibles fósiles, mayor impacto ambiental e incluso condiciones inferiores en la habitabilidad de los espacios.

Esto ha encarecido las viviendas, por el costo económico que supone la construcción con materiales convencionales así como por la dependencia de combustibles fósiles (ambos traídos desde la ciudad a 110 km. de distancia) y ha generado dependencia laboral con la

ciudad ya que los habitantes del sitio no manejan las técnicas constructivas convencionales dependiendo de la mano de obra externa.

La recuperación de los materiales constructivos propios de sitio, de origen natural, permite mejorar la calidad de las viviendas, generando casas más confortables. Además, gracias a la facilidad constructiva del sistema de la quincha, las mismas pueden ser construidas por los mismos usuarios, restituyendo la identidad con el sitio y una mayor aprehensión de la vivienda y de la comunidad que habita el Valle. De esta forma la tecnología energéticamente dependiente es auxiliar a las estrategias arquitectónicas y su consumo se disminuye notablemente incrementando las condiciones de habitabilidad interior.

V.I- SOBRE LA HIPÓTESIS

Respecto a la hipótesis formulada al inicio de la investigación, se puede afirmar que se ha cumplido satisfactoriamente. Se ha demostrado el hecho que la construcción sustentable, tanto a nivel de diseño como en el uso de materiales constructivos tradicionales del sitio como la quincha, que a su vez son aislantes térmicos, permiten disminuir el impacto ecológico y la dependencia directa de recursos no renovables gran parte del año, mejorando las condiciones de confort interior.

Las diferencias térmicas entre las diferentes viviendas analizadas resultan muy significativas. Para mantener el confort interior a 21°C, la vivienda propuesta presenta un consumo por m² de 58 Kcal/hr/m², mientras que las viviendas de referencia existentes en el Valle de Uspallata consumen entre 114 Kcal/hr/m² y 131 Kcal/hr/m² (la vivienda tipo del barrio militar: 118.8 Kcal/hr/m², la vivienda construida por planes del Gobierno Provincial: 131.60 Kcal/hr/m² y la vivienda construida por los habitantes del lugar 114.81 Kcal/hr/m²)

Se observa que la vivienda propuesta necesita la mitad de potencia para calefacción de lo que requiere cualquiera de los casos relevados. Por lo tanto, la dependencia de recursos no renovables es considerablemente menor, además de lograr confort interior de manera más natural, ya que en invierno, el 40% de la calefacción necesaria para el logro de condiciones de temperatura interna de 21°C es propiciado sólo por ganancia directa (sin tener en cuenta el uso de invernadero, que aporta un 20% más, llegando a un total del 60%). Mientras que en verano (en los momentos en los que se necesita calefacción debido al clima cordillerano) se cubre alrededor del 90% de la energía necesaria, que es aportada por el sistema pasivo mencionado.

Esto también indica que las envolventes de las viviendas relevadas en el lugar no funcionan como elemento de protección y control, por el contrario, todos los fenómenos climáticos que ocurren en el exterior afectan directamente al espacio interior.

Debido al costo de los combustibles, los habitantes del valle reducen el consumo necesario de energía para acondicionamiento térmico, por lo tanto los datos térmicos relevados son inferiores que los necesarios. Como consecuencia el total de las personas encuestadas no se sienten en confort en su vivienda y limitan la cantidad de espacios habitables (evitando el uso de habitaciones que permanecen cerradas) para no tener que calefaccionarlas.

La investigación realizada demuestra que las técnicas tradicionales de construcción con materiales naturales del sitio ofrecen mejores condiciones térmicas que los convencionales. Estos integran de manera armónica hombre, arquitectura y ambiente, tomando en consideración el uso de estrategias de aprovechamiento de los recursos locales que ofrece el medio y técnicas de control más naturales.

La recuperación de técnicas tradicionales de construcción con materiales naturales del sitio, resulta entonces necesaria para propiciar el ahorro energético, alcanzar el confort deseable y recuperar la habitabilidad de la vivienda. Además, el uso de materiales propios del sitio, permite el acceso de los mismos a toda la población, reduciendo el costo económico y la dependencia con la ciudad, ya que se evita el traslado de los mismos desde la capital provincial y a su vez se logran viviendas más cálidas, mejorando su calidad ambiental. El uso de un sistema constructivo de fácil montaje permite la autoconstrucción, involucrando al usuario en los procesos de gestión, creando la apropiación de la vivienda e identidad con el sitio.

De ésta manera los recursos naturales materiales y el clima, se utilizan a través del diseño en una forma nueva que integra la tradición con los conceptos sustentables contemporáneos para responder a los requerimientos de bienestar térmico y lumínico de los espacios habitables, para todos los momentos del día y del año.

Ésta tesis plantea un cambio de perspectiva de acuerdo al análisis desarrollado, demostrando que viviendas donde se aprovechan los recursos climáticos que posee el sitio e incorporando materiales naturales propios del lugar, se logra una arquitectura integrada con el medio ambiente que a su vez, brinda mejores condiciones de habitabilidad interior.

V.II- RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN CON EL SISTEMA DE QUINCHA

La quincha es un sistema constructivo conformado por una estructura de madera empotrada en una cimentación de hormigón armado, cuyas paredes están realizadas por un entramado artesanal de cañas con relleno de barro con paja y un revestimiento final exterior e interior. Para la construcción con quincha en el sitio, se debe tener en cuenta:

Análisis del suelo. Se debe evaluar la calidad del suelo, tanto para definir el tipo de cimentación adecuada y las dimensiones necesarias como para conocer las propiedades del mismo para el uso como barro a aplicar en los muros. El sitio se encuentra sobre zona sísmica, por lo que éste ítem es de vital importancia.

Estructura. Se exige la construcción de un basamento sólido (armado mediante piedras existentes en el sitio), para adaptar la futura vivienda a los desniveles naturales del terreno donde se asiente, además de evitar el contacto del muro con la humedad del terreno. De ésta manera, se permite la realización del muro en su totalidad de quincha.

La estructura de la quincha se conforma principalmente de madera. La protección de éste material resulta fundamental para extender la vida útil de la construcción. Se utilizarán columnas de sección mínima de 15 cm.

La parte de la columna que se coloca dentro de la fundación debe ser recubierta con brea o pintura asfáltica para evitar pudrición de la misma por humedad y se atraviesan hierros nervados de 8 mm de diámetro con gancho en las puntas para permitir un mejor anclaje de ésta al cimiento.

Las columnas deben colocarse a una distancia de no más de 1.50 m una de otras, para lograr conformar un marco resistente entre éstas, donde posteriormente se sujetarán los paños de quincha. Grandes luces entre columnas quitan rigidez al sistema haciéndolo más propenso a grietas y roturas en caso de movimientos telúricos o vientos fuertes.

Las columnas se vinculan solidariamente con las vigas (de madera con un diámetro no menor a 15 cm.) mediante uniones metálicas, verificando el correcto anclaje de la estructura vertical (columnas) con la estructura horizontal (vigas de techo, vigas de fundación y correas).

Cubierta. Se realiza mediante una estructura liviana y dúctil. Una vez colocadas las vigas, se colocan las correas y el techo: cielorraso interior de caña pintado con barniz ignífugo para retardar posibles incendios; polietileno de 150 micrones como barrera de vapor; alfajías con aislante térmico, en éste caso, poliestireno expandido; y exteriormente se coloca chapa galvanizada o teja cerámica. Es importante utilizar cubiertas livianas, para evitar sobrecargar la estructura.

Muros. Se realizan luego de conformada la estructura y colocado el techo. Es importante contar con la cubierta realizada antes de la realización de los mismos para evitar que se dañen en caso de lluvias anteriores a la colocación de la cubierta.

Para los muros, se vinculará la caña de Castilla (de 2 a 4 años) a los recuadros entre columnas mediante alambre o clavos. Se deben colocar cuatro hileras de caña (dos hacia el interior el muro y dos hileras hacia el exterior, conformando un encofrado). El vano conformado por las hileras de caña, se rellena con una mezcla de barro, arena y fibra vegetal en cantidad suficiente para evitar contracciones por secado. El sistema debe armarse desde el piso hacia el techo. A medida que se colocan las cañas deberá rellenarse el vano con barro, para asegurar la correcta colocación del mismo, evitando espacios sin relleno.

Pisos. El contrapiso se realizará de una mezcla de hormigón con piedra puzolanica como aislante térmico. El sistema admite la colocación de cualquier tipo de piso. Colocar zócalo perimetral para protección del muro de golpes de muebles o desgaste por limpieza de pisos.

Aberturas. Deben colocarse entre columnas para permitir la correcta vinculación de las mismas. El antepecho debe asegurar el correcto escurrimiento del agua que se pudiese depositar.

Terminaciones. Resulta necesario controlar el ancho de aleros (min. 40 cm) para evitar que el agua de lluvia entre en contacto con el muro de quincha, asegurando también el correcto desagüe pluvial. La pendiente del techo debe permitir el correcto escurrimiento del agua.

En cuanto a los revoques, en el exterior se coloca a base de hormigón, de 3 a 5 cm. para impermeabilizar el muro protegiéndolo tanto de lluvia como de insectos. Por el interior se debe colocar un estuco de hormigón a la cal, para evitar impermeabilizar el muro quitando a la tierra la característica higroscópica que posee (regulación de la humedad ambiental).

Para locales húmedos, como baños y cocina, la colocación del revestimiento cerámico se debe realizar sobre un metal desplegado sobre el muro de caña para aumentar la rigidez del mismo antes de colocar el pegamento.

Mantenimiento. Se deben revisar periódicamente el estado de paredes. En caso de producirse grietas o rajadas en muros, deben ser reparados incorporando material impermeable para evitar el ingreso de insectos o agua dentro de las mismas. La reparación es muy sencilla y se adapta a la autoconstrucción.

V.III- PAUTAS Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO CON ESTRATEGIAS PASIVAS EN CLIMA ÁRIDO SECO DE MONTAÑA

El uso de estrategias pasivas mejora el rendimiento energético del edificio (calefacción, refrigeración e iluminación). Para las estrategias de diseño pasivo desde el aprovechamiento de los recursos que ofrece el sitio, se debe tener en cuenta:

Forma del edificio: Debe ser compacto. La forma del edificio debe dar respuesta al clima y microclima del emplazamiento. Se trata de minimizar las pérdidas de calor en épocas frías y las ganancias en épocas estivales, reduciendo la cantidad de superficie en contacto con el exterior. El FAEP de la vivienda debe encontrarse entre los valores aceptables (de 2 a 2.4)

Planta. La forma longitudinal en dirección Este-Oeste es la más óptima, para permitir la máxima ganancia de calor en invierno a través de la fachada Norte (hacia el Ecuador en el Hemisferio Sur). De esta forma, los lados más cortos (Este y Oeste) a la máxima ganancia en verano, cuando ésta se debe minimizar.

Orientación. Los espacios principales y de uso frecuente deben orientarse hacia el Norte para permitir el correcto asoleamiento de los mismos, mientras que aquellos de servicio hacia el Sur.

La cocina (espacio más cálido en invierno por el aporte de radiación de los elementos de cocción) debe localizarse hacia el Sur, de manera integrada con el espacio principal, para aportar calor al mismo.

Captación solar. Las estrategias de captación solar a utilizar difieren en la inmediatez de la disposición de la energía capturada o en la posibilidad de almacenarla para beneficiarse de

ella con posterioridad. Se propone la ganancia directa por ser el método más simple para calefacción solar pasiva que otorga calor en forma inmediata y permite su almacenamiento en superficies macizas. Igualmente, se recomienda la incorporación de un sistema de ganancia indirecta, en este caso un invernadero, para que complemente el sistema anterior entregando calor con un mayor tiempo de retardo, para que las temperaturas se mantengan en las horas en que no hay radiación solar disponible. Además, estos espacios intermedios, entre el exterior y el interior, funcionan como fuelle y reducen el intercambio energético.

La ganancia directa consiste en diseñar adecuadamente las ventanas y aberturas de la fachada Norte, de manera que permita la entrada de radiación solar de onda corta a fin de calefaccionar los ambientes, además de mejorar la iluminación de los espacios interiores y permitir la ventilación de los ambientes. En invierno se debe favorecer la exposición a la radiación solar. Las ventanas deben aumentar al máximo su ganancia solar, con paños acristalados de baja emisividad y dimensiones proporcionales a la superficie de piso y volumen a calefaccionar. Se recomienda 0.2 a 0.3 m² de ventana por m² de superficie a calefaccionar.

La incorporación de un invernadero estacional permite exponer un área vidriada mayor al sol y lograr asimismo que el espacio generado sea utilizable para otras funciones, aparte de la específica de colección. Resulta necesario dotarlo de recursos convenientes para controlar las oscilaciones extremas de temperatura para utilizar de un modo efectivo las bondades del sistema. Por este motivo se propone como un espacio adosado, donde mediante una puerta-ventana pueda ser aislado de la vivienda en horarios nocturnos para evitar las pérdidas y controlar la radiación cuando exista peligro de sobrecalentamiento. Es aconsejable asociar el invernadero con locales de alternancia térmica, con lo que se reduce en ellos la amplitud térmica. Se propone el adosamiento del mismo en el estar-comedor, por ser el local de mayor tamaño a calefaccionar. Para época de verano, se propone el retiro del mismo para evitar sobrecalentamiento de la vivienda.

Se propone el uso del invernadero estacional para la horticultura o jardín de invierno, ya que las condiciones estarán dadas por las necesidades de las especies plantadas (sol, temperatura, humedad, etc.).

Sistemas de control ambiental. El excesivo asoleamiento que soportan las construcciones en verano, debe ser controlado por sistemas de protección fijos (exigencia constructiva del sistema) como aleros y pérgolas en combinación con sistemas móviles, entre ellos

persianas cortinas, postigotes, toldos, etc., que proyecten sombra sobre la vivienda, tanto en aberturas como muros para evitar el aumento de la temperatura interior sobre el nivel de la temperatura exterior. Deben impedir o disminuir el ingreso de radiación solar directa en el interior en verano y deben permitir, en el caso de los móviles, ajustes a voluntad en las estaciones intermedias en caso de contar con temperaturas elevadas. Para la protección de ventanas en invierno, se propone el uso de persianas de madera.

Una opción interesante es el uso de sombra de árboles y enredaderas. La vegetación es una herramienta eficaz de protección solar, aportando sombras y creando un microclima incorporando humedad al ambiente (evotranspiración). Ayudan a controlar la radiación difusa y directa y el deslumbramiento visual. La regulación natural que posee la vegetación de hoja caduca, con follaje en verano y sin follaje en invierno, facilita el control de la radiación solar y complementa los sistemas móviles que requieren de regulación de sombras por parte del usuario. Por este motivo, se sugiere que se adose pergolado con hoja caduca hacia el Norte y hacia el Este, en relación directa con el estar-comedor, que permitan la ampliación virtual del espacio interior en invierno, y el uso del espacio bajo la pérgola en verano.

Enfriamiento. Se deben evitar grandes superficies acristaladas en la fachada Sur por ser la orientación más desfavorable en invierno. Sin embargo, algunas aberturas son necesarias debido a que los vientos predominantes que se registran en el sitio, factibles de ser utilizados para el enfriamiento de los espacios interiores por ventilación cruzada en verano, tienen dirección Sur - Sureste. Por lo tanto, se debe disponer de pequeñas aberturas para asegurar la correcta ventilación de la vivienda.

Aislamiento térmico. Deben emplearse materiales aislantes en toda la envolvente (muro, techo, aberturas y pisos). En la vivienda propuesta se emplean principalmente materiales tradicionales, que son naturales del sitio (barro, caña y madera de álamo), conformando un sistema constructivo sismorresistente. Las construcciones deben permitir una gran inercia para remediar las grandes diferencias diarias de temperatura, con el fin de almacenar calor durante el día y restituirlo en la noche, y viceversa.

Aberturas. El primer elemento productor de pérdidas son los acristalamientos, tanto por conducción como por infiltraciones. Se recomienda el uso de DVH y se deben minimizar o evitar las filtraciones de aire frío en el interior. Esto se logra mediante aberturas de doble contacto y el uso de burlete en todas ellas.

Cubierta. Es el segundo elemento en importancia, debido a la transmisión del calor en invierno y al impacto de la radiación en verano. Se recomienda utilizar Caña de Castilla de diámetro mínimo de 0.2 cm como cielorraso por las propiedades aislantes de la misma (Conductividad Térmica: 0.20 W/mK), equivalente a 0.07 cm de poliestireno expandido (Conductividad Térmica: 0.044 W/mK). La composición recomendada para la cubierta incorpora un espesor de 1.4 cm de caña complementado por una capa de aislamiento no menor a 7.5 cm de poliestireno expandido, por el bajo costo económico que implica en relación al resto de los materiales posibles a utilizar. La transmitancia térmica del conjunto es de 0.45W/m²K.

Muros. Para el aislamiento de los muros, se propone el sistema de la quincha, conformado por barro y caña, ambos aislantes térmicos. Con un espesor de 10 cm es suficiente en el sitio para obtener el aislamiento necesario. (Transmitancia térmica 1.07 W/m²K).

Fundaciones. Debe colocarse aislación a nivel de contrapiso para evitar el intercambio térmico con el exterior. En este caso, se propone para el contrapiso una mezcla de hormigón con pomeca puzolánica, que actúa como aislante térmico (conductividad térmica: 0.058 W/mK).

V.IV- REFLEXIONES FINALES

El diseño energéticamente eficiente presenta una alternativa válida para el logro de la habitabilidad con un mínimo consumo de energías no-renovables. La orientación medioambiental de la arquitectura implica la integración a las condiciones locales del sitio y a las necesidades específicas de la población que lo habita. La preferencia por el diseño donde se integran materiales naturales utilizados tradicionalmente (demostradas sus cualidades térmicas), resulta fundamental para el correcto planteo de una arquitectura en relación con el paisaje en el que se encuentra, disminuyendo el impacto ambiental y afianzando la identidad con el lugar.

Se evidencia la necesidad e importancia de incorporar una normativa que incluya los materiales y sistemas constructivos de origen tradicional mejorados para cumplir con las exigencias actuales. Así como también, que regule la integración de estrategias pasivas de diseño y la materialización de proyectos de acuerdo al clima árido seco de montaña. Se

debe asegurar su correcta aplicación para que, a partir de experiencias con resultados positivos, se aliente a su creciente utilización. De ahí la importancia de una normativa regulatoria.

Así mismo, se deben divulgar dichas experiencias positivas muchas veces como resultado de proyectos de investigación aplicada, para que el poblador, así como toda persona involucrada en el rubro de la construcción, conozcan cuáles son las ventajas que ofrecen, el uso de sistemas constructivos tradicionales y la integración de estrategias pasivas de acondicionamiento, en sitios cordilleranos.

Si la integración de los aspectos antes mencionados es satisfactoria, el impacto ambiental y económico sería menor y se lograría una arquitectura adecuada al lugar en el que se inserta, recuperando el equilibrio entre el hombre y el ambiente.

V.V- PROSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN

- Desde el ámbito académico

Para continuar con ésta línea de investigación, se propone el estudio de la aplicación de esta propuesta en otros poblados de la Cordillera de Los Andes que presenten un clima similar. De esta forma se pretende ampliar la muestra evaluada.

Otra de las posibles propuestas de investigación a futuro, es el desarrollo de propuestas sustentables para el reacondicionamiento bioclimático de las viviendas existentes, para disminuir el impacto ecológico que producen y mejorar la habitabilidad interior de las mismas.

- Desde el ámbito de la reglamentación

La participación con los resultados obtenidos -a partir de la incorporación del sistema de quincha y la integración de estrategias pasivas- en la elaboración de reglamentaciones constructivas provinciales, tanto para construcciones nuevas como para el reacondicionamiento de las viviendas existentes. De esta forma se pretende contribuir a la replicabilidad de experiencias exitosas dentro de un marco regulado que asegure su correcta aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- ESTEVES, A.; GELARDI, D. 2003. *Balance térmico de edificios sustentables*. Departamento de Investigaciones Científicas, Tecnológicas y de Vinculación (DICYTV). Universidad de Mendoza.
- EVANS, J.; SCHILLER, S. 1998. *Diseño bioambiental y arquitectura solar*. Eudeba. En Previas (ed).
- FERNANDEZ, J.E. et al. 2005. *La quincha, una tecnología alternativa eficiente para la autoconstrucción: Aspectos educativos*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 9, secc. 10, pp. 25-29. Impreso en la Argentina.
- FRAMPTON, K. 1990. *Lugar, forma e identidad: hacia una teoría del regionalismo crítico*. En: Toca A. (ed.): *Nueva arquitectura en América Latina: presente y futuro*. Ed. G. Gili, México.
- GANEM, C. Et al. 2003. *Thermal Insulating Material for Low-Income Housing*. Proceedings of the 20th Conference on passive and Low Energy Architecture, Santiago – CHILE, 9 – 12 November.
- GOULDING, J. 1992. *The European Passive Solar Handbook*. Dublin. Editorial Advisory Group. ISBN 0 7134 69188
- KREITH, F.; BOHN M.S. 2001. *Principios de Transferencia de Calor*. 6ª Ed. Thompson Learning (Ed.Aus.).
- LATINA, S. M. 2003. *Arquitectura de Tierra en el Siglo XXI*. Libro de Resúmenes del II SIACOT (Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra) Madrid, España; Editorial: Mairea Libros (Escuela Superior de Arquitectura de Madrid). ISBN: 84-933016-2-0.
- LOPEZ DE ASIAIN, J. 1990. *Vivienda social bioclimática. Nuevo barrio en Osuna*. Sevilla, Publicación de la escuela técnica superior de arquitectura de Sevilla.
- LORENZINI, H.; ECHEVERRÍA, M.J. 1992. *Geografía de la Argentina*. Buenos Aires. A-Z editora. ISBN: 905-534-175-X.
- MERCADO, V.; ESTEVES, A. 2005. *Arquitectura sustentable, estudio térmico y técnico económico de la incorporación de aislación térmica*. Revista Energías Renovables y Medio Ambiente. Editorial INENCO-UNSA, Salta.
- MORALES, R.; CABREJOS, R. 1993. *Manual para la construcción en adobe*. Lima.
- NEVES, M. et al. 1994. *Arquitectura de Tierra en Iberoamérica. Habiterra Rad. 14A*. Buenos Aires. Impresiones Sudamérica.

- Norma IRAM 11604: Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculos y valores mínimos.
- O`REILLY, W. 1996. *Sustainable landscape design in arid climates*. Publish by The Aga Khan Trust for Culture. Réunies de Lausanne. Switzerland. ISBN: 2-940212-01-5
- OLGAY, V. 1963. *Design with climate*. Princenton University Press.
- ONUMA, J. 2006. *Construyendo con quincha mejorada*. Proyecto desarrollo de capacidades locales para la planificación y gestión de riesgos en los distritos de Gocio Prado y Alto Larán. PREDES (ed).
- PLANELLES, M. 1999. *Revista Vía Arquitectura Nº 4, Habitar*. Colegio oficial de arquitectos de la comunidad valenciana. Generalitat Valenciana. España. ISSN: 1137-7402.
- ROMERO, G. et al. 2004. *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción del hábitat*. Tecnologías para viviendas de interés social HABYTED. CYTED. México.
- SARAIVA MADRIGAL, M. 2004. *El significado de habitar. Ciudades para un futuro más sostenible*. Boletín CF+S 26. Valladolid. España.
- SERRA, R.; COCH, E. 1995. *Arquitectura y energía natural*. Edicions UPC. Universidad Politécnica de Cataluña. ISBN: 84-7653-505-8
- STEPHEN MacDONALD, G. 1999. *Construcción con fardos de paja*. New Mexico.
- SWENTZELL STEEN, A.; STEEN, B. 1994. *The Straw Bale House*. Chelsea Green Publishing Company.
- TOMEIO, F.; SELLANES, G. 2008. *Materiales alternativos*.
- WBCSD. 2000. *Ecoeficiencia. Creando más con menor impacto*. CECODES.

A.1. ANEXO 1: SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LA QUINCHA

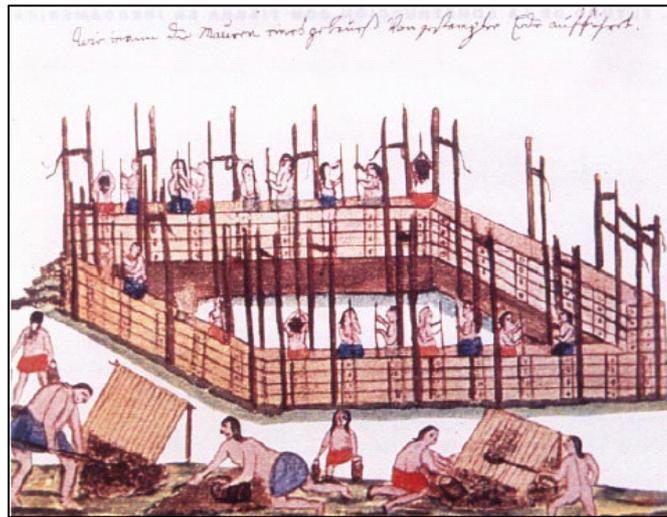


FIGURA 1.17: Aborígenes trabajando en una construcción de quincha en el Virreinato del Perú, circa 1550. (FUENTE: Museo Indígena: www.oni.escolas.edu.ar)

- Introducción a la técnica

La tierra utilizada como material de construcción para viviendas ha sido y es aún hoy parte importante del desarrollo de los asentamientos humanos en América Latina.

El uso y el tiempo fueron mostrando las posibilidades de las diferentes técnicas, una de ellas es la que conocemos como la familia de los “Entramados” o “Técnicas mixtas” por cuanto recurre a la madera principalmente como estructura de soporte, que luego es recubierta con la tierra a modo de revoque. Este “entramado” adquiere nombres variados en los distintos países latinoamericanos.

En los países del área andina (Ecuador, Perú, Bolivia) llegando hasta el Norte de la Argentina se lo llama “quincha”, en Brasil se lo denomina “taipa” y en otros países va cambiando de nombre (palo a pique, estaqueo, pared francesa, entre otros), aunque en muchos de ellos es conocido también con el nombre de “bahareque”.

La técnica del uso de la tierra como “entramado” o “quincha” es clasificada por lo general como un sistema constructivo artesanal. Tradicionalmente ha sido construido en base a materiales naturales no procesados (la mayor parte de ellos), utilizados individualmente o combinados.

En la actualidad se encuentran sin embargo muchos y muy buenos ejemplos de producción de elementos de soporte semi-industrializados, que facilitan su colocación en obra, y que aseguran una mayor calidad constructiva de los cerramientos dando lugar a lo que se denomina “quincha mejorada”.

La técnica de la quincha mejorada esta conformada por dos partes: una industrializada o semi-industrializada, que conforman principalmente la estructura (rollizos de madera, correas, entre otros) y una parte artesanal, que son los cierres realizados con entramado de caña y barro con paja.

- Quincha (definición)

La palabra «quincha» en el vocabulario quechua, esta vinculada al uso de la «caña o varillas de madera». El término se utiliza para referirse a un original sistema constructivo «sismo resistente» que se desarrolló en Perú desde la época del virreinato para construir edificaciones utilizando materiales del lugar (Figura 1.17)

- Antecedentes históricos y evolución de la técnica

En Latinoamérica, se utilizó y se sigue empleando la quincha como un sistema constructivo que resuelve técnicamente la necesidad de paredes en las viviendas. Su evolución data de la época precolombina como lo atestiguan algunos ejemplos de sitios históricos como el caso de “Joya de Cerén”, en El Salvador. Estas construcciones datan de los años 600 DC y fueron conservadas como resultado de la acción de un volcán que las cubrió con cenizas. Sin embargo es usual ver hoy desarrollos constructivos que incorporan entramados principalmente en el área rural, en los poblados y en los barrios populares de las grandes urbes.

Además, este sistema se encuentra presente prácticamente en todos los climas. En el caso de Ecuador por ejemplo, se recurre al bahareque en Guayaquil, con sus elevadas temperaturas y en Cuenca con clima mucho más frío. Así con este ejemplo indicamos que esta técnica se usa al nivel del mar y en las alturas de los Andes.

El uso popular de la quincha en América Latina se desarrolló como solución a la demanda de vivienda, principalmente en los sectores de escasos recursos.

- Desde la colonia

La influencia hispana agrega evidentemente variadas tecnologías a las de entramado, y al incidir en el cambio de las tipologías arquitectónicas indígenas incorpora a su vez nuevos materiales, utilizando sistemas y formas que sustituyeron a las autóctonas o se fundieron con ellas utilizando mano de obra nativa.

A esta etapa podríamos denominarla colonial o intermedia, donde la arquitectura recurre principalmente a los materiales del sitio (barro, caña y piedra), ya que la madera provenía desde el sur del continente o desde la selva amazónica. La Figura 1.18 muestra un ejemplo de esta etapa.



FIGURA: 1.18: Se observa el Palacio Torre Tagle (Lima, Perú), construido a base de quincha, 1763. (FUENTE: Colección Documental del Perú, 1993)

La siguiente etapa es aquella donde la introducción de materiales modernos e industrializados principalmente en el área urbana desde mediados del siglo XIX va definiendo nuevas tipologías “urbanas”, con una incorporación creciente de materiales semi-industrializados e industrializados. Esto se produce por la baja resistencia sísmica que ofrecían las técnicas de tierra, además de la figura de pobreza que habían generado las construcciones realizadas con estos sistemas.

- Avances de la técnica

A partir del siglo pasado en Perú se comenzó a reutilizar este sistema constructivo y se optimizó, de acuerdo a la experiencia, para hacerlo más resistente a sismos, inundaciones y ventarrones. Se agregaron una serie de modificaciones al sistema, confirmando así el sistema de la “quincha mejorada”.

Esta tecnología supone un progreso en relación al uso de quincha tradicional y a las diversas variaciones que se han ido experimentando a lo largo de los últimos treinta años por parte de los constructores, de las instituciones que norman las construcciones en cada país y los programas de construcción de las universidades.

Las edificaciones de quincha mejorada, generalmente se diseñan para un solo piso pero, en condiciones favorables, también pueden realizarse construcciones de dos pisos.

- Principales mejoras introducidas

1. Construcción del cimiento ciclópeo corrido, lo cual otorga más estabilidad a las columnas vinculadas al mismo.
2. Columnas de madera son impregnadas con aceite quemado o brea a nivel de fundaciones para evitar pudrición por contacto con la humedad del terreno.
3. Las columnas son fijadas al cimiento para lograr mayor anclaje mediante el uso de hierros nervados.
4. Uso obligado de sobrecimiento o zócalo para evitar que la humedad del suelo afecte a la madera y las cañas de las paredes.
5. Tejido de las paredes con cañas trenzadas, lo cual da mayor estabilidad.
6. Amarrado de vigas, columnas y techo con alambre y anclajes para evitar que los vientos fuertes arranquen el techo y consolidar la estructura a nivel funcional.
7. Aleros anchos para evitar que el agua de lluvia caiga cerca de las paredes.

- Armado del sistema

El sistema constructivo está conformado por dos partes: una industrializada o semi-industrializada, principalmente la estructura; y una parte artesanal conformada por los cierres de muros.

Para la estructura se utilizan rollizos de álamo o eucaliptus de 0.2 m de diámetro en columnas. En vigas y techo, el diámetro resulta menor, (0.16 m mínimo). Los rollizos se entierran en una longitud variable dependiendo del tipo de terreno.

El cimiento se realiza con hormigón ciclópeo (para preservarlo de la humedad del terreno) y se atraviesan en la parte del rollizo que quedará dentro del hormigón, hierros nervados de 8mm de diámetro con longitudes de 30 cm a 40 cm. con ganchos en las puntas. Estos

hierros quedarán sumergidos en el hormigón ciclópeo y ayudarán a una mejor vinculación del rollizo a la fundación.

A las columnas se vinculan elementos horizontales (también de madera), a nivel de dintel, conformando cuadros estructurales que posteriormente son rigidizados utilizando una diagonal para fortalecer la estructura. (Como en el caso de la vivienda pinariega de España).

Esto constituye la estructura del sistema y el esquema se puede visualizar en la Figura 1.19.

Una vez conformada la estructura, se procede al armado del techo. Este se construye con una estructura liviana y dúctil, utilizando materiales regionales: vigas y correas de álamo tratados y/o canteados y utilizando caña o machimbre como cielorraso visto. Se coloca aislamiento térmico (poliestireno expandido, lana de vidrio o un relleno de hormigón alivianado con pomeca puzolánica). Al exterior se puede colocar desde chapa hasta tejas cerámicas.

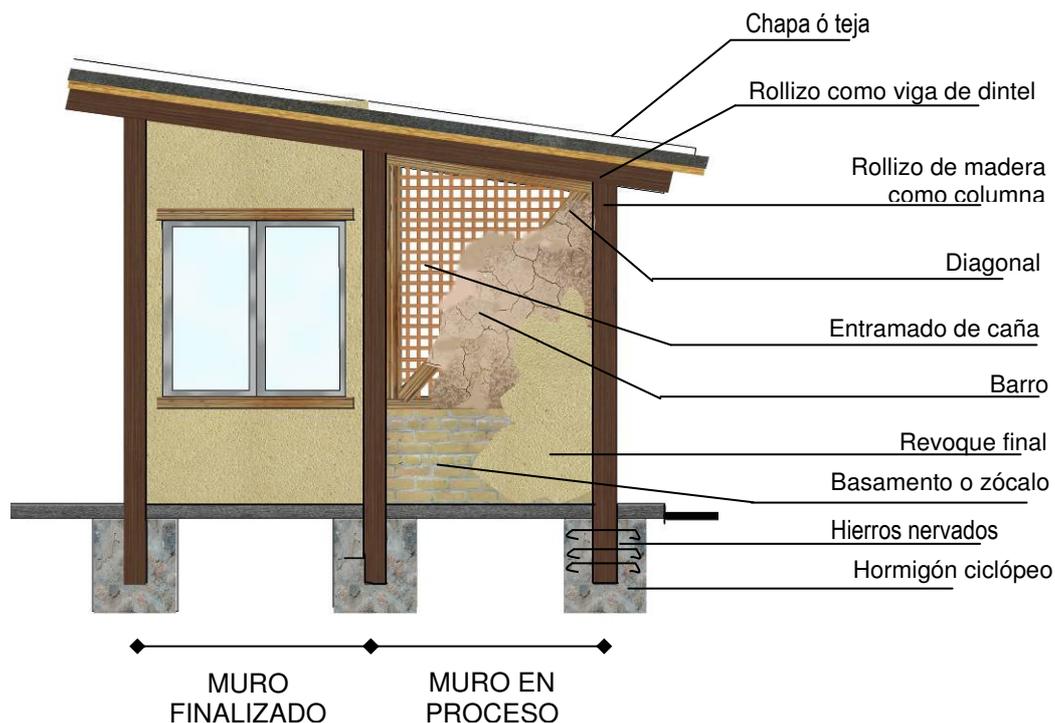


FIGURA 1.19: Esquema de la estructura del sistema constructivo.

Una vez realizada la estructura y el techo, se procede al armado de las paredes. Primeramente se construirá un basamento de piedra o ladrillo de 0,80 m (para evitar el contacto del agua con la tierra). A partir de esta altura, se colocara un recuadro de madera con una diagonal para rigidizar el muro y luego se colocara la caña generando un

entramado, a la que se agregara el barro mezclado con paja. Una vez seco el cierre, se procede a revocar la cara exterior del muro para proteger la pared del clima y la lluvia.

En el interior, se puede revocar, y luego pintar o colocar azulejos, con el cuidado de no impermeabilizar las paredes, para no obstruir la capacidad higroscópica de la tierra.

- Ventajas del uso de la quincha mejorada

- Se requiere menos tiempo para construir con quincha que con adobe, tapial, hormigón o ladrillo.
- Se encuentra en forma abundante de manera natural y la mayoría de las veces gratis. Sino, con un costo mucho menor que cualquier material estandarizado.
- Se utilizan materiales propios del lugar.
- La tierra es un material con muy buena inercia térmica, regula y mantiene la temperatura interior en relación con el exterior y es higroscópica, es decir, un excelente regulador de la humedad ambiente. (solución para problemas respiratorios)
- Fácil reciclaje: Es un material reutilizable.
- Ahorra energía ya que no se requieren procesos industriales para su producción, ni alta inversión en equipos de montaje.
- Permite la autoconstrucción y construcción por ayuda mutua, debido a la sencillez del sistema constructivo.
- Permite la construcción de la estructura y la cubierta antes de realizar la albañilería.
- No requiere alta tecnificación de mano de obra. Solo una adecuada guía técnica es suficiente.
- Posee buen comportamiento ante solicitaciones sísmicas por su bajo peso y uniones elásticas.

- Exigencias del sistema constructivo

- Colocar suficiente cantidad de fibra al barro para evitar las contracciones por secado.
- Mejorar la adherencia del empañetado al material de relleno.
- Proteger la estructura (madera) de la humedad para evitar la pudrición.
- Aleros amplios para evitar contacto de las paredes con agua de lluvia.

- Consideraciones de diseño

Usando recursos locales, se logran casas frescas, ventiladas, y cómodas, que conjugan con el paisaje natural.

El entramado de caña se puede realizar de diferentes maneras, y en muros interiores, pueden quedar a la vista como detalle constructivo. En la Figura 1.21 se muestran algunas de las amplias posibilidades de colocación de la caña.



FIGURA 1.21 En las fotografías superiores puede observarse diferentes formas de colocación de la caña y como forman parte del diseño del muro. (FUENTE: Arq. Fernández, 1999)

ENCUESTA: CONFORT AMBIENTAL Y CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL EN USPALLATA, MENDOZA

DATOS GENERALES: VIVIENDA TIPO DEL BARRIO MILITAR						Hora:13:34	
Tipología de vivienda: COMPACTA		Encuestado: Sra. María Acosta		Sexo: Femenino		Edad: 55 años	
Dirección: Calle Aconcagua n° 75				Barrio: Militar			
Condición de los ocupantes:		Propietario:		Arrendatario: X*		otro	
¿Hace cuántos años vive en esta casa? 9 años							
¿Posee vehículo particular?		automóvil		bicicleta X		moto	
				otro X caminando			
CONSUMO							
¿Cuál es la sup. del terreno?: 1000m2							
Sup. construida original		110 m2		Sup. abierta (patio)		890m2	
				Sup. ampliación:		----- terraza NO	
¿Cuántas personas habitan o viven en esta casa? 5				¿Cuál es el consumo mensual de cada combustible?			
niños (>17años)		2		gas natural: --		gas envasado: \$ 40	
				leña:			
adultos (18-64)		3		¿Cuál es el combustible utilizado en la vivienda? Para calefacción: leña y kerosene			
personas mayores (<65)		---		Para cocción: gas envasado		para agua caliente (ACS): gas envasado	
¿Cuál es el consumo mensual de electricidad? \$83,40 (verano)							
para q la usa? Iluminación				Q focos tiene? Incandescentes y tubo blanco			
CONFORT INTERIOR							
¿En que lugar de la casa los habitantes pasan la mayor parte del tiempo? Principalmente en Cocina y en menor medida Hab. Norte							
¿Qué es lo que mas le gusta de su casa? La luz de las habitaciones Norte							
Temperatura							
¿Su casa en verano es?		muy fría		fresca X		confortable	
						calurosa	
¿Su casa en invierno es?		muy fría X		fresca		confortable	
						calurosa	
						muy calurosa	
¿Cómo se siente AHORA? Con frío cuando salgo de la cocina							
¿Qué hace para refrescar su casa en verano?				¿Qué hace para calentar su casa en invierno?			
Abrir las ventanas				Encender estufa (Kerosene) y cerrar habitaciones de uso esporádico (comedor)			
¿Cuál es la hab. Mas calurosa?				¿Cuál es la habitación mas fría?			
Cocina (en invierno y verano)				Habitación al Sur, baño y comedor			
La calefacción de la vivienda se realiza mediante		gas env. X		electricidad		leña	
						otro X Kerosene	
¿Utilizan aire acondicionado? No, con abrir las ventanas es suficiente para refrescar la casa							
Humedad							
¿Tiene problemas de humedad? No.							
¿Posee jardín? Si. Rodea la casa							
¿Tiene plantas en el interior de la casa? No							
Iluminación							
¿Cómo considera su casa en términos de iluminación natural?		oscura		algo oscura		clara X	
						muy clara	
						demasiado luminosa	
¿Cómo la considera ahora? bien iluminada							
¿Cuál es la hab. Con mayor iluminación natural? Dormitorios Norte				¿Cuál es la hab. mas oscura? Habitación Sur y baño			
¿Protección solar?		cortinas X		árbol X		persianas X	
						pergolado	
						alero X	
Materiales carpinterías		madera X		aluminio		PVC	
						Simple contacto X	
						Doble contacto	
						vidrio simple X	
						DVH	
Espacio							
¿Ha realizado transformaciones en la vivienda? No				¿Cuál ha sido la ultima transformación?			
¿Qué otras transformaciones ha realizado durante los años que habita en ella?							
ventanas, ampliar		cocina		incorporación muros			
pintura exterior		pintura interior X		cierre techo patio			
patio-terracea		fachada exterior		cambio de pisos		X	
antejardín		nueva habitación (tabiques)					
Ventilación							
¿Cuántas horas por día abre las ventanas?		Menos de 1 X (invierno)		1 a 2		3 a 4	
						mas de 5 X (verano)	
¿Problemas con olores prolongados? No				¿Problemas con corriente de aire interior? Sí. Permanentes			
¿Problemas de ruido? No							
CONSTRUCCIÓN							
¿Posee aislaciones térmicas?		Techo: Si. Poliuretano expandido		Muro: No.		Piso: No	
¿Tipo de tejado? cielorraso suspendido interior y teja cerámica exterior				Material muro perimetral: Solo ladrillo			
Revoque interior o exterior: Si. interior y exterior, grueso y fino con pintura				¿Esta realizada la vereda? No			
¿Material del solado del jardín?		verde X		seco		de baldosa	

X*: vivienda concedida para uso familiar por 10 o más años mientras dure el servicio de la familia al ejército

ENCUESTA: CONFORT AMBIENTAL Y CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL EN USPALLATA, MENDOZA

DATOS GENERALES: VIVIENDA CONSTRUIDA MEDIANTE PLANES DEL GOB.PROVINCIAL						Hora:13.14	
Tipología de vivienda: COMPACTA		Encuestado: Sra. Berta		Sexo: Femenino		Edad: 47 años	
Dirección: Calle C° Tolosa esq. C° Montura.				Barrio: Jardín Norte			
Condición de los ocupantes:		Propietario: X		Arrendatario:		otro	
¿Hace cuántos años vive en esta casa? 9 años							
¿Posee vehículo particular?		automóvil X		bicicleta		moto X otro	
CONSUMO							
¿Cuál es la sup. del terreno?: 168m2							
Sup. construida original		78.75 m2		Sup. abierta (patio)		109m2	
Sup. ampliación:		-----		terrazza		NO	
¿Cuántas personas habitan o viven en esta casa? 4				¿Cuál es el consumo mensual de cada combustible?			
niños (>17años)				gas natural: ----		gas envasado: \$ 80 mensual leña: ----	
adultos (18-64)		4		¿Cuál es el combustible utilizado en la vivienda? Para calefacción: electricidad ppal y gas envasado			
personas mayores (<65)				Para cocción: gas env. y electricidad para agua caliente (ACS): gas envasado			
¿Cuál es el consumo mensual de electricidad? \$500 mensual							
para q la usa? Iluminación, cocina y calefacción				Q focos tiene? incandescentes			
CONFORT INTERIOR							
¿En que lugar de la casa los habitantes pasan la mayor parte del tiempo? Estar, por el tamaño que posee							
¿Qué es lo que mas le gusta de su casa? Espacios bien definidos para poder desarrollar diferentes actividades							
Temperatura							
¿Su casa en verano es?		muy fría		fresca X		confortable	
¿Su casa en invierno es?		muy fría		fresca X		confortable	
calurosa		muy calurosa		calurosa		muy calurosa	
¿Cómo se siente AHORA? Con frío cuando salgo de la cocina							
¿Qué hace para refrescar su casa en verano? Abrir las ventanas todo el día				¿Qué hace para calentar su casa en invierno? estufas todo el día Encender			
¿Cuál es la hab. Mas calurosa? Cocina y dormitorio Norte				¿Cuál es la habitación mas fría? Habitaciones al Sur			
La calefacción de la vivienda se realiza mediante		gas X		electricidad X		leña otro	
¿Utilizan aire acondicionado? No es necesario. Se abren las ventanas							
Humedad							
¿Tiene problemas de humedad? Si, en las paredes, principalmente al Sur y Oeste							
¿Posee jardín? Si. (con muy poca vegetación)							
¿Tiene plantas en el interior de la casa? No							
Iluminación							
¿Cómo considera su casa en términos de iluminación natural?		oscura		algo oscura		clara	
muy clara X		demasiado luminosa		¿Cómo la considera ahora? Luminosa			
¿Cuál es la hab. Con mayor iluminación natural? Dormitorio Norte y cocina				¿Cuál es la hab. mas oscura? Habitaciones al Sur			
¿Protección solar?		cortinas X		árbol		persianas	
pergolado		alero X		Materiales carpinterías		madera	
chapa X		PVC		Simple contacto X		Doble contacto	
vidrio simple X		DVH		Espacio			
¿Ha realizado transformaciones en la vivienda? Si				¿Cuál ha sido la ultima transformación? Cierre conexión estar-cocina			
¿Qué otras transformaciones ha realizado durante los años que habita en ella? Solo quitar la conexión de la cocina con el estar							
ventanas, ampliar		cocina		incorporación muros			
pintura exterior		pintura interior		cierre techo patio			
patio-terrazza		fachada exterior					
antejardín		nueva habitación (tabiques)					
Ventilación							
¿Cuántas horas por día abre las ventanas?		Menos de 1 X (invierno)		1 a 2		3 a 4	
mas de 5 X (verano)		¿Problemas con olores prolongados? No		¿Problemas con corriente de aire interior? Sí. Molestas.			
¿Problemas de ruido? No		Cuesta mantener los problemas de infiltración de aire					
CONSTRUCCIÓN							
¿Posee aislaciones térmicas?		Techo: Si. Poliestireno expandido		Muro: No. Muros de ladrillo		Piso: No. Uso de cerámico	
¿Tipo de tejado? Machimbre interior con chapa exterior				Material muro perimetral: Ladrillo visto			
Revoque interior o exterior: No				¿Esta realizada la vereda? Si			
¿Material del solado del jardín?		verde		seco X		de baldosa	

ENCUESTA: CONFORT AMBIENTAL Y CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL EN USPALLATA, MENDOZA

DATOS GENERALES: VIVIENDA CONSTRUIDA POR LOS HABITANTES DE LA ZONA						Hora:12:38	
Tipología de vivienda: ABIERTA (de 1957)		Encuestado: Sr. Pablo López		Sexo: Masculino		Edad:37 años	
Dirección: Av. Las Heras 230				Barrio: Comercial			
Condición de los ocupantes:		Propietario: <input checked="" type="checkbox"/>		Arrendatario:		otro	
¿Hace cuántos años vive en esta casa? 5 años							
¿Posee vehículo particular?		automóvil <input checked="" type="checkbox"/>		bicicleta		moto	
CONSUMO							
¿Cuál es la sup. del terreno?: 460m2							
Sup. construida original		58 m2		Sup. abierta (patio)		402m2	
Sup. ampliación:		-----		terrazza		-----	
¿Cuántas personas habitan o viven en esta casa? 1				¿Cuál es el consumo mensual de cada combustible?			
niños (>17años)		---		gas natural: ---		gas envasado: \$40 mensual aprox. leña: ---	
adultos (18-64)		1		¿Cuál es el combustible utilizado en la vivienda? Para calefacción: gas envasado			
personas mayores (<65)		---		Para cocción: gas licuado		para agua caliente (ACS): gas licuado	
¿Cuál es el consumo mensual de electricidad? \$ 93 mensual							
para q la usa? Iluminación, cocción y entretenimiento				Q focos tiene? Incandescentes			
CONFORT INTERIOR							
¿En que lugar de la casa los habitantes pasan la mayor parte del tiempo? Comedor, por la luz y la temperatura que se logra con la estufa encendida							
¿Qué es lo que mas le gusta de su casa? Comedor (por luz y color)							
Temperatura							
¿Su casa en verano es?		muy fría		fresca <input checked="" type="checkbox"/>		confortable	
¿Su casa en invierno es?		muy fría		fresca <input checked="" type="checkbox"/>		confortable	
¿Cómo se siente AHORA? Confortable							
¿Qué hace para refrescar su casa en verano?				¿Qué hace para calentar su casa en invierno?			
Abrir las ventanas prácticamente todo el día				Encender estufa casi todo el día mientras está en casa			
¿Cuál es la hab. Mas calurosa?				¿Cuál es la habitación mas fría?			
Habitación Noreste				Habitación al Sureste por lo que no se usa como tal sino como depósito			
La calefacción de la vivienda se realiza mediante				gas env. <input checked="" type="checkbox"/>		electricidad	
¿Utilizan aire acondicionado?		No hace falta					
Humedad							
¿Tiene problemas de humedad? No.							
¿Posee jardín? Si. Con varios árboles pero alejados de la vivienda							
¿Tiene plantas en el interior de la casa? No							
Iluminación							
¿Cómo considera su casa en términos de iluminación natural?		oscura		algo oscura		clara <input checked="" type="checkbox"/>	
¿Cómo la considera ahora?		Bien iluminada					
¿Cuál es la hab. Con mayor iluminación natural? Comedor y hab. Sureste				¿Cuál es la hab. mas oscura? Habitación Sur			
¿Protección solar?		cortinas <input checked="" type="checkbox"/>		árbol		persianas	
Materiales carpinterías		madera <input checked="" type="checkbox"/>		aluminio		PVC	
				Simple contacto <input checked="" type="checkbox"/>		Doble contacto	
				vidrio simple <input checked="" type="checkbox"/>		DVH	
Espacio							
¿Ha realizado transformaciones en la vivienda? No				¿Cuál ha sido la ultima transformación? -----			
¿Qué otras transformaciones ha realizado durante los años que habita en ella?							
ventanas, ampliar		cocina: distribuir		<input checked="" type="checkbox"/>		incorporación muros	
pintura exterior		pintura interior		<input checked="" type="checkbox"/>		cierre techo patio	
patio-terrazza		fachada exterior				cambio de pisos	
antejardín		nueva habitación (tabiques)					
Ventilación							
¿Cuántas horas por día abre las ventanas?		Menos de 1 <input checked="" type="checkbox"/> (invierno)		1 a 2		3 a 4	
¿Problemas con olores prolongados?		No		¿Problemas con corriente de aire interior?		No	
¿Problemas de ruido?		No					
CONSTRUCCIÓN Se han colocado persianas al Sur, de manera de tapiar esas aberturas para evitar perder calor							
¿Posee aislaciones térmicas?		Techo: Si. Poliestireno expand		Muro: No. Ladrillón únicamente		Piso: No. Usa piso cerámico	
¿Tipo de tejado? cielorraso suspendido interior y teja cerámica exterior				Material muro perimetral: Solo ladrillo			
Revoque interior o exterior: Si. interior y exterior, grueso y fino con pintura				¿Esta realizada la vereda? No			
¿Material del solado del jardín?		verde <input checked="" type="checkbox"/>		seco		de baldosa	