

PROTOTIPO BIOCLIMÁTICO DE VIVIENDA SOCIAL PARA ZONA ÁRIDA URBANA

A. Kurbán¹, M. Cúnsulo², M. Matar³, A. Ortega⁴, V. Ripoll⁴
INEAA (Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental)

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) – Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
Santa Fe 198 Oeste 1° Piso, J5400ZAA San Juan. Email: akurban@unsj.edu.ar. Tel (0264) 4202664

Recibido 02/09/15, aceptado 02/11/15

RESUMEN: se presenta un prototipo de vivienda bioclimática evolutiva de interés social para zonas áridas, previsto para lotes ubicados en diferentes orientaciones y condiciones de acceso respecto a la calle. Las estrategias de diseño bioclimático del clima urbano de San Juan, se calculan con una estadística de 18 años. Se incorporan al diseño, estrategias de conservación de energía, ganancia solar directa, Muros Trombe, chimenea solar, iluminación natural, calefón solar y paneles fotovoltaicos. La simulación térmica se realiza con el software SIMEDIF. Los resultados en invierno presentan un $\Delta T^{\circ}\text{C}$ promedio diarios de 6,87 $^{\circ}\text{C}$ en Estar Comedor; 10,94 y 11,22 $^{\circ}\text{C}$ en los dormitorios ubicados al norte y 4,98 $^{\circ}\text{C}$ en el dormitorio orientado al sur. En verano, los $\Delta T^{\circ}\text{C}$ promedio diarios son: -4,26 $^{\circ}\text{C}$ en Estar Comedor; -4,54 $^{\circ}\text{C}$ en los dormitorios ubicados al norte y -2,76 $^{\circ}\text{C}$ en el dormitorio orientado al sur. No se considera el efecto de la chimenea solar, ya que se encuentra en etapa de diseño.

Palabras Clave: Arquitectura Bioclimática – Modelización Térmica - Vivienda Social - Zonas Áridas

INTRODUCCIÓN

Se entiende a la vivienda de interés social, como un tipo de solución habitacional que la sociedad orienta a un sector de ella, con el objetivo de resolver un problema que se manifiesta en términos críticos como carencia o déficit. Por tanto, la vivienda social es aquel tipo de repuesta orientada a mejorar la situación habitacional de los sectores económicamente más precarios de la sociedad. Los esfuerzos realizados en nuestro país para dar solución al déficit habitacional de la población más carenciada, atiende particularmente a construir la mayor cantidad de viviendas con el menor costo de inversión. Esto se traduce en inadecuadas condiciones ambientales: deficiente calidad de los materiales, tecnología no adecuada, malas características higrotérmicas, superficies mínimas, morfologías inexpresivas, espacialidad comprometida, etc. Por tanto, en general se repiten prototipos de viviendas individuales o colectivas, que no atienden a las particularidades del área de implantación de cada una de ellos con las consecuencias por todos conocidas: uniformidad morfológica, deficientes condiciones de confort, falta de identidad con el sitio y sus ocupantes, anonimato, etc.

Son numerosos los trabajos científicos orientados a estudiar las condiciones de confort higrotérmico de las viviendas sociales ejecutadas por el Estado. Todos ellos concluyen en su falta de adaptación al sitio y sus déficit de confort térmico, así como en el gasto energético que requiere su acondicionamiento climático (Czajkowski, 2004; Díaz, 2004; Mitchell 2009; Mercado, 2008 a y b; Basso, 2008; Thomas, 2008).

La necesidad de crear condiciones de confort higrotérmico, se incrementan ante la rigurosidad climática. En este sentido el clima urbano del Área Metropolitana de San Juan (AMSJ), ubicada al sureste de la provincia del mismo nombre en la República Argentina, es Árido (índice Thornthwaite = 0.0794) y Continental (Gorczyński [K]= 34.12). Posee elevadas amplitudes térmicas tanto diarias como

¹ Prof. Titular FAUD-UNSJ; Prof. Ppal. CONICET

² Prof. Adjunto FAUD-UNSJ; Pof. Ppal. CONICET

³ Alumno Adscripto FAUD-UNSJ

⁴ Prof. JTP FAUD-UNSJ

estacionales y anuales (17,3°C). Bajos tenores de humedad (promedio anual = 40,92%). Régimen estival de escasas precipitaciones (Anual = 77,72mm). Elevada radiación solar en todo el año (490W/m²), como consecuencia de una nubosidad cada más reducida. Déficit de agua de 979,28mm. Durante todo el año el viento más frecuente es del sector sur (promedio 7km/h), con ráfagas intensas asociadas a tempestades de polvo en ocasiones de cambio de tiempo. Previo a los cambios de tiempo suele aparecer un viento local denominado "Zonda", que es un efecto föhen, caracterizado por aire muy deshidratado y tórrido que puede durar desde horas hasta varios días (Kurbán, *et al.*, 2015).

A las rigurosas condiciones climáticas descriptas, debe adicionársele el muy alto porcentaje de población urbana de la ciudad: 88,35% y un índice de concentración urbana del 69,9% (Torres, 2012).

Lo dicho anteriormente exige respuestas que confluyan en soluciones habitacionales ambientalmente sustentables y que por tanto contemplen también las condiciones de matriz energética de la Argentina altamente dependiente de recursos gasíferos y sin autoabastecimiento interno de petróleo, como también la estructura de consumo energético para acondicionamiento térmico en el AMSJ (op. cit., 2015).

ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO DEL CLIMA URBANO ÁRIDO DEL AMSJ

El cálculo de Estrategias de Diseño Bioclimático del clima urbano árido del Área Metropolitana de San Juan, fue realizado con el procedimiento de D. Watson (1983), adaptado por M. Cúnsulo (Kurbán, 2015), para obtener analíticamente la cantidad de horas anuales de cada estrategia según Estación climática, Formas de intercambio de calor y Fuentes o Absorbedores de calor. La estadística corresponde a datos propios obtenidos con una estación meteorológica marca DAVIS Vantage Pro2 PlusTM, con alimentación dual (batería solar fotovoltaica), software WeatherLink y consola de registros. Está ubicada en la Banda Eminentemente Urbana (BUC) (Papparelli, *et al.*, 2009), del Área Metropolitana de San Juan. La estación meteorológica se programó para realizar registros cada 60 minutos, con lo cual su capacidad de autonomía en el almacenamiento de datos fue de 90 días.

Las Estrategias Bioclimáticas del clima urbano de del AM San Juan, se calcularon con una estadística meteorológica de dieciocho años, 1995-2013. En las Tablas 1 y 2, se presenta el cálculo de las estrategias anuales mes por mes y estacional.

ESTRATEGIA BIOCLIMÁTICA		PERÍODO 1995-2013 - % MENSUAL DE HORAS POR CADA ESTRATEGIA BIOCLIMÁTICA												% ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
CALEFACCIÓN	ZONA 1	0,0	0,1	0,1	1,5	8,5	23,7	26,4	14,7	5,1	0,9	0,1	0,0	6,8
	ZONA 2	0,0	0,4	0,4	3,8	11,9	18,4	19,5	16,3	7,6	2,0	0,3	0,1	6,7
	ZONA 3	0,3	1,0	1,4	7,1	18,9	21,3	20,6	18,5	12,5	4,4	1,3	0,4	9,0
	ZONA 4	1,4	2,8	3,4	13,4	19,4	16,2	15,3	16,5	16,0	8,2	4,2	1,2	9,8
	ZONA 5	5,5	9,8	17,1	30,3	24,6	15,2	13,8	20,0	26,4	23,7	15,7	6,9	17,4
HUMIDIF.	ZONA 6	2,4	2,6	0,6	1,7	2,5	1,6	1,9	6,7	13,2	11,4	6,7	4,0	4,6
	ZONA 6 B	0,9	1,2	0,7	1,4	0,8	0,7	0,4	2,1	3,5	4,0	2,4	1,6	1,6
CONFORT	ZONA 7	32,1	35,1	45,7	31,5	12,7	2,5	1,7	3,1	9,9	25,7	33,9	31,2	22,1
ENFRIAMIENTO	ZONA 11	35,5	31,3	24,9	8,6	0,7	0,4	0,4	1,7	4,7	14,7	24,9	34,3	15,2
	ZONA 13	15,7	12,1	5,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,3	0,9	3,5	8,2	14,5	5,1
	ZONA 14	4,7	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	1,4	3,8	1,2
	ZONA 17	1,3	1,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,9	2,0	0,5
														100,0

Tabla 1: Estrategias de Diseño Bioclimáticas Mensuales y Anual – Período 1995/2013 – AMSJ. Método D. Watson adaptado por M. Cúnsulo

ESTRATEGIA BIOCLIMÁTICA		PERÍODO 1995-2013 - % ESTACIONAL				% PROMEDIO
		VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	
CALEFACCIÓN	ZONA 1	0,0	3,4	21,6	2,1	6,8
	ZONA 2	0,2	5,4	18,1	3,3	6,7
	ZONA 3	0,6	9,1	20,1	6,0	9,0
	ZONA 4	1,8	12,0	16,0	9,5	9,8
	ZONA 5	7,4	24,0	16,3	21,9	17,4
HUMIDIF.	ZONA 6 A	3,0	1,6	3,4	10,4	4,6
	ZONA 6 B	1,2	1,0	1,1	3,3	1,6
CONFORT	ZONA 7	32,8	29,9	2,5	23,2	22,1
ENFRIAMIENTO	ZONA 11	33,7	11,4	0,8	14,8	15,2
	ZONA 13	14,1	1,9	0,1	4,2	5,1
	ZONA 14	3,7	0,2	0,0	0,7	1,2
	ZONA 17	1,5	0,1	0,0	0,6	0,5
						100,0

Planilla 2: Estrategias de Diseño Bioclimáticas Estacionales – Período 1995/2013 – AMSJ
Método D. Watson adaptado por M. Cúnsulo

PAUTAS BIOCLIMÁTICAS SEGÚN NORMAS IRAM

El anteproyecto arquitectónico de la vivienda bioclimática se adecua a la normativa del Instituto Argentino de Normalización y Certificación – IRAM. Según su Clasificación Bioambiental (NORMA IRAM N° 11603) el área metropolitana de San Juan se encuentra ubicada en la zona IIIa (Figuras 1 y 2).

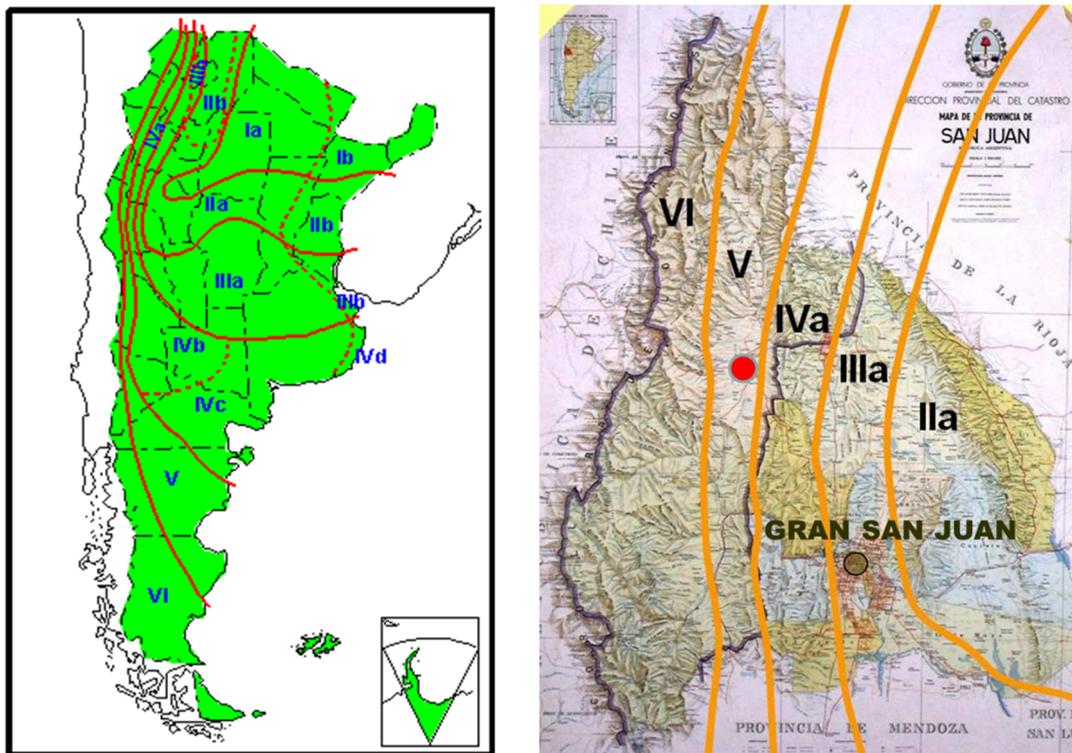


Figura 1: Clasificación Bioambiental Rep. Argentina NORMA IRAM N° 1160 3 - Clasificación Bioambiental de San Juan

La Competencia jurisdiccional de las zonas bioambientales, según la Norma citada es: Albardón, Capital, Chimbas, Jáchal, 9 de Julio, Pocito, Rawson, Rivadavia, Santa Lucía, Sarmiento. Las orientaciones para la Zona Bioambiental III son las que indican la Figura 2:

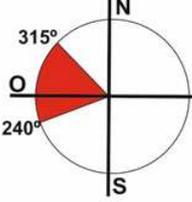
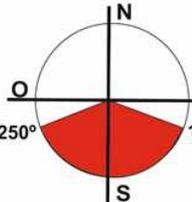
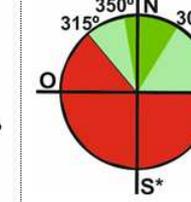
ZONAS BIOAMBIENTALES	ORIENTACIÓN CON PROTECCIÓN SOLAR NECESARIA	ORIENTACIÓN DONDE SE RECIBEN 2 HORAS ASOLEAMIENTO	ORIENTACIONES FAVORABLES Y ÓPTIMAS
ZONA III TEMPLADA CÁLIDA 30° LATITUD SUR			

Figura 2: Orientaciones por Zona Bioambiental III

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROTOTIPO BIOCLIMÁTICO DE VIVIENDA EVOLUTIVA

Teniendo en cuenta las Pautas de Diseño Bioclimático, las Prácticas Constructivas, las Normas IRAM y la normativa del Código de Edificación de San Juan, se ejecutó un Anteproyecto Arquitectónico en loteos urbanos tipo dimensionados para viviendas de interés social: superficie. 250m², anchos 10m y 12m. El Prototipo es de 2 Dormitorios y permite su evolución a 3 Dormitorios. Su diseño permite su ubicación en dos orientaciones cardinales, con dos variantes cada uno en relación con las orientaciones de los respectivos accesos principales. Por tanto, se logra el correcto aprovechamiento del recurso climático: solar y eólico. Las orientaciones son Norte-Sur, con acceso por el Norte y por el Sur; y orientación Este-Oeste, con accesos por el Este y Oeste.

En el caso de lotes orientados N-S, pueden poseer un ancho de 10,00m; en los orientados E-O, deberán tener 12,00m. Esto porque la vivienda deberá rotarse 30° respecto al norte permitiendo asoleamientos del NNE o NNO y barrido de las brisas del SSE o SSO.

El Partido de la vivienda responde a su condición bioclimática: locales de dormir y estar al sector Norte, y de servicios al sector Sur. El Estar-Comedor está ubicado con aberturas a los sectores Norte y Sur, a fin de permitir su localización en lotes con acceso por el Norte o por el Sur indistintamente, sin perjudicar su comportamiento bioclimático. Es decir que la vivienda siempre se ubica con la misma orientación, modificándose sus caras opuestas para permitir los accesos o las expansiones. Las decisiones bioclimáticas adoptadas en el prototipo fueron:

- CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA: Tratamiento del entorno; Aislación térmica muros exteriores y techo; Áreas Estar y Dormir orientadas al sector Norte; Áreas servicios (cocinas y sanitarios) orientadas al Sur; Carpintería de doble contacto y doble vidriado hermético; Postigones en ventanas y puerta vidriera; Área Estar y Dormir, con Pérgola; Ventilación cruzada en todos los ambientes.
- SISTEMAS PASIVOS: Ganancia Directa; Muro Solar con protección para verano; Chimenea Solar; Enfriamiento evaporativo del entorno.
- ILUMINACIÓN NATURAL: el Estar-Comedor-Cocina posee una superficie de 14m² de iluminación natural; en los dormitorios, el área vidriada es de 2m².
- CALENTAMIENTO DE AGUA: Calefón Solar ubicado sobre techo inclinado de Estar-Comedor.
- PROVISIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA: Panel Fotovoltaico ubicado sobre techo inclinado de Estar-Comedor, para alimentar artefactos de iluminación.

-
La superficie cubierta total de la vivienda es de 73,11m².

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE ACONDICIONAMIENTO UTILIZADOS

1) *Conservación de la Energía:*

- Muro: espesor 34cm
 - Ladrillón = 18cm
 - Placa de Telgopor = 50mm
 - Ladrillo cerámico hueco = 8cm
 - Revoque interior y exterior = 3cm
- Losa: espesor 22,50cm
 - Losa de H^oA^o = 12cm
 - Aislación térmica pomeca = 60mm
 - Carpeta + membrana = 30mm
 - Cielorraso: 15mm
- Carpintería de doble contacto y doble vidriado hermético
- Postigones en ventanas y puerta vidriera

2) **Organización interna del edificio:** el Prototipo se ha diseñado teniendo en cuenta el Partido Bioclimático Típico, con los azimuts de verano (120° E y O) y de invierno (60° E y O), para la ciudad de San Juan. El Estar-Comedor se orientó norte-sur; 2 de los 3 Dormitorios, se ubicaron al norte; 1 Dormitorio y los servicios (cocina y baño), se orientaron al sur.

3) *Sistemas Solares de acondicionamiento del aire*

- a) **Ganancia Directa:** se propone Ganancia Directa en Estar-Comedor y los 3 Dormitorios.
- b) **Muros Solares:** se propone aplicar Muro Solar (Trombe-Michel) en fachada Norte de Dormitorios, con ventilación superior e inferior para ventilación y protección solar en verano. Para acondicionar el dormitorio ubicado al sur se incorporó un dispositivo de inducción del aire caliente con un impulsor de baja revolución, desde el Muro Trombe de uno de los dormitorios orientados al norte.

Chimenea Solar: la Chimenea Solar se incorporó sobre la estructura del Paso, en conexión directa con los accesos a Estar –Comedor, Dormitorios, Cocina y Baño. Utiliza la radiación solar calentando el aire interior, disminuyendo su densidad y creando un flujo de convección natural desde los locales. La chimenea es de chapa de 2mm de espesor, según modelización a la carga de viento a una tensión de 0.0009394MPa (CIRSOC 201). Durante el invierno, la chimenea posee cerramientos móviles para impedir la transferencia de calor hacia el exterior.

4) **Calentamiento de Agua:** el Calefón Solar, está previsto con una capacidad de 320 litros, para servir a 7 personas (debido a la posibilidad de ampliación de la vivienda a 3 dormitorios). La superficie colectora es de 3m² y sus dimensiones, de 2,20 x 2,00 x 2,00m.

5) **Provisión de Energía Eléctrica para Iluminación:** se prevé instalar un Panel Fotovoltaico, consistente en un módulo de 40Wp, con celdas de silicio monocristalino. Sus dimensiones son: 53,7cm de ancho; 66,4 cm de largo y 2,5cm de espesor. Se ubica sobre el techo del Estar-Comedor, con una inclinación de 30° respecto a la horizontal. La prestación del módulo será para dar energía a las lámparas de bajo consumo, destinadas a la iluminación de la vivienda.

ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DEL PROTOTIPO

En la Figura 3 se presenta parte de la documentación técnica del Anteproyecto ejecutado con la ampliación a 3 dormitorios: Planta de elementos bioclimáticos; Corte 1-1 por Estar Comedor y Corte 2-2 por Cocina y Dormitorio. En la Figura 4, se muestran imágenes desde el acceso (sur) y desde las expansiones (norte).

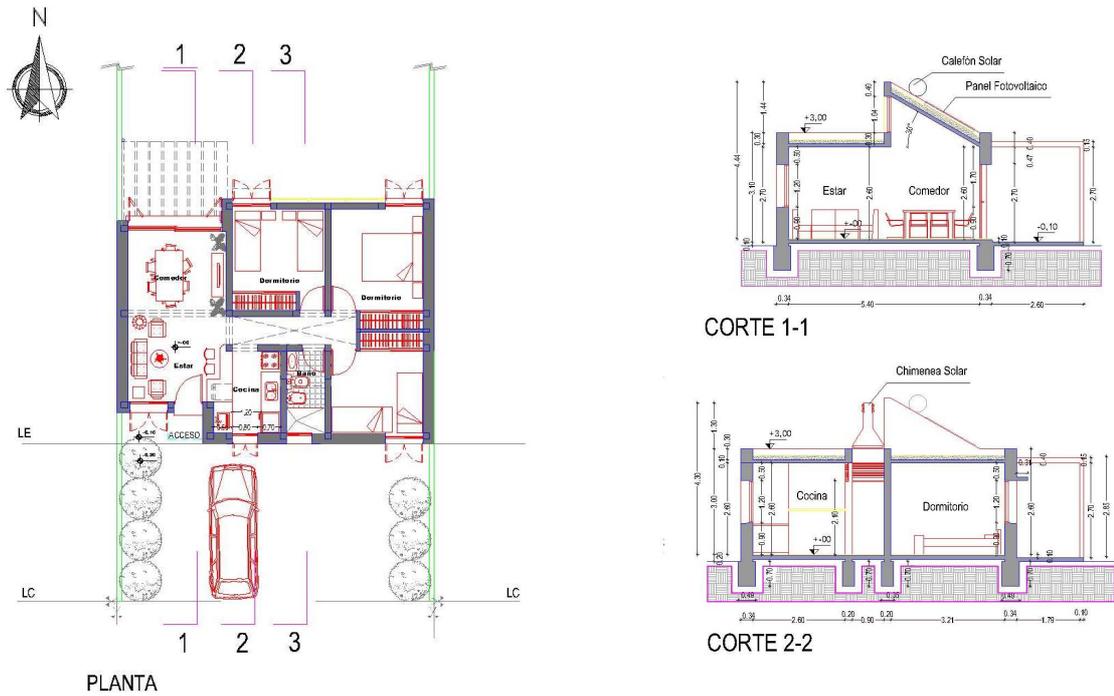


Figura 3: Planta; Corte 1-1 (Estar Comedor) y Corte 2-2 (Cocina y Dormitorio)



Figura 4: imágenes de la vivienda desde el acceso (sur) y desde las expansiones (norte).

CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA SEGÚN NORMAS IRAM

Para seleccionar tecnológicamente la envolvente de la vivienda, se definieron en principio tres tipos de mampostería y un tipo de losa:

- Muro Espesor de 24,30cm: Ladrillón = 18cm; Placa cementicia = 13mm con estructura de 35mm (tipo NOVOPLAC) y aislación interna con lana de vidrio; Revoque interior = 1,5cm
- Muro Espesor 26,5cm; Ladrillón = 18cm; Placa de Telgopor: 50mm; Metal desplegado en el exterior con revoque = 2cm; Revoque interior = 1,5cm
- Muro Espesor: 34cm; Ladrillón = 18cm; Placa de Telgopor = 50mm; Ladrillo cerámico hueco = 8cm; Revoque interior y exterior = 3cm
- Losa: Espesor 22,50cm; Losa de H°A° = 12cm; Aislación térmica pomeca = 60mm; Carpeta + membrana = 30mm; Cielorraso: 15mm

En los siguientes cuadros se presenta el cálculo de Transmitancia Térmica aplicado a los tres tipos de tecnología de Muros exteriores y a la Losa. Los valores normados por la Norma IRAM 11605/96 para Zona III (a) Norma IRAM 11603/96, son:

- TT según Norma IRAM para Muros: Verano menor a $2 \text{ W/m}^2\text{°C}$; Invierno, menor a $1,75 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- TT Norma IRAM para Techos: Verano menor a $0,76 \text{ W/m}^2\text{°C}$; Invierno, menor a $1,00 \text{ W/m}^2\text{°C}$

El cálculo de Transmitancia Térmica fue:

- MUROS EXTERIORES:
 - a) Muro espesor 24,30cm
 - Transmitancia Térmica Invierno y Verano = $0,77 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$
 - b) Muro espesor 26,5cm
 - Transmitancia Térmica Invierno y Verano = $0,48 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 - c) Muro espesor 34,0cm
 - Transmitancia Térmica Invierno y Verano = $0,44 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- TECHO
 - Transmitancia Térmica Invierno y Verano = $0,75 \text{ W/m}^2\text{°C}$

En función de los valores precedentes, se optó por utilizar en muros exteriores, la opción c), de 34cm.

SIMULACIÓN TÉRMICA DEL PROTOTIPO CON SOFTWARE SIMEDIF

La modelización térmica se realizó con el software SIMEDIF, Programa de Diseño y Cálculo (Flores Larsen *et al.*, 2012), el que considera las características de la vivienda, las propiedades termofísicas de los materiales y los datos de temperatura y radiación solar del lugar. Se simularon catorce días de invierno y verano, conforme el régimen no estacionario, hipótesis que considera una variación cíclica en el tiempo de las variables climáticas, aproximándose bastante a lo que ocurre en la realidad. En este caso, se tienen en cuenta la capacidad calorífica y la inercia térmica de los materiales de todos los componentes edilicios. Los resultados que se presentan, corresponden al comportamiento térmico de las 24 horas del día número 13 de simulación, cuando la vivienda entra en régimen de funcionamiento.

Debido a que uno de los dormitorios se ubica al sur, el mismo se simuló de tres maneras: i) con ganancia directa al norte a través de una ventana generada diseñando el techo inclinado con una pendiente de 30° , con ii) techo plano y un dispositivo de inducción del aire caliente con un impulsor de baja revolución, desde el Muro Trombe de uno de los dormitorios orientados al norte, y con ambas estrategias combinadas. Este último diseño resultó más favorable, por lo que se adoptó esta solución.

RESULTADOS

- a) **INVIERNO:** en la Figura 5, se muestran los resultados de la simulación térmica para un día tipo de invierno sin fuentes adicionales de calor: el número 195 del Calendario Juliano, es decir 13 de julio. Se utiliza la estadística 1995-2013 del Área Metropolitana de San Juan, obtenida con registros propios de la UE.

Se presentan las temperaturas de cada local y las diferencias de temperatura ($\Delta^\circ\text{C}$) entre la temperatura exterior y las interiores de cada local de la vivienda. También se muestran los datos de los interiores del Muro Trombe (en pared norte de dos dormitorios), durante las 24 horas del día, Hora Solar Verdadera (HSV). En la Tabla 3 se presentan los valores de $\Delta^\circ\text{C}$ de cada local.

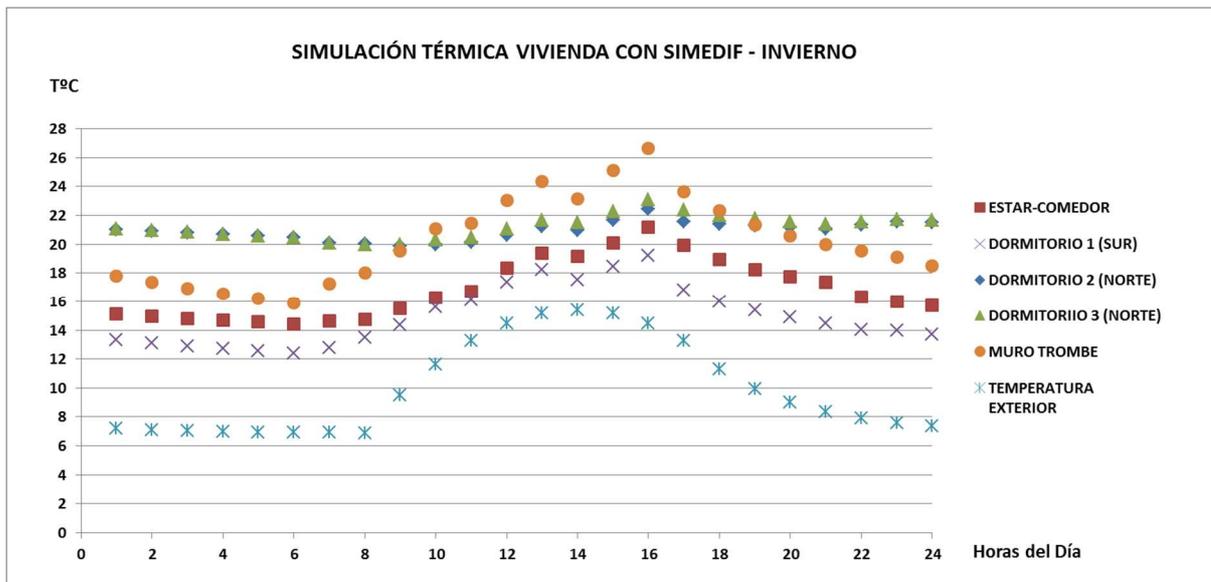


Figura 5: Temperaturas de locales habitables las 24 horas (HSV), del día 13 de julio

Hora solar	Temp Exterior	Estar-Comedor (N-S)	Dormitorio 1 (sur)	Dormitorio 2 (norte)	Dormitorio 3 (norte)	Muro T Dorm. 2	Muro T Dorm. 3
0	7,22	7,93	6,08	13,79	13,86	8,45	12,70
1	7,11	7,87	5,98	13,80	13,85	8,23	12,23
2	7,04	7,78	5,85	13,77	13,80	8,00	11,78
3	6,99	7,69	5,73	13,71	13,72	7,77	11,35
4	6,95	7,60	5,61	13,63	13,64	7,56	10,94
5	6,92	7,50	5,49	13,54	13,53	7,35	10,56
6	6,91	7,70	5,84	13,19	13,17	8,48	12,24
7	6,90	7,85	6,58	13,14	13,11	9,27	13,01
8	9,49	6,00	4,85	10,36	10,48	8,54	11,62
9	11,62	4,64	4,01	8,37	8,69	8,36	10,52
10	13,27	3,45	2,86	6,85	7,23	7,16	9,26
11	14,45	3,90	2,92	6,19	6,60	7,75	9,44
12	15,16	4,22	3,09	6,06	6,51	8,37	10,01
13	15,40	3,75	2,10	5,54	6,09	6,68	8,87
14	15,16	4,92	3,28	6,54	7,11	9,01	10,88
15	14,45	6,71	4,79	8,00	8,65	11,24	13,19
16	13,27	6,67	3,54	8,27	9,09	8,74	11,99
17	11,32	7,62	4,70	10,06	10,71	9,18	12,84
18	9,96	8,27	5,44	11,34	11,84	9,37	13,43
19	9,02	8,70	5,88	12,19	12,57	9,42	13,75
20	8,36	8,98	6,11	12,74	13,04	9,37	13,88
21	7,91	8,39	6,12	13,42	13,65	9,18	14,07
22	7,59	8,41	6,41	13,98	14,15	9,08	13,97
23	7,37	8,38	6,36	14,14	14,28	8,88	13,44

Tabla 3: Diferencias de temperatura interior/externa en locales de la vivienda las 24 horas (HSV), del día 13 de julio

b) **VERANO:** en la Figura 6 se muestran los resultados de la simulación térmica para un día tipo de verano sin fuentes adicionales de refrescamiento: el número 15 del Calendario Juliano, es decir 15 de enero. Se utiliza la estadística 1995-2013 del Área Metropolitana de San Juan, obtenida con registros propios de la UE.

Se presentan las temperaturas de cada local y las diferencias de temperatura ($\Delta^{\circ}\text{C}$) entre la temperatura exterior y las interiores de cada local de la vivienda, durante las 24 horas del día, Hora

Solar Verdadera (HSV). Debido a que el SIMEDIF no simula procesos de dinámica de fluidos, en el resultado de las temperaturas, no interviene el efecto de la circulación de aire debido a la Chimenea Solar.

Hora solar	Temperatura Exterior (°C)	DIFERENCIA TEMPERATURA INTERIOR/EXTERIOR (Δ°C)			
		Estar-Comedor (N-S)	Dormitorio 1 (sur)	Dormitorio 2 (norte)	Dormitorio 3 (norte)
0	25,6	-2,4	-0,9	-1,6	-3,4
1	25,2	-2,0	-0,6	-1,2	-3,1
2	24,8	-1,7	-0,3	-0,9	-2,8
3	24,5	-1,4	-0,1	-0,6	-2,5
4	24,2	-1,1	0,1	-0,3	-2,2
5	23,9	-0,9	0,3	-0,1	-2,0
6	23,7	-0,7	0,4	0,1	-1,8
7	23,5	-0,6	0,5	0,1	-1,7
8	26,0	-2,8	-1,6	-2,2	-4,0
9	28,2	-4,6	-3,2	-4,1	-5,8
10	29,9	-6,0	-4,6	-5,6	-7,3
11	31,3	-7,1	-5,6	-6,8	-8,4
12	32,2	-7,8	-6,2	-7,6	-9,2
13	32,8	-8,3	-6,6	-8,1	-9,6
14	33,0	-8,4	-6,7	-8,2	-9,8
15	32,8	-8,2	-6,4	-7,9	-9,5
16	32,2	-7,7	-5,9	-7,3	-8,9
17	31,3	-6,9	-5,1	-6,4	-8,0
18	29,9	-5,7	-3,9	-5,2	-6,8
19	28,9	-4,9	-3,2	-4,3	-5,9
20	28,1	-4,2	-2,5	-3,5	-5,2
21	27,3	-3,6	-1,9	-2,8	-4,5
22	26,7	-3,0	-1,4	-2,1	-3,9
23	26,1	-2,5	-1,0	-1,6	-3,4

Tabla 4: Diferencias de temperatura interior/externa en locales de la vivienda las 24 horas (HSV), del día 15 de enero

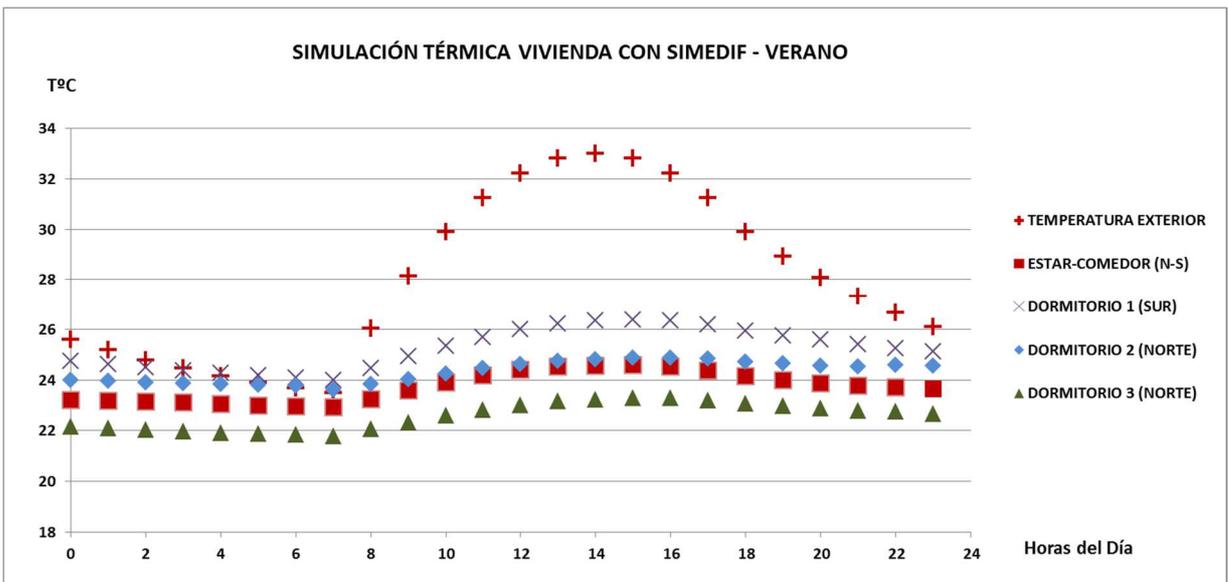


Figura 6: Temperaturas de locales habitables las 24 horas (HSV), del día 15 de enero

El hábitat social requiere por parte del Estado inversiones que signifiquen calidad de vida para la población más carenciada, lo cual involucra condiciones de confort higrotérmico y baja incidencia económica en el presupuesto familiar, de los servicios para acondicionamiento térmico.

En zonas áridas, la rigurosidad climática exige mayor atención a las condiciones de confort, por lo que se presenta el prototipo de una vivienda de 2 dormitorios, con ampliación a 3 dormitorios, posible de ser ubicada en lotes con diferentes orientaciones y condiciones de acceso respecto a la calle, sin cambios en su orientación principal.

Simulado su comportamiento térmico, la vivienda presenta en invierno un $\Delta T^{\circ}\text{C}$ promedio de las 24 horas del día, de 6,87 $^{\circ}\text{C}$ en Estar Comedor; 10,94 y 11,22 $^{\circ}\text{C}$ en los dormitorios ubicados al norte y 4,98 $^{\circ}\text{C}$ en el dormitorio orientado al sur.

En verano se produce una reducción promedio de las 24 horas del día, de: 4,26 $^{\circ}\text{C}$ en Estar Comedor; 4,54 $^{\circ}\text{C}$ en los dormitorios ubicados al norte y 2,76 $^{\circ}\text{C}$ en el dormitorio orientado al sur. No se considera el efecto de refrescamiento de la chimenea solar, ya que se encuentra en etapa de diseño.

INVESTIGACIONES FUTURAS

En trabajos posteriores se analizará el dimensionamiento definitivo del sistema: chimenea solar, y su aporte al refrescamiento de la vivienda, incluyendo el cálculo del confort térmico interior. Asimismo se analizarán los costos de la vivienda y los ahorros en el consumo de energía con su correspondiente cuantificación económica.

REFERENCIAS

- Basso, *et al* (2008) Evaluación Termo-Energética De Alternativas Tecnológicas en viviendas sociales un proyecto para la Provincia de Mendoza – Argentina. AVERMA Vol. 12 ISSN 0329-5184.
- Czajkowski, J. *et al* (2004) Evaluación del comportamiento energético de un conjunto edilicio de alta densidad en Neuquén. AVERMA Vol 8.
- Díaz, *et al* (2004) Comportamiento Térmico de viviendas populares en Tierra del Fuego (Argentina) AVERMA Vol. 8 N° 1.
- Kurbán, Alejandra; Cúnsulo, Mario; Alvarez, Analia; Montilla, Eduardo; Ortega, Andrés (2014) Arquitectura Bioclimática y Ahorro Energético del parque habitacional urbano en ambientes áridos. Enviado a revista INVI; ID-948; ISSN e0718-8358. Estado: en revisión. Santiago, Chile.
- Kurbán, Alejandra; Cúnsulo, Mario; Alvarez, Analia; Montilla, Eduardo; Ortega, Andrés (2015) The role of bioclimatic architecture in the reduction of the emission of CO₂ in arid environments. Environmental Science. Ed. Trade Science Inc ISSN 0974-7451. Volume 11 Issue 6. Pçag 171 a178.
- Mercado, *et al* (2008a) Estrategias Bioclimáticas para viviendas de índole social en la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. AVERMA Vol. 12 ISSN 0329-5184
- Mercado, *et al* (2008b) Evaluación Térmico-Energético y cualitativa de condiciones ambientales de una vivienda social de la Ciudad De Mendoza. Condiciones reales de uso y estrategias de mejoramiento Térmico-Energético Bioclimático
- Mitchell, J. *et al* (2009) Evaluación Comparativa de Tipologías de Viviendas Sociales en la Provincia de Mendoza. AVERMA Vol. 13, 2009. ISSN 0329-5184.
- Papparelli, A., Cúnsulo, M., Kurbán, A. (2009). Planificación Sustentable del Espacio Urbano ISBN 978-987-584-196-3. Editorial Klickowski/NOBUKO. Bs. As.
- Thomas, *et al* (2008) Comportamiento Térmico de una vivienda frente a variaciones importantes de temperatura en Verano. AVERMA Vol. 12 ISSN 0329-5184.
- Torres, J.E. (2012) “La concentración de la población de San Juan (Argentina): medidas espaciales y categóricas”. Actas de las 4º Jornadas Regionales y 2º Jornadas Nacionales de Ecología Urbana – Verde Urbano. San Juan.
- Watson, D., Faia y Kenneth Labs. (1983) Climatic Design. Ed. Mc. Graw-Hill Book Company. USA.

ABSTRACT: A prototype of a bioclimatic evolutionary house of social interest for arid zones, intended for lots located in different directions and conditions of access from the street is presented. The strategies of bioclimatic design for the urban climate of San Juan, are calculated with a 18 years statistic. The design strategies included were: energy conservation, direct solar gain, Trombe walls, solar chimney, day-lighting, solar water heaters and photovoltaic panels. The thermal simulation is performed with the SIMEDIF software. The results for winter are: average ΔT 6.87 °C in dining-living room; 10.94 °C and 11.22 °C in the bedrooms located to the North and 4.98 °C in the South-facing bedroom. In summer, the average ΔT ° C in the dining-living room is: -4.26 °C; -4.54 °C in the bedrooms located to the north and -2.76 °C in the south-facing bedroom. The effect of the solar chimney is not considered since it is in the design stage.

Keywords: Bioclimatic Architecture – Thermal Simulation – Social House - Arid Zones