

## Tema 5 - Arquitectura ambientalmente consciente.

### Aplicación de criterios sustentables para el diseño y evaluación de 2 viviendas sociales en Villa María, Córdoba.

M. Gatani<sup>1</sup>, S. Ávalos<sup>2</sup>, L. Calvo<sup>2</sup>, G. Sanchez<sup>3</sup>, N. Biasi<sup>4</sup> y P. Gonzalez<sup>5</sup>.

Centro de Investigación y Transferencia (CIT) Villa María. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – C.P.: 5900 – Villa María – Córdoba – Tel: (0353) 453 9103 /106/108/124 – e-mail: mgatani@hotmail.com

Instituto Municipal de la Vivienda e Infraestructura Habitacional (I.M.V. e I.H.) – Municipalidad de Villa María - C.P. 5900 – Villa María – Córdoba. Tel. 0353 – 4618120 – e-mail: imv.villamaria@gmail.com

**RESUMEN:** Este artículo presenta los resultados del asesoramiento al Instituto Municipal de la Vivienda e Infraestructura Habitacional de la Municipalidad de Villa María (I.M.V.). Refiere a criterios de diseño para lograr eficiencia energética en desarrollo de un programa de construcción de viviendas sociales. Se analizaron sistemas constructivos por vía húmeda, incorporando materiales reciclados. También se realizó un estudio de soleamiento, verificando la importancia de las orientaciones en la definición de criterios de eficiencia térmica. Se presentan los primeros resultados del monitoreo térmico durante el solsticio de invierno de una de las viviendas. En el estudio se aspira a contribuir a una línea de investigación que tome los casos de viviendas sociales sustentables de gestión pública como objeto de estudio, particularmente a nivel local. Interesa recuperar enfoques sobre la arquitectura, en particular sobre los desafíos que supone articular aportes tecnológicos en el diseño.

**Palabras clave:** vivienda social, sustentabilidad, tecnología arquitectónica.

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo constituye un avance de una investigación en proceso, en el marco del proyecto “*Desempeño ambiental de proyecto de viviendas sociales en Villa María. Simulaciones, monitoreo y evaluación de tecnologías sustentables*” financiado por la UNVM, el cual se inserta en un programa de construcción de viviendas sociales impulsado por la Municipalidad de Villa María. El programa, que se encuentra actualmente en ejecución, consiste en la construcción de 100 unidades de viviendas en un plazo de cuatro años, comenzando con dos viviendas.

Las dos viviendas fueron diseñadas bajo el paradigma del *desarrollo sustentable*. Su definición tecnológica está relacionada a la eficiencia energética, colecta diferenciada de residuos, acondicionamiento térmico eficiente de las envolventes, y aplicación de materiales de reciclado con una perspectiva de alto desempeño ambiental. El proyecto propone también la instalación de colectores solares para suministro de agua caliente

---

<sup>1</sup> Investigadora independiente CONICET.

<sup>2</sup> Becaria CONICET.

<sup>3</sup> Docente Investigadora FAUD, UNC.

<sup>4</sup> Arquitecto miembro Instituto Municipal de la Vivienda e Infraestructura Habitacional. Municipalidad de Villa María.

<sup>5</sup> Presidente Instituto Municipal de la Vivienda e Infraestructura Habitacional. Municipalidad de Villa María.

sanitaria, colecta de parte del agua de lluvia para usos que no requieren de agua potable (inodoro, riego, lavado de ropa), un jardín vertical y huerta para autoabastecimiento.

El objetivo del proyecto de investigación es evaluar el desempeño ambiental de las dos viviendas en relación a la eficiencia energética, energías alternativas, recupero de aguas de lluvia y materiales y tecnologías de reciclado. En este artículo se presenta en una primera instancia los criterios de diseño que se tuvieron en cuenta relacionados con la eficiencia energética, incorporando los primeros resultados del monitoreo de las mismas.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El desarrollo sustentable es aquel que implica concebir el desarrollo tecnológico más allá de los aspectos técnicos, para incorporar aspectos sobre la preservación del ambiente, la eficiencia económica y los aspectos socio-culturales, con una alta prioridad en la consideración de las características climáticas del lugar donde será desarrollada (Gatani, 2005).

En nuestro país, los sistemas constructivos adoptados para el desarrollo de proyectos de viviendas de planes impulsados por el Estado registran pocos antecedentes de aplicación de criterios de eficiencia en el uso de los recursos. De acuerdo a Compagnoni y Marusic (2015), las propuestas existentes se orientan a menores costos de inversión inicial, lo que implica consecuencias tales como la reducción de superficie construida destinada al hábitat doméstico, la minimización del espacio destinado a familia de escasos recursos en favor de una mayor rentabilidad para las empresas, la escasa calidad de la envolvente edilicia con incumpliendo las exigencias mínimas de habitabilidad que estipulan las normas vigentes (Compagnoni y Marusic, 2015).

En el caso de la Municipalidad de Villa María, el Instituto de la vivienda se interroga acerca de cómo dar respuestas habitacionales utilizando criterios sustentables en el diseño de viviendas sociales. Esta mirada constituye una novedad en relación al paradigma de la vivienda social impulsada por fondos estatales. Eficientizar recursos para viviendas en sectores sociales vulnerables es administrar con transparencia recursos siempre escasos. En este sentido, se han detectado pocos antecedentes de casos de gestión habitacional del Estado semejantes. La hipótesis planteada es que el programa de viviendas sociales de la Municipalidad de Villa María es una oportunidad de validar propuestas sociales de desempeño habitacional con eficiencia ambiental y energética.

## **ANTECEDENTES**

Actualmente se desarrollan variadas investigaciones referidas a la construcción sustentable. Por un lado, investigaciones y ensayos aplicados a viviendas ya construidas y por el otro desarrollo de prototipos que responden a este concepto. Se han desarrollado prototipos demostrativos en distintas zonas geográficas del país: en Misiones (Czajkowski & Brazzola, 2005); La Pampa (Vagge, Filippin, & Czajkowski, 2008); La Plata (Re & Blasco Lucas, 2012); Mendoza (Arboit, Arena, y de Rosa, 2008; Cortegoso y Mitchell, 2010); Chubut (Compagnoni y Marusic, 2015); Tierra del Fuego (Díaz & Czajkowski, 2006) entre otros. Se ha trabajado, también, en la investigación, transferencia y autoconstrucción de viviendas sustentables rurales en Chubut (Gonzalez y Chevez, 2016) y en Tucumán (Mas, 2012), respondiendo a los tres pilares de la Arquitectura Sustentable: a) Económico (utiliza recursos naturales disponibles en la zona y eficiencia en la asignación de recursos), b) Social (capacitación a pobladores y generación de oportunidades de empleo),

c) Ambiental (a través de minimización de demanda de materiales naturales y reutilizando recursos de desecho en procesos de baja dependencia energética y alto desempeño técnico) .

Entonces, existe un amplio acervo de investigaciones que aspiran a plantear soluciones acerca de las vías para alcanzar edificaciones de alto desempeño energético, para invierno o verano, dependiendo de las condiciones de clima y de lugar. La situación del hábitat construido se complejiza en climas templados, donde el clima con altas y bajas temperaturas se alternan.

## **METODOLOGÍA**

La metodología se basa en un trabajo de diseño y evaluación de viviendas públicas. El proceso de toma de decisiones de diseño surge a partir de indicadores sustentables de diseño térmico energético.

Sobre un anteproyecto propuesto por el equipo técnico de Infraestructura y Vivienda de la Municipalidad de Villa María (Córdoba), se reelaboraron algunos ítems correspondientes a diseño funcional, definición del sistema constructivo y composición de las envolventes, y diseño de las instalaciones de recupero de agua de lluvia y calentamiento solar térmico para agua. Por cuestiones de extensión, las instalaciones mencionadas no son presentadas en este trabajo. Los resultados alcanzados están divididos en tres etapas principales: definición del proyecto y sistema de construcción, estudio de soleamiento, y monitoreo de temperaturas interiores.

Definición del proyecto y sistema de construcción.

Tomado como lugar de referencia de zona bioambiental IIa, se realizó el análisis climático y se establecieron las estrategias bioclimáticas: ubicación de locales de servicios al sur, ubicación de dormitorios al norte, sin acondicionamiento mecánico adicional, aislación térmica, minimización de puentes térmicos, ventilación cruzada en locales, y protección solar norte, las fachadas este y oeste corresponden a medianeras.

La evaluación de las alternativas seleccionadas para la definición de las envolventes laterales y superior evaluando con la planilla Cal- K , el cumplimiento de las normas IRAM. En las propuestas fue considerada aislación térmica de poliestireno expandido de 5 cm de espesor en envolventes laterales y 6 cm en envolvente superior.

Estudio de soleamiento.

Se simuló el recorrido del sol en relación a las viviendas mediante el software ECOTEC para presentar las proyecciones de sombras arrojadas para un día de los meses de enero y julio. En diagramas estereográficos se observa la sombra para una de las ventanas de uno de los dormitorios de la fachada N para dos momentos distintos del día 21 de junio.

Monitoreo de temperaturas interiores.

El registro de temperaturas interiores se realizó utilizando Hobos Datta Logger en cada uno de los dos dormitorios y uno en el espacio estar, durante dos meses de solsticio de invierno, junio y julio. Se describe retardo y amortiguación de temperaturas en un periodo de dos semanas, durante las que se registraron menor y mayor temperaturas exteriores respectivamente.

## **RESULTADOS**

### **1-Definición del proyecto y sistema constructivo.**

Teniendo en cuenta que el anteproyecto se encontraba en un estadio avanzado cuando el equipo de investigación fue consultado, durante el proceso de diseño se realizaron algunos ajustes. Estos ajustes estuvieron vinculados al rediseño del baño, cambio en la ubicación del ingreso y como consecuencia, la ampliación del dormitorio 1, incorporación de estrategias de diseño bioclimáticas para favorecer el confort interior y mejorar la eficiencia de las viviendas, y definición del tamaño de las aberturas en función del estudio de soleamiento.

La superficie de la tipología 1 –vivienda frente- es de 61,90 m<sup>2</sup>, y la tipología 2 tiene una superficie de 60,00 m<sup>2</sup>, con área de expansión común de 36,5m<sup>2</sup>. Ambas tipologías cuentan con dos dormitorios orientados hacia el norte y con ventilación cruzada, estar-comedor, cocina y baño. Los locales de servicio se ubican hacia el sur. Ambas viviendas cuentan con un pequeño patio de servicio donde se colocan los tanques de recolección de agua de lluvia y espacio de guardado. El conjunto se muestra en las figuras 1 y 2.

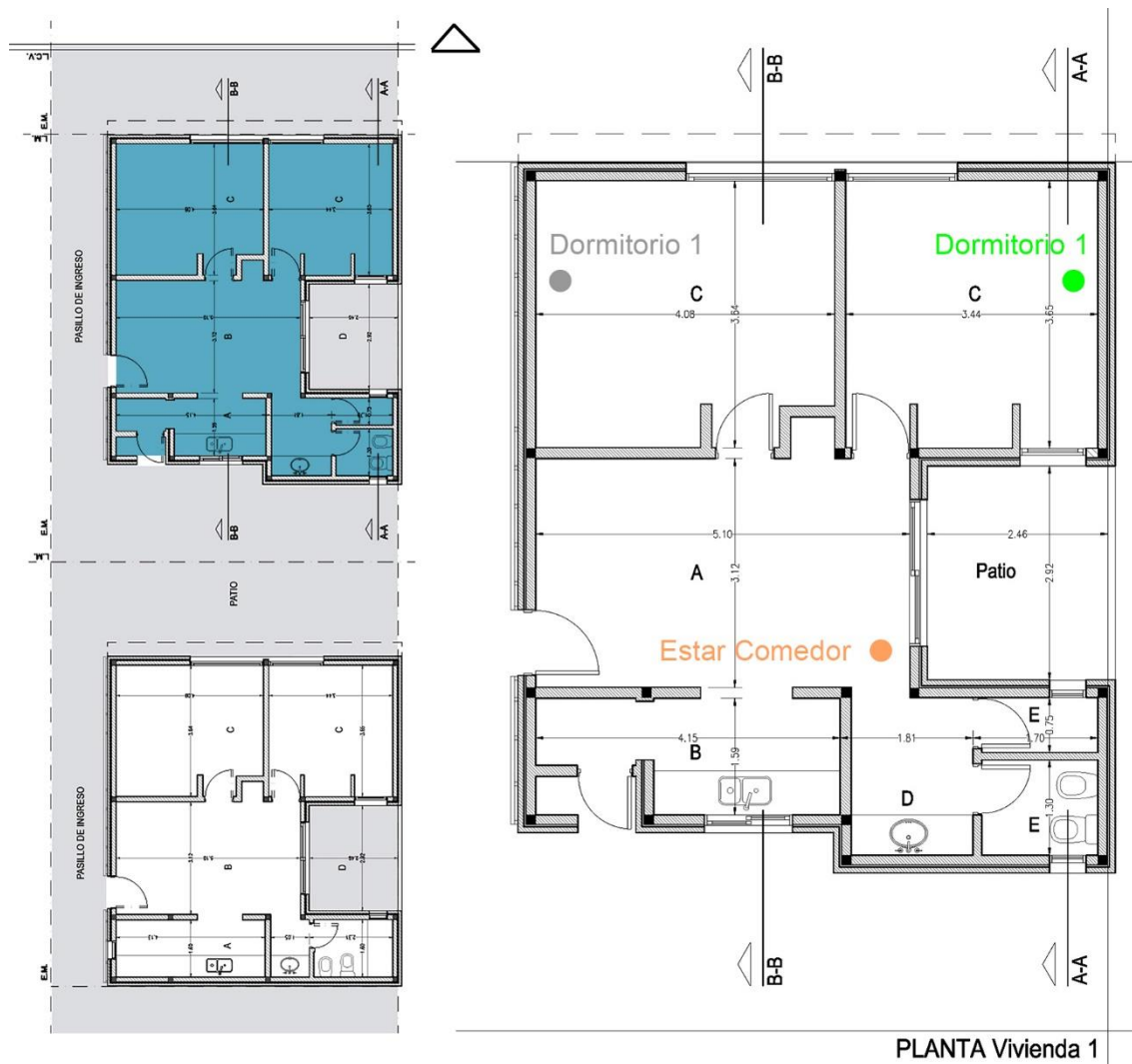


Figura 1 conjunto 2V: a. Planimetría del conjunto; b. planta conjunto.

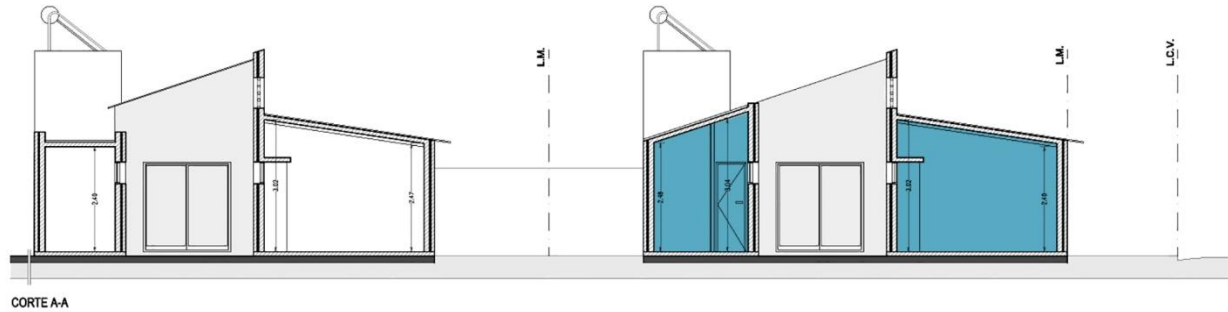
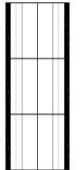


Figura 2 conjunto2V: corte del conjunto.

Para definir el sistema constructivo se evaluaron 3 composiciones de muros calculando su coeficiente de transmitancia térmica K. Las mismas se describen a continuación:

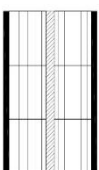
### Muro Simple Bloque Cerámico revocado ambas caras.

Tabla 1: planilla para la verificación de K de Norma IRAM 11605/96 ( $^{\circ}\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ )

 <p>Revoque exterior 0,015 Bloque Cerámico Portante de 18 cm Revoque interior 0,015  Espesor total 0,210</p>		Verano	Invierno	Verifica
	Transmitancia térmica total (K) s/ cálculo	1,55	1,55	
	K mínimo	2,00	1,85	SI
	K recomendado	1,25	1,00	NO
	K ecológico	0,50	0,38	NO

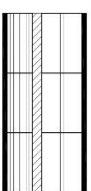
### Muro Doble Bloque Cerámico 13x18x33 con cámara de aire y aislación.

Tabla 2: Planilla para la verificación de K de Norma IRAM 11605/96 ( $^{\circ}\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ )

 <p>Revoque exterior 0,020 Bloque Cerámico exterior de 13 cm Aislación. Poliestireno Expandido 0,030 Bloque Cerámico interior de 13 cm Revoque interior 0,015  Espesor total 0,310</p>		Verano	Invierno	Verifica
	Transmitancia térmica total (K) s/ cálculo	0,53	0,53	
	K mínimo	2,00	1,85	SI
	K recomendado	1,25	1,00	SI
	K ecológico	0,50	0,38	NO

### Bloque cementicio de 19 cm, aislación de 3 cm y bloque cerámico exterior de 8 cm con revoque fino y grueso interior y exterior.

Tabla 3: Planilla para la verificación de K de Norma IRAM 11605/96 ( $^{\circ}\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ )

 <p>Revoque exterior 0,015 Bloque Cerámico exterior de 8 cm Aislación. Poliestireno Expandido 0,030 Bloque Cementicio interior de 13 cm Revoque interior 0,015  Espesor total 0,240</p>		Verano	Invierno	Verifica
	Transmitancia térmica total (K) s/ cálculo	0,68	0,68	
	K mínimo	2,00	1,85	SI
	K recomendado	1,25	1,00	SI
	K ecológico	0,50	0,38	NO

Luego del análisis y comparación de opciones para la construcción de la envolvente vertical se opta por muro doble conformado por una hoja interior de bloque cementicio de 39x13x19 cm, revoque grueso, pintura asfáltica, aislación de 3cm de poliestireno expandido y ladrillo cerámico hueco no portante de

8x18x33 cm con terminación de 3 cm de revoque grueso y fino y pintura color claro. El muro responde satisfactoriamente a las exigencias de transmitancia térmica con K de 0.68 W/m<sup>2</sup>°C, ya que verifica a los valores de transmitancia térmica mínimo y recomendado (IRAM 11601/11605) y no se produce condensación superficial ni intersticial (IRAM 11625/11630). Además, las posibilidades de acceso al material esta vinculadas a las cooperativas de trabajo que apoya la Municipalidad.

Las aberturas principales se ubican al Norte. Un sistema de doble ventilación cruzada es permitido sobre el muro que divide las pendientes del techo, que además aumenta la superficie de iluminación natural para el espacio del estar comedor. En uno de los dormitorios de la vivienda se ha conseguido el efecto de ventilación cruzada por la ubicación enfrentada de las aberturas.



*Figura 3: Fotografías de las viviendas en construcción. Composición de la envolvente vertical.*

La envolvente horizontal superior (Fig. 4) está conformada por estructura metálica, aislación hidrófuga con revestimiento exterior de chapa. El revestimiento interior se resuelve con cielorraso combinado de placas de yeso y tableros compactos de cáscaras de maní con perfiliería metálica para cielorrasos desmontables. El módulo de las placas es 60 cm x 60 cm con espesor de 18 mm. El cielorraso cuenta con aislación de placas de poliestireno expandido de 6 cm de espesor para conformar un cerramiento que cumple los requerimientos de aislación térmica (K de 0.68 W/m<sup>2</sup>°C).



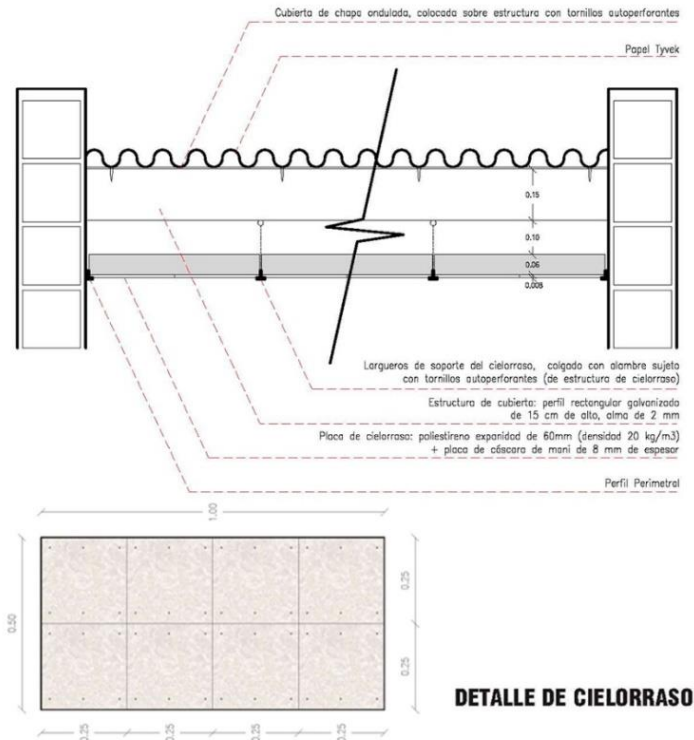


Figura 4: Detalle de la estructura de cielorraso. Fotografía del estar-comedor de la vivienda.

### 3-Estudio de soleamiento

En la Figura 5 se observa la posición solar para un día de julio y para enero al mediodía (12:00 horas). Se observa cómo se comporta la fachada orientada al norte en relación al sol, en verano y en invierno. En la figura 5 derecha, la envolvente norte permanece sin sombras, lo cual es favorable para la estación invernal. En la figura 5 izq., se puede apreciar cómo la fachada N permanece sombreada durante el mediodía en verano.

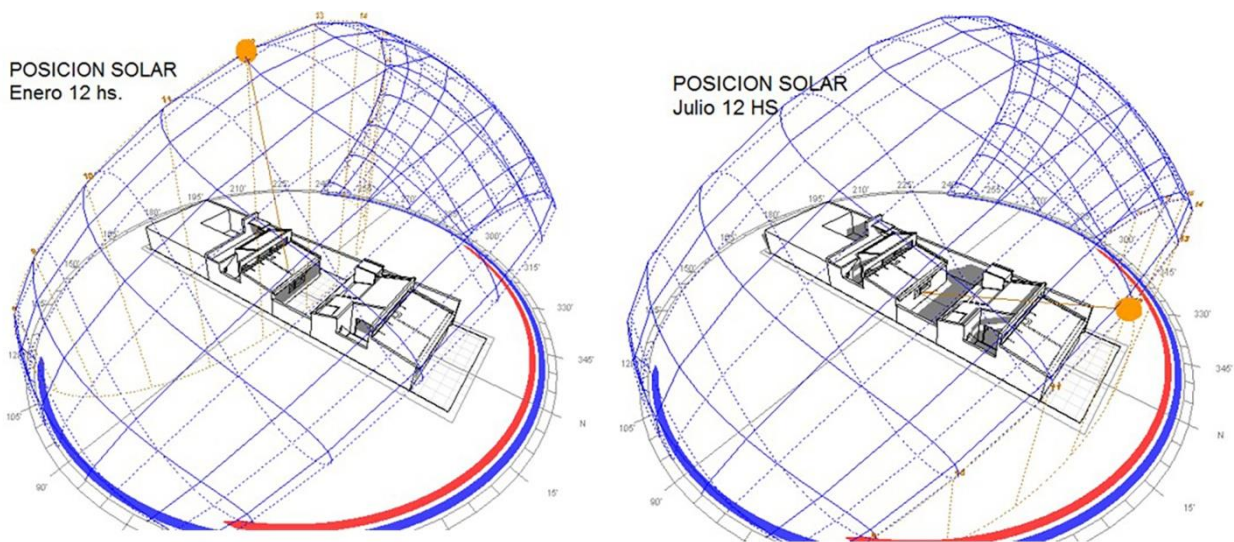


Figura 5: Posición solar izq. un día de enero 12 hs. Der. Un día de julio a las 12 horas.

Las siguientes imágenes (Figura 6) muestran las sombras arrojadas sobre las envolventes de las viviendas a las 12 horas para invierno (julio) - y para verano (enero). A su vez, permiten evaluar la ubicación y comportamiento del calentador solar en relación a la cantidad de horas de exposición en cada estación.

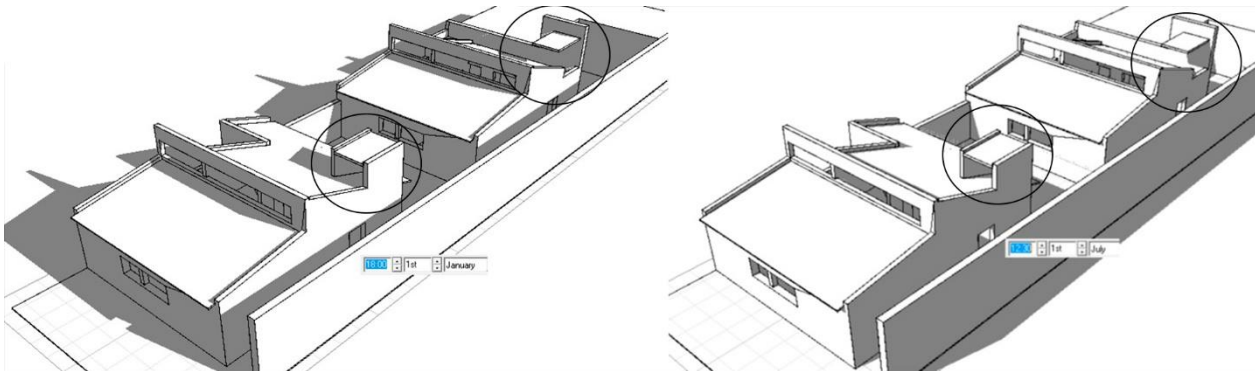


Figura 6: Izquierda: Sombras arrojadas para un día de enero a las 12 hs., Derecha: Sombras arrojadas para un día de julio a las 12 hs.

En la figura 7 se observa el comportamiento de la ventana en el dormitorio 1 de la vivienda 1 durante todo el año. La superficie oscura del gráfico representa las horas en sombra y las superficies claras las horas en las que ingresa el sol. Podemos observar que durante los meses de invierno, desde mayo hasta septiembre, el sol ingresa por la ventana durante casi todas las horas del día, lo cual es favorable considerando que es el periodo más frío del año. Luego de realizar el estudio del soleamiento para las viviendas con el software Ecotect Analysis, se pudieron determinar las medidas adecuadas de cada abertura de los diferentes locales, teniendo en cuenta ingreso de sol y función a realizar en el mismo. La tabla detallada arriba es para la tipología 1, la 2 es igual con la diferencia de que posee una única abertura en el baño. La tabla detallada es para la tipología 1, la vivienda 2 es igual con la diferencia que tiene una única abertura en el baño.

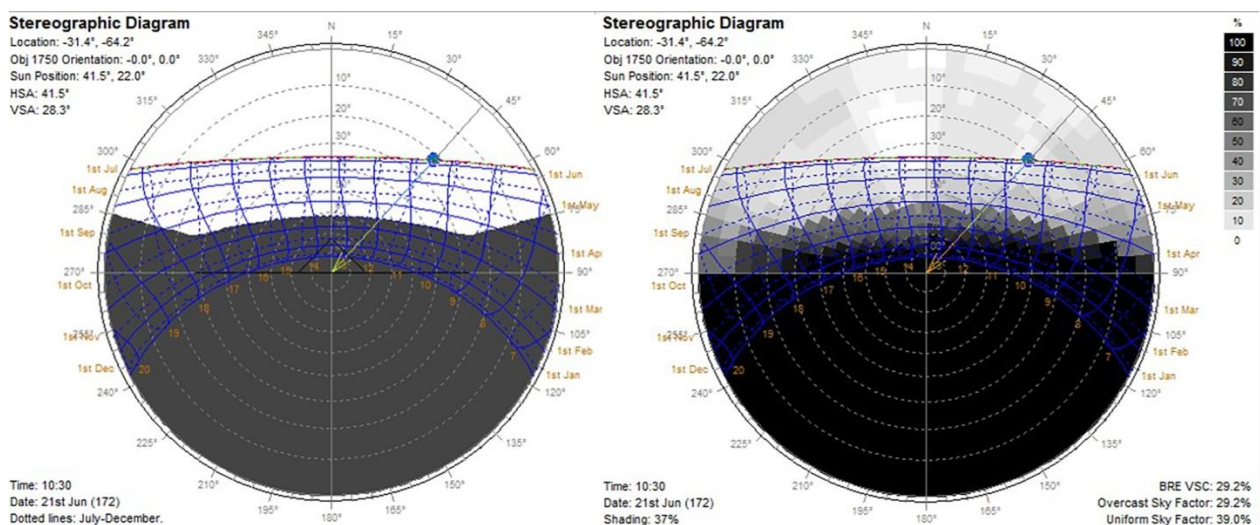


Figura 7: Diagrama estereográfico de la abertura del dormitorio 1 de la vivienda frente.

**Monitoreo:** Se registraron las temperaturas interiores y exteriores utilizando Hobos Data Logger durante dos meses del solsticio de invierno (junio y julio). Se representaron en gráficos cartesianos las temperaturas



registradas durante dos semanas de cada mes medido y se optó representar las semanas donde se registraron en un caso la menor temperatura exterior y para el otro la mayor temperatura exterior (figura 8).

June 1, 2017 - July 31, 2017

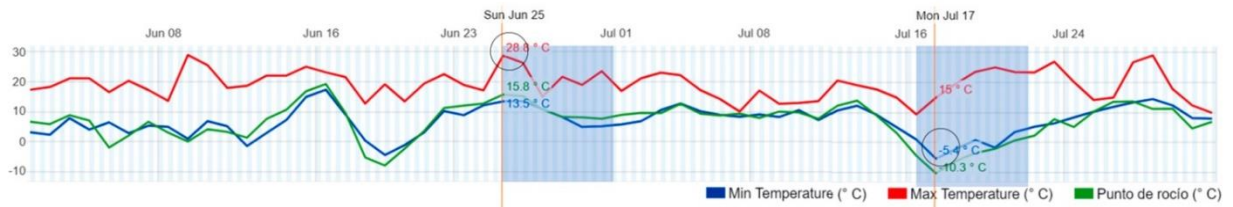


Figura 8: Temperaturas exteriores medidos por la Estación meteorológica Portal 5900.

En la figura 9 se representa el monitoreo de tres locales de la vivienda frente. En las ordenadas se indican las temperaturas y en las abscisas las horas. La temperatura exterior, representada por el color negro, la curva de color verde de trazos corresponde al dormitorio 1, la línea llena gris al dormitorio 2 y la línea de trazos naranja al estar-comedor de la vivienda del frente. La curva de temperatura exterior da cuenta de un invierno frío con bajas temperaturas y amplitudes térmicas diarias: en junio 13°C y en julio 26°C, favorecida por la alta radiación solar diurna y los días despejados, las mínimas temperaturas se registran en horas de la madrugada. Es posible observar que los espacios interiores, no fluctúan a la par de las condiciones externas ya que describen una curva atenuada, constante y aplanada.

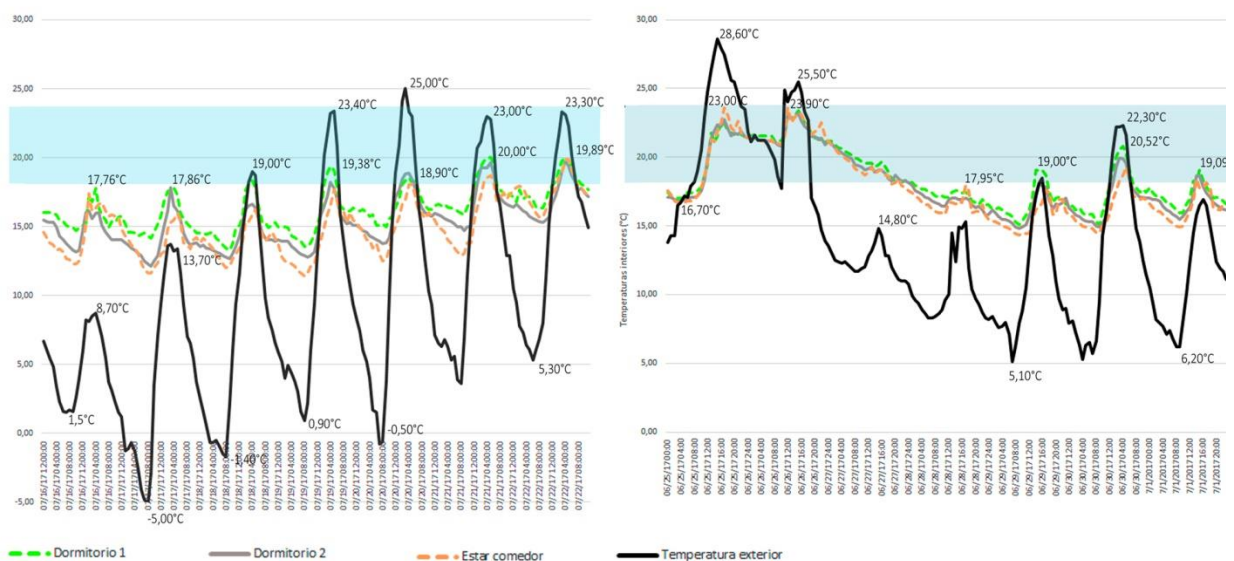


Figura 9: Izquierda: Curva de monitoreo de los locales analizados de la vivienda frente para junio; derecha: Curva de monitoreo de los locales analizados de la vivienda frente para julio.

Retardo y amortiguación:

El día representado correspondiente muestra una curva de temperatura exterior que varía de 5°C a las 7 de la mañana a los 19°C a las 16 horas, mientras que las curvas interiores se mantienen en un rango de entre 14°C y 19.5°C, dando cuenta de una amortiguación de 9°C en el estar, de 10°C en el dormitorio 2 y de 11°C

en el dormitorio 1, con respecto a la mínima temperatura exterior alcanzada en el día. El retardo de la mínima temperatura interior y la mínima exterior fue de 2 horas. Con respecto a la máxima temperatura hay una mínima amortiguación de 1°C en el estar que permaneció por debajo de la temperatura exterior. Con un retardo de 1 hora en el estar-comedor, los dormitorios alcanzaron la misma temperatura exterior.

El día representado correspondiente a julio muestra una curva de temperatura exterior que varía de -5°C a las 8 de la mañana a los 14°C a las 15 horas, mientras que las curvas interiores se mantienen en un rango de entre 12°C y 14°C, dando cuenta de una amortiguación de 16°C en el estar, de 16.5°C en el dormitorio 2 y de 19°C en el dormitorio 1, con respecto a la mínima temperatura exterior alcanzada en el día. El retardo de la mínima temperatura interior y la mínima exterior fue de 1 hora. Con respecto a la máxima temperatura hay una mínima amortiguación de 2°C en el estar que permaneció por arriba de la temperatura exterior, con 2 horas de retardo. Mientras que el dormitorio 1 y el dormitorio 2 dio cuenta de una amortiguación de 3°C sin retardo.

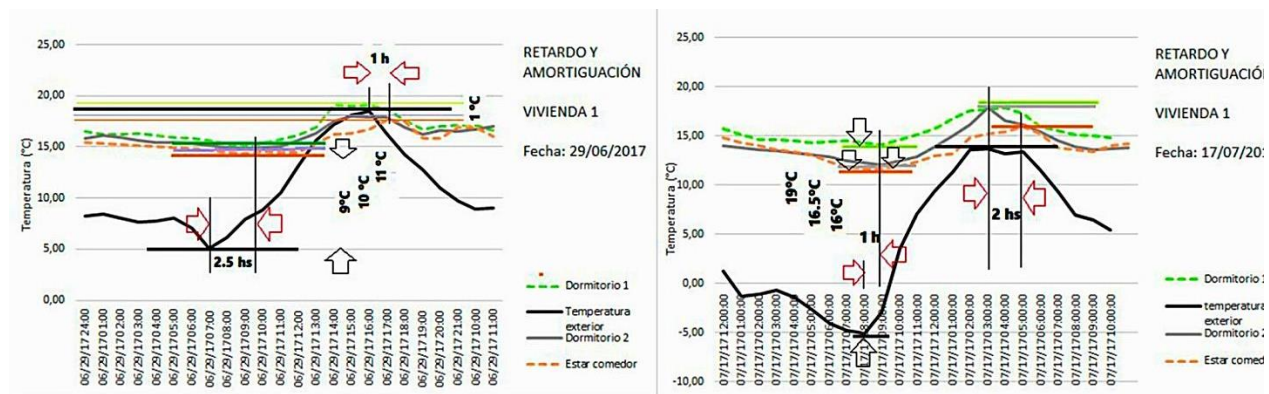


Figura 10: Izquierda: Retardo y amortiguación para el 29/06/2017. Derecha: Retardo y amortiguación para el 17/07/2017.

En la figuras 10 se pueden observar las temperaturas registradas en los meses de junio y julio, que dan cuenta de un clima con temperaturas bajas, mínimas entre 0°C y 5°C y ocasionalmente alcanzó los -5°C, por lo general durante la madrugada, y temperaturas máximas entre 23 y 25°C, alcanzando ocasionalmente los 28°C, generalmente en horario vespertino. Las viviendas diseñadas con K de 0,68 W/m<sup>2</sup>.°C, cuya propiedad es la capacidad aislante, presentando curvas de temperaturas interiores atenuadas entre 12°C y 19,5 °C con importante amortiguamiento entre 9°C y 19°C cuando las temperaturas exteriores alcanzaron los valores mínimos. Se evitan así oscilaciones de temperatura originadas por diferencias térmicas entre día y noche. Se observa un desfase de la onda térmica con retardo entre 1 y 2,5 horas.

## CONCLUSIONES CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

El caso de 2 viviendas diseñadas y construidas por la Municipalidad de Villa María constituye un antecedente inédito en la gestión de viviendas del Estado: la consideración de aspectos técnicos constructivos sustentables. Colecta de agua de lluvia, doble muro, ventilación cruzada, colector solar térmico y empleo de materiales reciclados son las estrategias desarrolladas e implementadas para alcanzar mejoras en el desempeño ambientalmente consciente respecto de viviendas tradicionales diseñadas y construidas por el sector público. Queda aún pendiente la flexibilidad de ampliación de la vivienda. Techos planos permitirían la posibilidad de ampliación. Esto brindaría lo posibilidad de ampliación en planta alta

(colocando escalera caracol en patio interno) o la instalación del colector solar en ese techo, considerando que tiene orientación norte. Se considera elevada la densidad del lote. Tres viviendas en un solo lote, no solo constituye una densidad alta y minimización de espacios abiertos de expansión, ventilación e iluminación, sino que afecta el comportamiento de soleamiento.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta, D. (2002). *Hacia una arquitectura y una construcción sostenibles: el proyecto para el Edificio sede de SINCOR (Barcelona, estado Anzoátegui)*. Tecnología y construcción. Vol. 19-II, 2003, pp. 19.09 - 19.16
- Arboit, M., Arena, P., & de Rosa, C. (2008). Evaluación térmica y económica de componentes constructivos con tecnologías disponibles, en viviendas unifamiliares en la región de Mendoza. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Argentina, Vol 12*, pp. 01.97-
- Alavedra, P., Domínguez, J., E, Gonzalo, E. & Serra, J. (1997). *La construcción sostenible, el estado de la cuestión. Informes de la Construcción*, Vol. 49, n° 451, septiembre/Octubre 1997. pp.41- 46.
- Blasco Lucas, I. (2008). Aportes de la Arquitectura Sustentable en el sector residencial sobre el balance energético-ambiental Argentino. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Argentina, Vol 12*, pp. 07.17-07.24.
- Czajkowski, J., & Brazzola, C. (2005). Auditorías energéticas en viviendas de interés social en Oberá, Misiones. Situación de verano. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol 9*, pp. 07.13-07.18.
- de Schiller, S., Evans, J. (2014). *Diseño Bioclimático, Eficiencia Energética y Energía Solar en Proyectos de Vivienda Social de Argentina*. Perspectiva, revista científica. Año 3: N° 5, pp 42-59
- Díaz, C., & Czajkowski, J. (2006). Auditorías energéticas en viviendas de interés social en Río Grande, Tierra del Fuego. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Argentina, Vol 10*, pp. 07.33-07.38.
- De Garrido, L. (2011). *Artificial Nature Architecture*. Instituto Monsa de Ediciones.
- Fillippín, C. (2005). *Uso eficiente de la energía en edificios*. (1° ed.). La Pampa, Argentina: Amerindia.
- Gatani, M., Bracco, M., Jerez, L., Pacharoni, A., Tambussi, R., & Angiolini, S. (2010). Verificación de pautas de diseño sustentable en una vivienda serrana en Córdoba. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente ASADES, Vol 14*, pp. 05.33-05.40.
- Gómez, G., Piedrabuena, L., & Mathé, L. (2013). Eficiencia Energética. En S. Devalis, *Matriz de recursos energéticos de la Provincia de Córdoba* (págs. 95-129). Córdoba, Argentina: Copiar editora.
- Gonzalo, G. (2003). *Manual de Arquitectura Bioclimática* (2da ed.). Tucumán.
- IRAM 11603. (2011). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina.
- IRAM 11603:1996. (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Argentina.
- IRAM 11930. (02 de Junio de 2010). *Construcción Sostenible. Principios generales*. Argentina.
- IRAM 11931. (Julio de 2013). *Construcción Sostenible. Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil, Guía sobre la aplicación de los principios generales de la IRAM 11930*. Argentina.
- Mas, J., Kirschbaum, C., Obando, J. (2012). *Vivienda rural sustentable: investigación, transferencia y autoconstrucción*. Tucumán, Arg. pp. 4 – 5.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The Limits to Growth*. Nueva York.
- Nijkamp, P., Van den Bergh, C., & Soeteman, F. (1990). *Regional sustainable development and Natural Resource Use*. Washington, D.C.: The World Bank.
- Secretaría de Energía de la Nación. (2012). Obtenido de Balances energéticos 2010: [www.energía3.mecon.gov.ar](http://www.energía3.mecon.gov.ar).
- Vagge, C., Filippín, C., & Czajkowski, J. (2008). Auditorías energéticas en Santa Rosa, La Pampa. Análisis del comportamiento energético y consumo de gas natural edificio de vivienda. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Argentina, Vol.12*, pp. 05.57-05.64.
- Xercavins i Valls. (1996) *Què es el desenvolupament sostenible?* (I Jornades: Construcció i Desenvolupament sostenible, Barcelona, mayo 1996).

#### **ABSTRACT**

This article presents the results of the advice of the Municipal Institute of Housing and Infrastructure of the Municipality of Villa María (IMV and IH). It refers to the design criteria to achieve energy efficiency and water saving in the development of a social housing construction program. Options for wet construction

systems were analyzed, incorporating recycled materials. A study of sun was also carried out, verifying the importance of the orientation in the definition of criteria of thermal efficiency. The first results of the thermal monitoring during the winter solstice of one of the prototype houses are presented. The study aims to contribute to a line of research that takes the cases of sustainable social housing and public management as an object of study, particularly at the local level. It is interesting to recover approaches on architecture, in particular on the challenges involved in articulating technological contributions in design.

Key words: social housing, sustainability, architectural technology.

**AGRADECIMIENTOS.** Se agradece el soporte financiero de la UNVM para el desarrollo del presente trabajo. También agradecemos a nuestros colaboradores: Arq. Emiliano Iussa, Arq. Paula Fossati, Anahí Bardelli y Agustín Palomo. Y al equipo del I.M.V. e I.H.: Martín Gordillo, Arq. Lucía Rodríguez, Arq. Lucas Daher y Lic. Hercilia Brusasca.