

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE TÉRMICO EN VIVIENDAS SOCIALES DE TUCUMÁN

Viviana M. Nota, Sara Lía Ledesma, Cecilia F. Martínez, Sebastián A. Bollea

Centro de Estudios Energía, Habitabilidad y Arquitectura Sustentable (CEEHAS) – Facultad de
Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca 1800 – San Miguel de Tucumán.

email: vnota@herrera.unt.edu.ar sledesma@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN: El trabajo presenta la evaluación de las condiciones ambientales en viviendas sociales de un barrio de operatoria del estatal de la provincia de Tucumán. Se seleccionaron dos unidades representativas, una original desocupada (VOD) y otra modificada y ocupada (VMO), en las que se registraron las variables de temperatura interior y exterior para la condición de invierno y verano, se estableció el comportamiento térmico de la envolvente y se determinaron los índices de prestaciones energéticas. Asimismo, se realizaron encuestas a los usuarios sobre las condiciones térmicas y hábitos de uso. Los resultados permitieron reconocer el desempeño térmico de las viviendas y elaborar propuestas básicas de mejora de la envolvente, orientada a optimizar la habitabilidad y reducir la demanda energética en la vivienda social en clima cálido-húmedo.

Palabras claves: energía, habitabilidad, confort térmico y vivienda social.

INTRODUCCIÓN

La vivienda social tiene como finalidad principal atender el déficit habitacional existente, facilitando el acceso a una vivienda adecuada a la población con recursos económicos insuficientes (UN-Habitat. (2019). En vista a los Objetivos de Desarrollo Sostenible corresponde reformular la arquitectura y la planificación de la Vivienda con normas, estándares y buenas prácticas de diseño y construcción (IRAM. (2019). que posibiliten intervenciones menos impactantes con el medio ambiente y los recursos naturales, que contemplen el problema energético mitigando los efectos negativos de la edificación, para un desarrollo urbano sustentable (UNEP & GlobalABC; 2025)

El análisis de las condiciones del ambiente térmico en viviendas sociales constituye un desafío clave para la arquitectura y la planificación urbana sustentable, ya que impacta directamente en la habitabilidad y en el uso eficiente de la energía. Estudios han demostrado que, en el contexto latinoamericano, muchas de estas viviendas presentan envolventes con escasa capacidad de control térmico, lo que deriva en fluctuaciones significativas de temperatura y humedad, afectando las condiciones de confort interior y aumentando la dependencia de sistemas de climatización artificial (Vázquez-Torrés et al., 2025).

En el Noroeste del país (NOA), esta problemática se agudiza por las condiciones climáticas extremas y por la aplicación de soluciones constructivas estandarizadas, generalmente desvinculadas de criterios bioclimáticos. Estudios realizados sobre las condiciones térmicas de sistemas constructivos, en la provincia de Tucumán han demostrado que la incorporación de aislamiento y la corrección de puentes térmicos puede reducir significativamente la transmitancia térmica de muros y techos, mejorando la eficiencia energética de las viviendas (Ledesma, Nota, 2021)

Con respecto a la relación entre ambiente térmico, eficiencia energética y percepción de los usuarios, diferentes investigaciones demostraron que, al no considerar en la evaluación pos ocupación la



respuesta subjetiva a las condiciones térmicas, se limita la comprensión de la manera en que interactúan los habitantes con el espacio construido (Rodríguez, Medina y Pinzón, 2019).

Diversos estudios identificaron estrategias adaptativas empleadas por los ocupantes de viviendas sociales frente a situaciones de inconfort térmico, confirmando que prácticas cotidianas, tales como la obstrucción solar y la ventilación selectiva, son variables determinantes de las mencionadas condiciones (Simões et. al, 2025).

El presente trabajo, que se inscribe en el marco del Proyecto de Investigación PIUNT B/717 “Vivienda social sostenible en clima cálido húmedo. Desarrollo de métodos y técnicas que contribuyan a la calidad ambiental y certificación energética”, aborda la evaluación de las condiciones del ambiente térmico en viviendas sociales de un barrio de operatoria estatal de la provincia de Tucumán.

Se seleccionaron dos unidades representativas, una original desocupada (VOD) y otra modificada y ocupada (VMO), en las que se registraron las variables de temperatura interior y exterior en invierno y verano, se analizaron las propiedades térmicas de los elementos de la envolvente y se determinaron índices de prestaciones energéticas. Complementariamente se realizaron entrevistas a los usuarios del barrio para indagar sobre la percepción de las condiciones térmicas y los hábitos de uso de la vivienda.

La información obtenida, permitió identificar fortalezas y debilidades en el desempeño térmico de las viviendas y elaborar propuestas básicas de mejora de la envolvente, orientada a optimizar la habitabilidad y reducir la demanda energética, contribuyendo así a la discusión técnica y académica sobre estrategias de intervención en vivienda social en climas cálidos y templados del NOA.

DESARROLLO

Las viviendas analizadas se ubican en un conjunto habitacional de 126 unidades denominado “Barrio Municipal”, en el municipio de Yerba Buena, construido por el Instituto Provincial de Vivienda y Desarrollo Urbano de la provincia de Tucumán.

La localidad pertenece a la zona Bioambiental Iib (IRAM 11603, 1996). Presenta veranos cálidos y húmedos con temperatura máxima media superior a los 32°C y máximas absoluta de 41,8°C con baja amplitud térmica que no supera los 12°, siendo la HR media máxima de 85%, lluvias frecuentes y días mayormente nublados. Los inviernos son fríos y secos con temperatura media mínima de 6°C y HR media de 65%. En relación a las necesidades bioclimáticas el 31,9% de las horas del año se requiere calefacción, el 37,2% se presenta situación de confort y un 30,9% se requiere enfriamiento (Gonzalo, 2003). Es decir que la localidad presenta un clima mixto, en donde resulta necesario considerar en el diseño de edificios tanto las estrategias de verano de prevención de calor y ventilación natural como las de invierno de reducción de pérdidas de calor y calefacción solar pasiva.



Figura 1: Barrio Municipal. Fuente: Elaboración propia en base a Google maps.



Figura 2: Vista de las viviendas del B° Municipal

Las viviendas seleccionadas se ubican en lotes regulares de 9,5m por 28,5m (Fig.8), cuentan con una superficie cubierta de 59 m² y se encuentran dispuestas en forma apareada, en una planta, con frente al norte y contrafrentes al sur y este. Los muros son de ladrillo hueco de 0,18m con ambas caras revocadas y techo de chapa galvanizada con cámara de aire, cielorraso de placa de yeso y aislación de lana de vidrio de 2", las aberturas cuentan con aleros de 30 cm de profundidad igual al N, S y E. La vivienda modificada y ocupada presenta una galería en el acceso hacia el norte y ventanas con carpinterías mejoradas de aluminio y doble vidriado hermético.

En su diseño se puede observar que no se prioriza la orientación norte, ya que las mayores superficies se encuentran al este, los dormitorios y sus ventanas se ubican al este y al sur y el estar posee una sola de sus ventanas al norte, limitando el aporte solar para la calefacción pasiva de los ambientes de la vivienda.

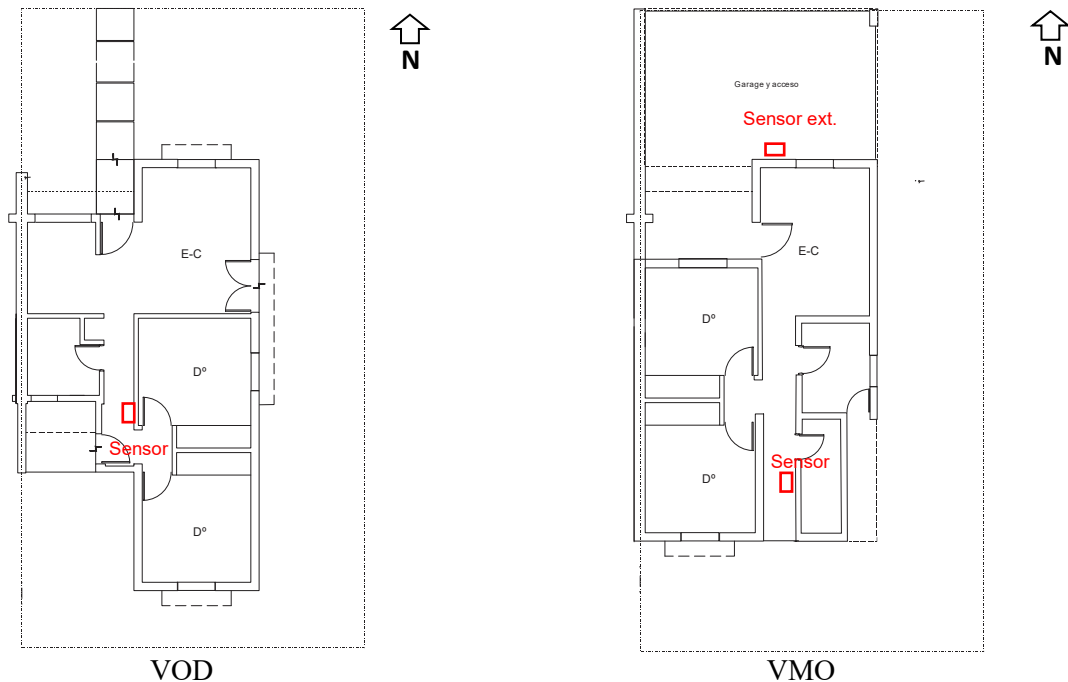


Figura 3: Plantas de las viviendas seleccionadas

Análisis de variación de temperaturas interior y exterior.

A fin de evaluar las condiciones ambientales interiores, en primer lugar, se realizaron mediciones continuas de las variables de temperatura y humedad relativa en para la condición de invierno y verano, tanto en el interior de las viviendas como en el exterior. Para ello se utilizaron registradores de datos HOBO U12-012 que se colocaron en las dos viviendas, VOD y VMO. Los registros se realizaron durante los meses de noviembre, diciembre y enero en verano y en el mes de junio para invierno. La ubicación de los sensores se indica en la Fig. 3.

La figura 4, que muestra los registros de temperaturas del período cálido, se puede observar que la variación de la temperatura del aire exterior (T_e) se encuentra entre los 39,8 °C y 13,2 °C, con un valor promedio de 26,2 °C, mientras que la temperatura interior de la VMO se encuentra entre 32,8 °C y 21,2 °C, con un valor promedio de 26,9 °C; la temperatura interior de la VOD presenta valores muy similares, con registros entre 32,5 °C y 20,3 °C y un valor promedio de 27,0 °C (Fig. 4).

Al analizar la T_e en este período, se observa que, el 25% de los registros se encuentra dentro del rango de confort térmico (23 a 26°C), correspondiendo un 30% a las mediciones que se encuentran por debajo de los 23°C y un 45 % a las que superan los 26°C. Estas últimas alcanzan un valor máximo de casi 40°C, con un valor promedio de 30,9°C.

Al analizar la variación de la temperatura interior (T_i) de ambas viviendas, se observa en primer lugar que, a pesar que una de ellas se encuentra ocupada, presentan un comportamiento similar. Los registros dentro del valores de confort se encuentran en un 26 %, la vivienda MDO y en 21 %, la

VOD; solo en un 6 % y 9%, respectivamente, se encuentran por debajo de los 23°C, y un 68 y 70 % superan los 26°C, los que alcanzan un valor máximo de prácticamente 33°C y un valor promedio de 28,2° y 28,9° respectivamente (Fig. 5).

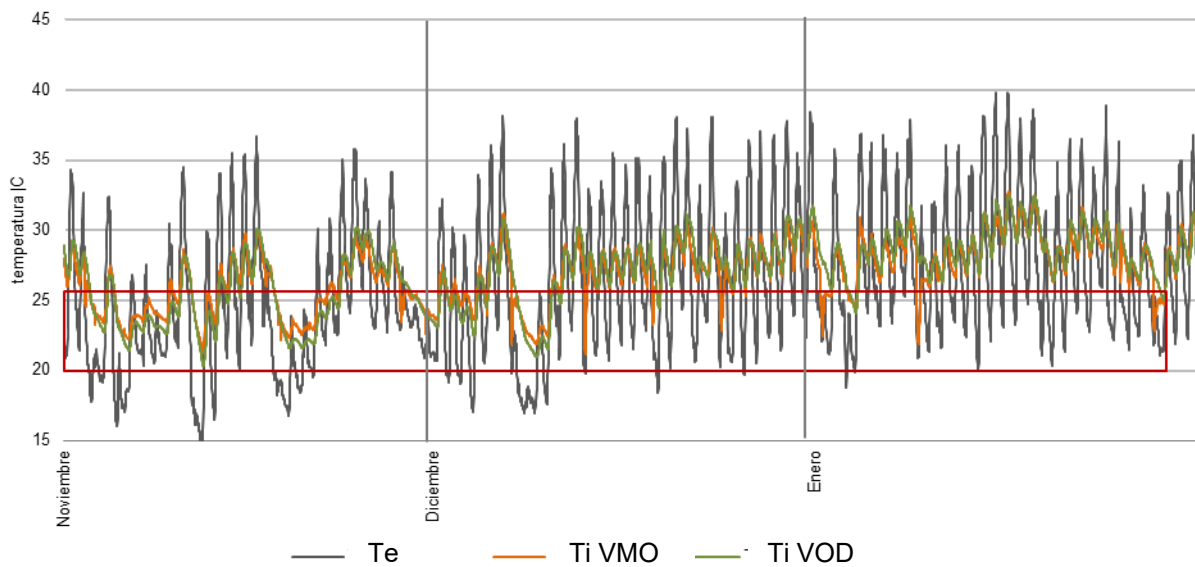


Figura 4: Variación de temperaturas exterior y en el interior de las viviendas analizadas en tres meses del periodo cálido

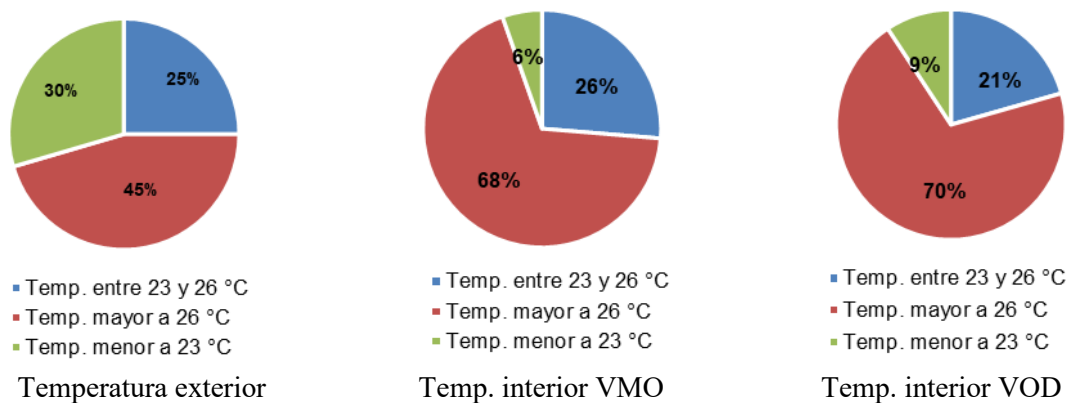


Figura 5: Análisis de los valores promedios de las temperaturas del periodo de verano.

El mes de enero, que presenta temperaturas más elevadas la mayor parte de los días, se puede observar que Te promedio es de 27,8°C, correspondiendo el 54 % de los registros a valores superiores a 26°C. Las mediciones de la temperatura interior de las VMO y VOD presentan valores promedio de 28,3°C y 27,7°C y registros superiores a 26°C en un 89% y 94 %, respectivamente (Fig. 6).

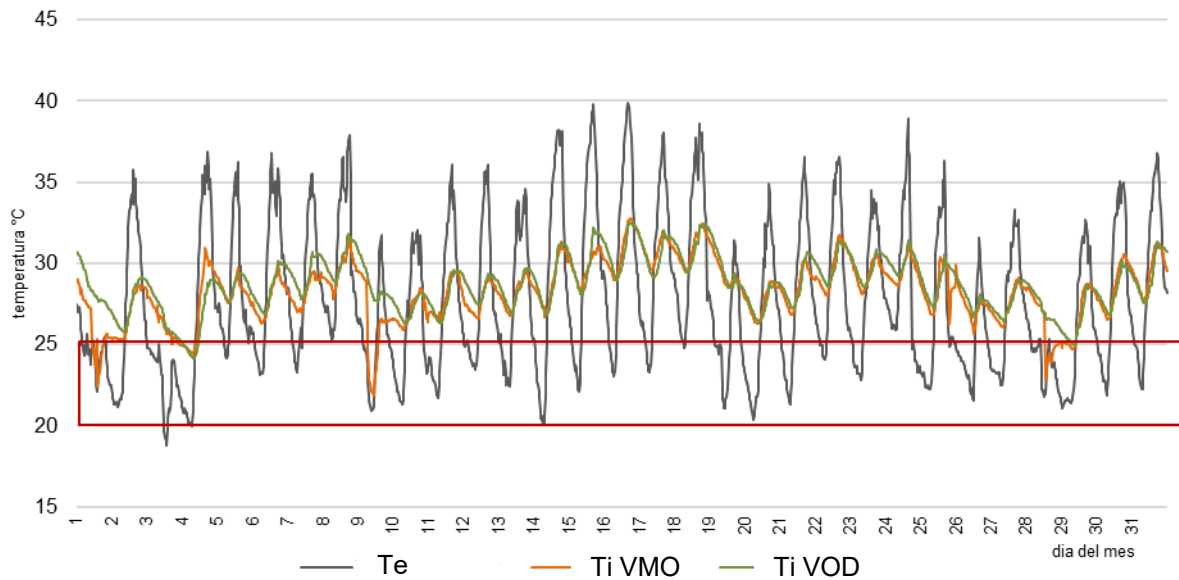


Figura 6: Registros de temperaturas exterior e interior en el mes de enero.

Al analizar la variación en un día típico promedio (12 de diciembre), se observa que solo la Te presenta valores menores a los 26 °C, ya que ambas viviendas superan el rango de confort durante todo el día. Se observa en la VMO, que a pesar que en horas de la madrugada, la Te es más baja que la Ti, no se favorece el enfriamiento nocturno, para refrescar los ambientes internos; se infiere, por lo tanto, que posiblemente razones de seguridad o modos de vida las carpinterías se encuentran cerradas durante toda la noche.

Solo en tres ocasiones en el mes de enero, se observó un comportamiento diferente, donde la TI de la VMO, acompañó el descenso de la Te. Se infiere que solo en esas oportunidades se abrieron las ventanas y se favoreció el enfriamiento interior por efecto de la ventilación natural, quedando demostrada la importancia de favorecer la ventilación natural selectiva (Fig. 7).

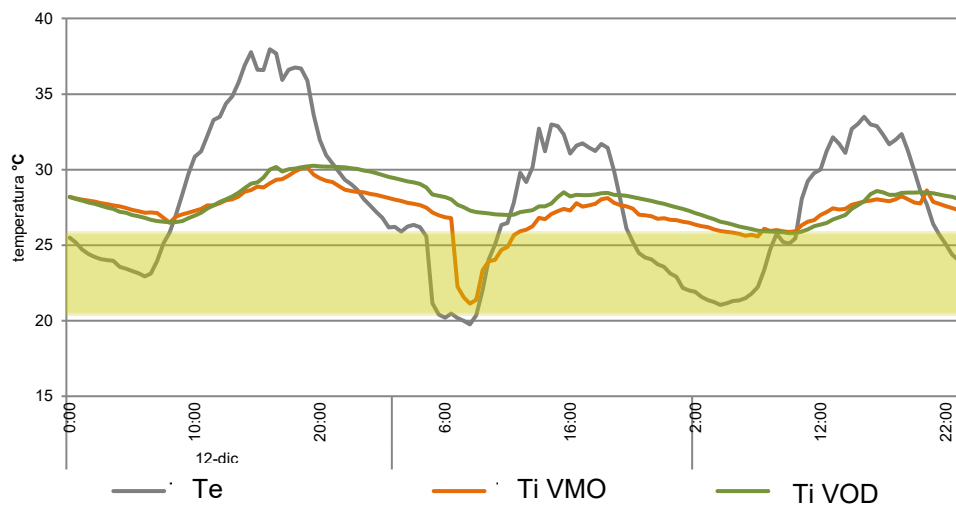


Figura 7: Variación de temperaturas en un día promedio (12/12) y un día atípico (13/12) de verano

La figura 8 muestra la variación de las temperaturas en el período invernal, se puede observar que, la Te se encuentra dentro del rango de confort térmico (mayor a 18°) en un 19% de los registros, con un valor promedio de 19,5°; la Ti de la vivienda desocupada, en un 23% de los registros se encuentra dentro del nivel de confort, con un valor máximo de 20°C y un valor promedio de 18,3°; en cambio la VMO, presenta el 94% de los registros se encuentran dentro del rango de confort, dado que cuenta con calefactores a gas, encendidos durante todo el día.

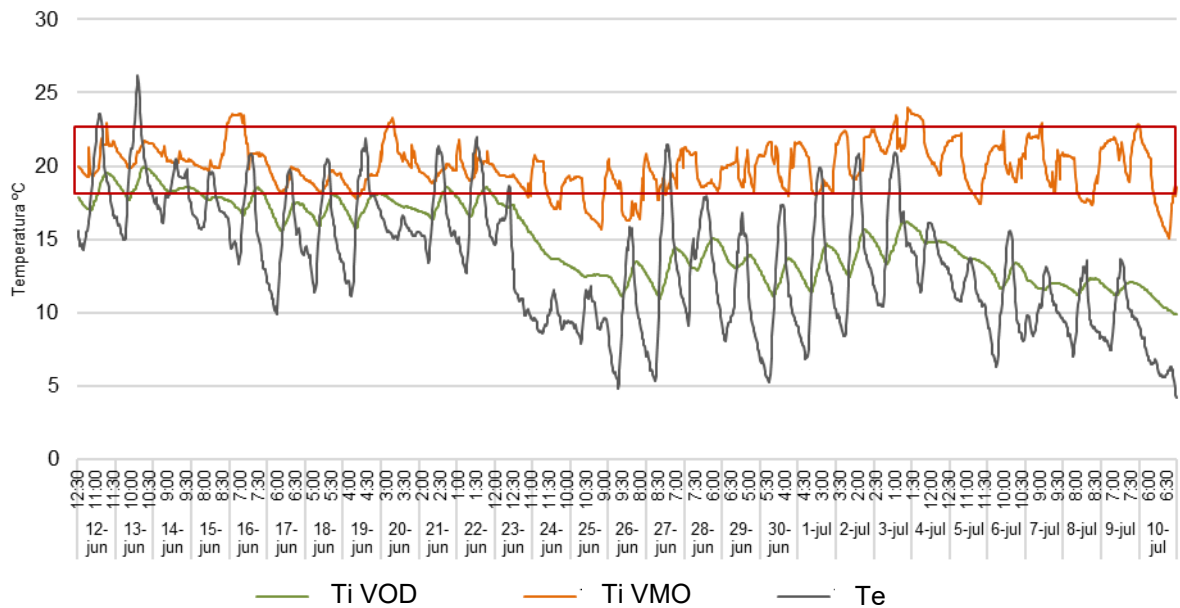


Figura 8: Registros de temperatura interior y exterior en invierno de las viviendas
 En el análisis comparativo entre la Te y la Ti de la VOD, en un día típico de invierno, se observa que ambas se encuentran por debajo del rango de confort térmico durante todo el día, y si bien la Te alcanza valores próximos a 18 °C, la Ti se mantiene entre los 12 y 14 °C. Estos registros ponen en evidencia que las viviendas, no alcanzan las condiciones de confort interior y solamente es posible acercar las temperaturas a las de bienestar térmico, a partir del uso de sistemas de calefacción, con el consecuente consumo de energías no renovables y gasto energético (Fig. 9).

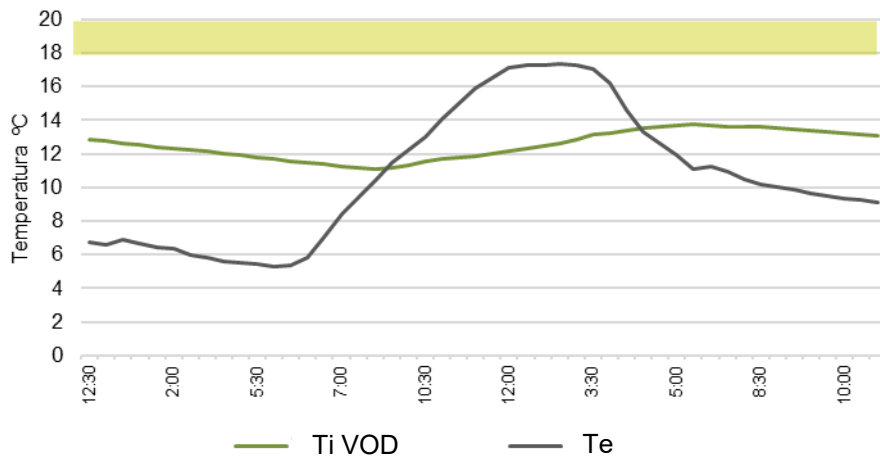


Figura 9: Variación de temperaturas de un día típico de invierno

Análisis de percepción del ambiente térmico

Para conocer las condiciones de confort percibidas por los usuarios, se realizaron encuestas, que respondidas por los ocupantes de 28 viviendas del barrio. Las mismas se organizaron en secciones específicas sobre la calidad de vivienda, su confort en verano y en invierno y consumos de energía.

Las respuestas referidas a la sensación térmica interior percibida en cada estación, muestran que, en verano el 43 % las percibe como calientes, el 11% con un calor bochornoso, y solo un 11% lo reconoce confortables. En invierno, el 82% las considera entre muy frías y frías (Fig.10).

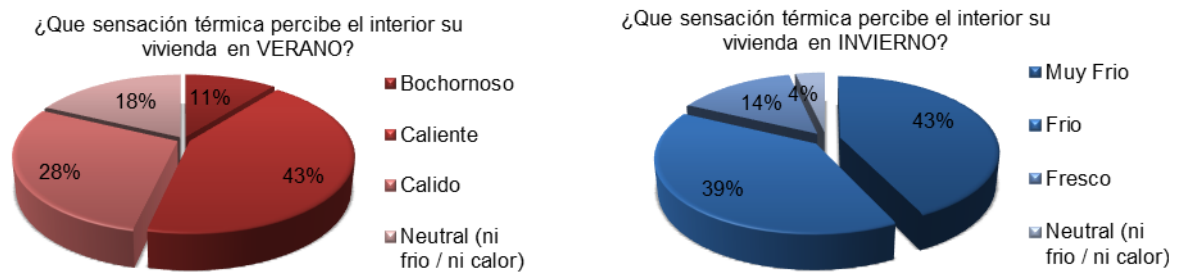


Figura 10: Sensación térmica percibida por los usuarios en las viviendas

El 82% de los encuestados expresaron la necesidad de contar con refrigeración mecánica (aire acondicionado o ventilador) en verano. En invierno, el 64% de los habitantes consideraron necesario contar con sistemas de calefacción. La totalidad de los encuestados manifiesta poseer algún sistema para la climatización, el 93% dispone de aire acondicionado, el 43% de ventiladores, el 54% de calefactor a gas y el 61% de estufas eléctricas. Otro factor percibido es la presencia de corrientes de aire molestas en el invierno proveniente de puertas en un 39%, ventanas 35% y rejillas de ventilación de gas; lo que denota la calidad de las aberturas convirtiéndose en gran factor de pérdida de calor.

Los votos de sensación térmica expresado por los ocupantes de las viviendas, permitió determinar el PMV (Predicted Mean Voted) y el índice PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) (%), a partir de asumir los votos entre -3, -2, y, entre +2 y +3, como votos de los ocupantes insatisfechos (ASHRAE, 55-2017) (Tabla 1). La ponderación de los votos de sensación térmica de los ocupantes, posibilitan observar que, para la estación cálida, la PMV es de 1,32, lo que corresponde a sensación de ligeramente cálido y el índice PPD (%), establece un 48% de ocupantes en situación de inconformidad frente a las condiciones térmicas del aire. Para la estación fría, los votos de sensación térmica de los ocupantes, dan valores de PMV de -2,14 (frío). El índice PPD (%), establece un 79% de ocupantes en situación de inconformidad por frío, en el interior.

Tabla 1: Condiciones de sensación térmica verano e invierno

	Mucho calor	Calor	Ligeram. cálido	Ligeram. frío	Frío	Mucho frío	Neutro	PMV	PPD
	3	2	1	-1	-2	-3	0		
Verano	3	12	8	0	0	0	5	1,32	48%
Invierno	0	0	0	4	11	12	1	-2,14	79%

En síntesis, con las mediciones y las encuestas queda demostrado que las viviendas no posibilitan condiciones de confort interior, lo cual depende directamente de la eficiencia térmica de los elementos de la envolvente y de las características de diseño de las unidades habitacionales desarrolladas en operatorias estatales.

Análisis de la carga térmica de la envolvente:

A fin de analizar el comportamiento térmico de las viviendas, se determinaron las propiedades térmicas de los componentes de la envolvente, así también la verificación del cumplimiento de los valores normados, a partir de la aplicación del programa CEEMAKMP.xls (Gonzalo, 2004).

Los resultados demostraron que, el sistema constructivo empleado en los muros de las viviendas, presenta un valor de K que supera los valores máximos admisibles establecidos por Normas considerando el nivel mínimo de confort, tanto para verano como para invierno (Tabla 2). En el caso del techo, el coeficiente K cumple solamente con el mínimo nivel establecido por Normas, para verano e invierno (Tabla 2)

Tabla 2: Valores de transmitancia térmica de los elementos constructivos y verificación de normas.

Muros		Techo	
K calculado W/m ² C	K norma nivel C W/m ² C	K calculado W/m ² C	K norma nivel C W/m ² C

Ver.	Inv.	Ver.1,80	Inv. 1,82	Ver.	Inv.	Ver. 0,72	Inv. 1,00
2,21	2,12	No cumple	No cumple	0,59	0,57	Cumple	Cumple

Se verificó, además, el riesgo de condensación superficial e intersticial de los elementos de la envolvente de las viviendas con el uso del programa CEEMACOND.xls (Gonzalo, 2008) basado en las Normas IRAM 11601 y 11625 (Fig.11).

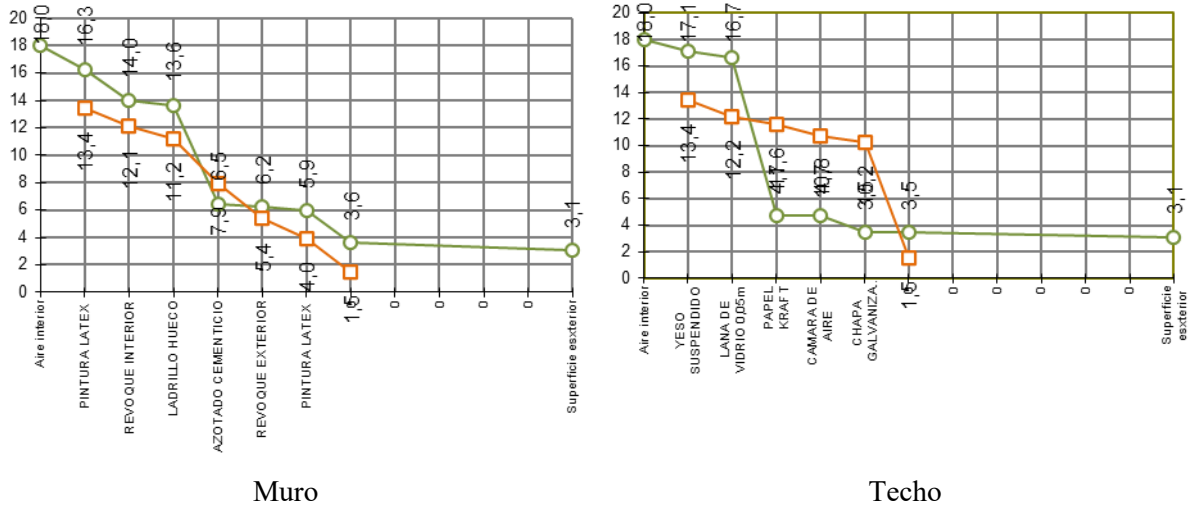


Figura 11: Verificación del riesgo de condensación de los elementos de la envolvente de las viviendas.

Se puede observar que los cerramientos presentan riesgo de condensación intersticial. Esto demuestra que la envolvente no cumple con las condiciones de habitabilidad requerida para brindar tanto condiciones de confort interior a los ocupantes, como para preservar la vivienda de patologías constructivas derivadas de la condensación (Fig.11).

Posteriormente, se realizó el análisis del balance térmico de la envolvente bajo régimen periódico (Qp) a partir del cálculo de las cargas térmicas para verano e invierno. Mediante el programa CEEHASQPER.xls (Ledesma, Nota, 2018), se establecieron los requerimientos de enfriamiento y calefacción de las viviendas en análisis, se consideraron las temperaturas exteriores promedio de los meses de verano e invierno, correspondientes a los registros del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2000-2010) y los valores de temperatura interior establecido por IRAM 11659-1.

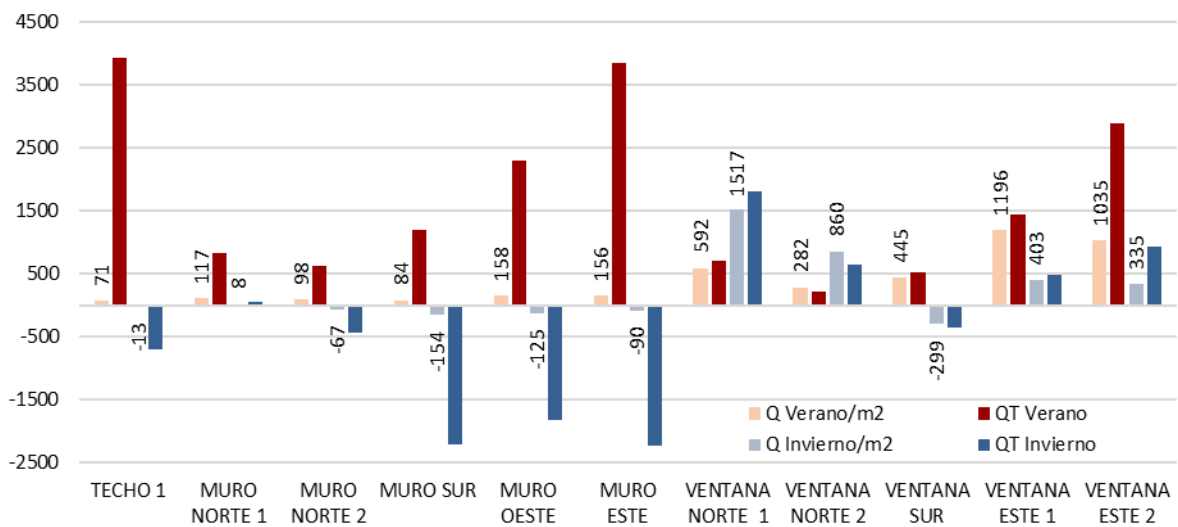


Figura 12: Análisis de la carga térmica estacional de la VOD

A partir del análisis de las cargas térmicas de la VOD, se observa, en primer orden, que el mayor intercambio de calor se presenta en el período estival, con un promedio de ganancias diarias de 18500 W diario; en invierno el intercambio es menor, con un promedio de 3720 W de pérdidas diarias.

Para verano, en el análisis de cada cerramiento, se puede observar que el techo, si bien es el elemento con menor carga térmica unitaria por su superficie, transmite la mayor cantidad de calor hacia la vivienda; también el muro orientado al este con una superficie un 50% menor, prácticamente lo iguala, debido a su baja resistencia y alta exposición solar, al igual que su ventana con la misma orientación.

En invierno, las mayores pérdidas las presentan los muros sur, este y oeste, superando notablemente al muro norte, que recibe una importante incidencia solar. En cuanto a las superficies vidriadas, las mayores ganancias le corresponden también las ventanas al norte, siendo el estar comedor el que presenta un importante aporte a la carga térmica necesaria para la época invernal (Fig.13).

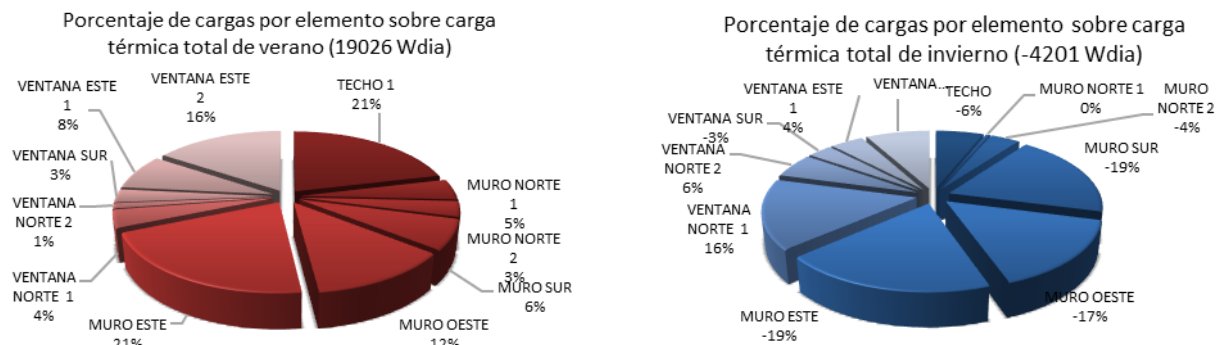


Figura 13: Porcentajes de cargas térmicas de verano e invierno por cada elemento de la envolvente de la VOD en relación a los valores totales de cada período.

Al analizar la incidencia porcentual de los componentes sobre el total del intercambio térmico y su relación con la superficie de cada componente, se observa que las mayores ganancias en verano las presentan los muros (48 % del total), lo cual se debe a su superficie (52 % del total), a la baja resistencia al paso del calor y a la gran incidencia solar; se observa, además, que las ventanas con una superficie del 6 % de la envolvente, presentan el 31 % de las ganancias totales. En invierno, las mayores pérdidas también corresponden a los muros, siendo un 61 % en relación a la carga térmica total (Fig.14).

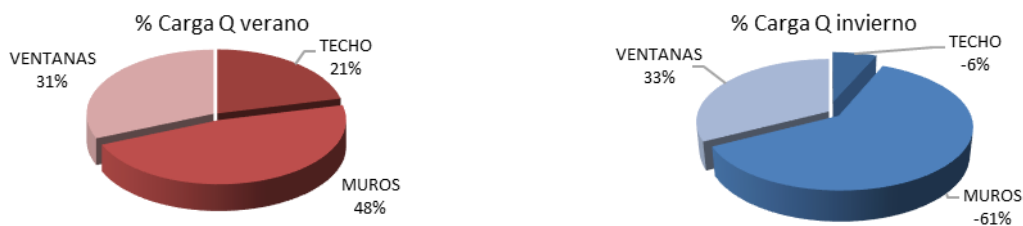


Figura 14: Porcentajes de cargas térmicas de verano e invierno de la VOD considerando cada elemento y su superficie en relación a los valores totales de cada período

En el análisis de la vivienda modificada, se observa que, si bien se logra una disminución del 20% en la carga estival, las pérdidas de invierno aumentan en un 60%, lo cual se debe fundamentalmente, al garaje ubicado hacia el norte, que imposibilita aprovechar los aportes térmicos sobre los muros y principalmente a través de la ventana del estar-comedor. En ambos casos resultan similares los valores absolutos de intercambio térmico (Fig.15)

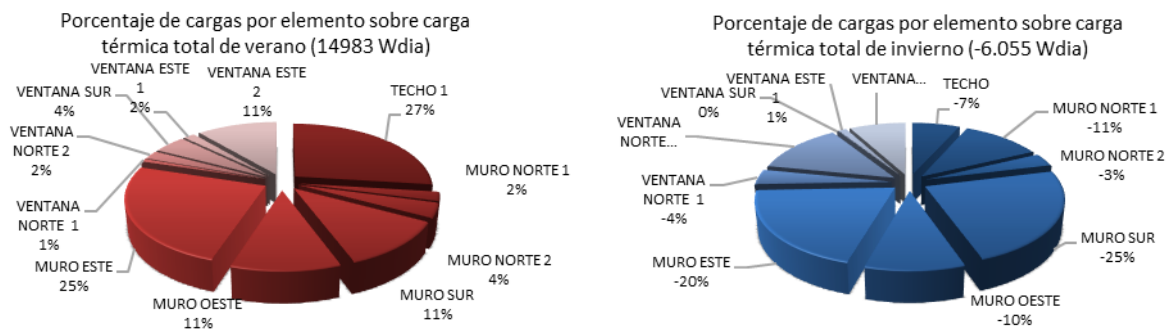


Figura 15: Porcentajes de cargas térmicas de verano e invierno por cada elemento de la envolvente de la vivienda remodelada en relación a los valores totales de cada periodo.

Al analizar la incidencia porcentual de los componentes en verano, se observa que las mayores ganancias las presentan los muros (53 % del total) en relación a las ventanas que presentan el 31 % de las ganancias totales con una superficie del 6 % de la envolvente. En invierno, las mayores pérdidas también les corresponden a los muros, con un 61 % de carga total (Fig.16).

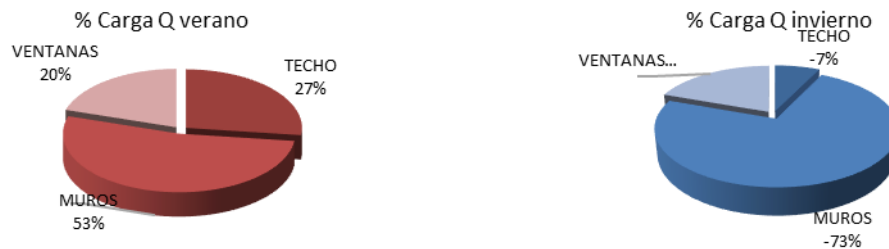


Fig.16: Porcentajes de cargas térmicas de verano e invierno de la vivienda remodelada considerando cada elemento y su superficie en relación a los valores totales de cada periodo.

En el análisis comparativo de la carga térmica estacional de las dos situaciones analizadas, se observa una disminución de la carga térmica por unidad de superficie de la envolvente (11%) y por metro cuadrado de superficie cubierta (23%) para la estación de verano de la vivienda remodelada en relación a la original. En invierno la situación se invierte, superando la vivienda remodelada en un 75 % las pérdidas por m² de la envolvente y en un 40% la carga por unidad de superficie cubierta (Fig.17).

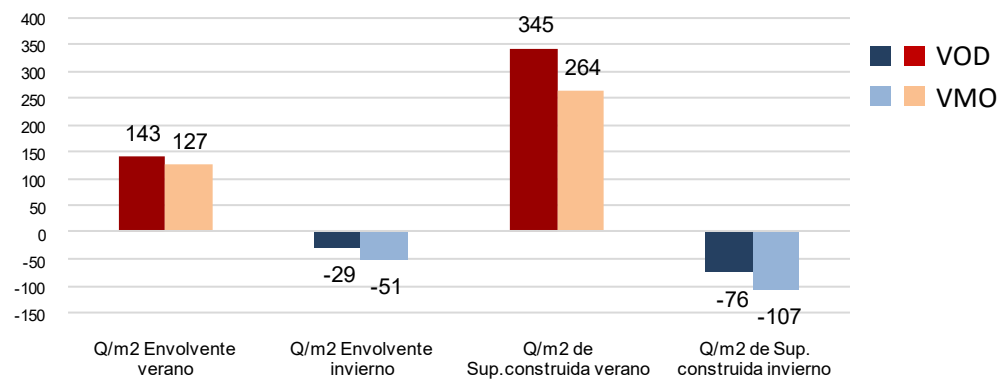


Figura 17: Valores de carga térmica totales para la VOD y VMO

Análisis de las propuestas

Con el fin de ponderar la posibilidad de mejorar el comportamiento térmico de la vivienda original VOD, se analizaron y compararon algunas intervenciones en la envolvente de la misma, desde propuesta sencilla de uso de protección solar a cambios en la materialidad constructiva. Se plantearon las siguientes alternativas:

- | | | |
|---------------------------|-----|---|
| Caso 1.- Muro original: | 1.a | Muro original. |
| ladrillo hueco 180 mm con | 1.b | Muro original, alero de 0,80 m en muro este y cortinas de enrollar en |

2 caras revocadas		superficies vidriadas.
	1.c	Muro original y ventanas con DVH.
Caso 2.- Muro doble: ladrillo macizo 130mm, EPS 25mm y placa yeso	2.a	Muro doble.
	2.b	Muro doble, alero de 0,80 m en muro este y cortinas de enrollar.
	2.c	Muro doble y ventanas con DVH.
Caso 3.- Muro con revoque termoaislante: ladrillo hueco 180 mm y revoque ext. termoaislante	3.a	Muro con revoque termoaislante.
	3.b	Muro con revoque termoaislante, alero de 0,80 m en muro este y cortinas de enrollar.
	3.c	Muro con revoque termoaislante y ventanas con DVH.

Los resultados alcanzados permitieron ponderar las posibles mejoras que se alcanzarían para ambos periodos estacionales. Se observa que, la presencia de la protección solar sobre el muro este y protección solar en las ventanas (caso 1.b), provoca una disminución de la carga para enfriamiento del 25% para verano, en cambio para invierno genera un incremento de las cargas para calefacción del 15%. En caso de colocar DVH en todas las ventanas (caso 1.c), se observa, en verano, una reducción de solo el 4%, siendo mayor su influencia para la situación de invierno, con una reducción del 13% (Fig. 18).

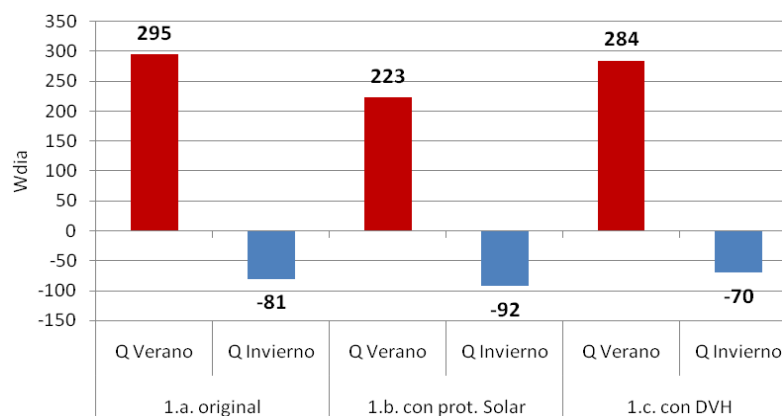


Figura 18: Cargas térmicas por m^2 de superficie de la vivienda para el caso 1 con las variantes de protección solar (1.b) y DVH (1.c)

Para el caso de modificar la envolvente opaca, reemplazándola por un muro doble con aislación térmica (Caso 2.a), se logra una disminución de ganancias estivales y de pérdidas en invierno del 51%; si a ello la sumamos las protecciones en la envolvente al este (Caso 2.b), se logra una disminución del 55% en verano y, en invierno, dado que las ganancias solares se reducen por la presencia del alero, las pérdidas de calor son levemente mayores.

Para la propuesta de colocar revoque exterior termoaislante (Caso 3.a), se registran reducciones de la carga térmica del 42% para verano e invierno y en el caso de incorporar, además, protecciones solares (caso 3.b) las reducciones registradas serían del 46% y 37 % (Fig. 19).

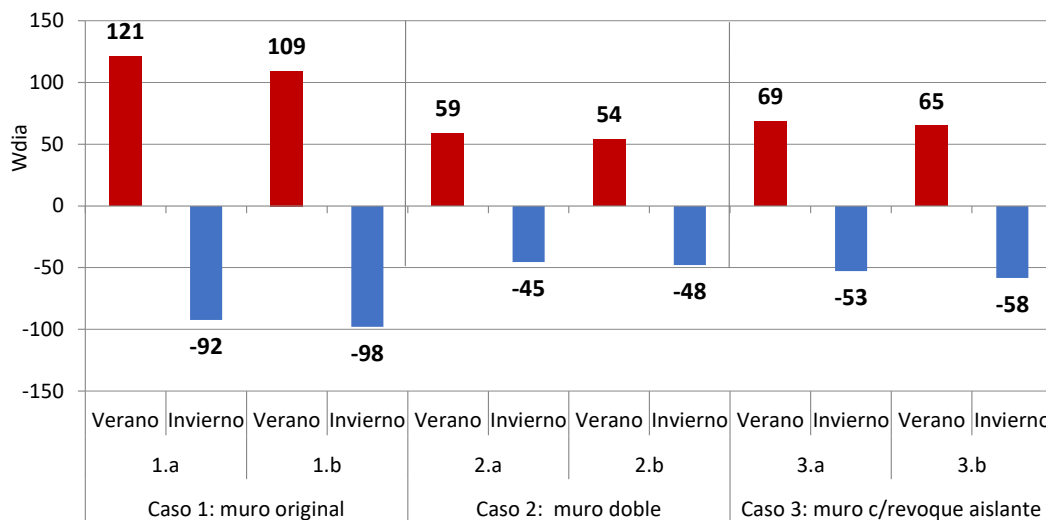


Figura 19: Cargas térmicas por m² de superficies opacas de la vivienda original y sus variantes

Se determinó, además, el Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) de las situaciones propuestas, mediante la implementación del Aplicativo para el Etiquetado de Viviendas de la Secretaría de Energía de la Nación. Se obtuvo un IPE para la vivienda original de 280 kWh/m²año, con la incorporación de protecciones solares dicho valor se reduce a 254 y con DVH a 259 kWh/m²año, correspondiendo una disminución del 9 y 8% respectivamente.

Los planteos de muro doble y muro con revoque termoaislante, presentan un IPE de 265 y 250 kWh/m²año respectivamente, lo que corresponde a una reducción del 5% y 11%. En todos los casos corresponde una etiqueta G, último valor de la categorización.

CONCLUSIONES

Al analizar las condiciones de temperatura interior en la vivienda original desocupada (VOD), se observa que, en las viviendas de gestión estatal, no se alcanzan los parámetros de confort térmico requeridos. La envolvente edilicia no garantiza un desempeño energético eficiente, situación atribuible no solo a las características constructivas, sino también a las decisiones de diseño arquitectónico, que limitan la captación óptima de radiación solar durante el invierno y la protección solar necesaria, en la estación estival. Al comparar la VOD con la vivienda ocupada y modificada (VMO), no se evidencia una variación significativa en la temperatura interior ni en el comportamiento térmico de la envolvente, dado que las intervenciones realizadas, se orientan principalmente al mejoramiento funcional de la vivienda, llegando incluso a incidir de manera negativa en su desempeño térmico.

La evaluación de las propuestas de mejoramiento térmico planteadas para la VOD, permitió constatar la relevancia del control de la radiación incidente sobre superficies opacas y transparentes durante el período estival. Asimismo, se verificó que los beneficios más significativos de la incorporación de material aislante térmico se manifiestan en la estación invernal, reforzando la necesidad de estrategias diferenciales según el período climático.

Los prototipos analizados, se replican en numerosos barrios de la ciudad, lo que torna imprescindible replantear las estrategias de diseño y las soluciones constructivas con el propósito de alcanzar una mayor adecuación climática de las unidades habitacionales promovidas por el Estado. Ello contribuirá a optimizar su calidad ambiental y eficiencia energética, fomentando un uso más racional de los recursos y favoreciendo la mitigación del cambio climático, mediante la reducción del impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades y la consecuente disminución de las emisiones de CO₂.

REFERENCIAS

- Bustamante W. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/264975670_Guia_de_diseno_para_la_eficiencia_energetica_en_la_vivienda_social
- Gonzalo, G.E. (2003). Manual de Arquitectura Bioclimática. D.F.: Universidad Nacional de Tucumán.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1996) Normas IRAM 11.605: Valores máximos de transmitancia térmica para cerramiento opacos. Buenos Aires.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1996) Normas IRAM 11603: Clasificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2019). Normas IRAM 11900 – Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado.
- Kuchen, Ernesto, Kozak, Daniel. (2020). Transición energética argentina. El nuevo estándar de eficiencia energética en la evaluación de la vivienda social. Caso de estudio: vivienda de barrio papa francisco. Revista hábitat sustentable, 10(1), 44-55. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.04>
- Ledesma S.L, Nota V.M. (2021) Soluciones Constructivas de Techos de Escuelas. Análisis de su desempeño térmico para el clima de San Miguel de Tucumán. Revista AVERMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente”. Vol. 25, pp. 121-132, ISSN 2796-8111.
- Ministerio de Economía de la Nación. Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV). Aplicativo Informático Nacional. Disponible en: <https://etiquetadoviviendas.mecon.gov.ar>
- Rodríguez, C. M., Medina, J. M., & Pinzón, A. (2019). Thermal comfort and satisfaction in the context of social housing: Case study in Bogotá, Colombia. *Journal of Construction in Developing Countries*, 24(1), 25–45. <https://doi.org/10.21315/jcdc2019.24.1.2>
- Simões, G. M. F., Cavalcanti, J. E. W., Lamberts, R., & Ghisi, E. (2025). Thermal discomfort and adaptation strategies in Brazilian social housing. *Building and Environment*, 256, 113963. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.113963>
- Vázquez-Torrés, C. E., Ozawa-Meida, L., Bienvenido-Huertas, D., & Bassam, A. (2025). Advancing sustainable housing in Latin America: A critical review of energy efficiency, indoor environmental quality, and policy. *Sustainability*, 17(13), 6139. <https://doi.org/10.3390/su17136139>
- UNEP & GlobalABC. (2025). Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025. United Nations Environment Programme. <https://globalabc.org>

EVALUATION OF THERMAL ENVIRONMENT CONDITIONS IN SOCIAL HOUSING IN TUCUMÁN

ABSTRACT This paper presents an assessment of the environmental conditions in social housing in a neighborhood operated by the state-owned company in the province of Tucumán. Two representative units were selected: one originally unoccupied (OVD) and one modified and occupied (VMO). Indoor and outdoor temperature variables were recorded for winter and summer conditions, the thermal behavior of the envelope was established, and energy performance indices were determined. User surveys were also conducted regarding thermal conditions and usage habits. The results allowed for an assessment of the thermal performance of the homes and the development of basic proposals for improving the envelope, aimed at optimizing habitability and reducing energy demand in social housing in a hot-humid climate.

Keywords: energy, habitability, thermal comfort, and social housing.