

MONITOREO, REFUNCIONALIZACIÓN Y SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN CATAMARCA

Alicia Macías¹, Ana Mariela Martinena¹, Celina Filippín², Víctor García³

¹ Carrera de Arquitectura - Facultad de Tecnología y Ciencia Aplicadas – Universidad Nacional de Catamarca- Maximio Victoria 55 – CP 4700 – <http://tecno.unca.edu.ar/> Catamarca- Argentina

² CONICET, Santa Rosa, La Pampa

³ Grupo de Energías Renovables Catamarca, Facultad de Ciencias Agrarias UNCA. CATAMARCA
Tel. 0383 465 5886- e-mail: arq.alimaciass@gmail.com

RESUMEN: En Catamarca, el Instituto Provincial de la Vivienda, creado por Ley N° 4084 (1984), constituye uno de los organismos responsables de dar respuesta al déficit habitacional. Entre 1979 y 2024 otorgó 25.791 viviendas en toda la provincia, de las cuales el 62 % se concentró en la capital. El objetivo general del estado es resolver la deficiencia habitacional, centrándose en la económica de recursos, dejando de lado criterios que respondan adecuadamente a las condiciones climáticas y las necesidades reales de confort térmico de quienes la habitan. El presente trabajo muestra los resultados del monitoreo higrotérmico, cuyas mediciones evidenciaron el sobrecalentamiento de los espacios, alejándose de la zona de confort (22°C y 27 °C). Se analizan las características termo físicas de los materiales y se plantea la rehabilitación térmica de la envolvente a bajo costo. Las simulaciones realizadas permiten disminuir un 35% la energía auxiliar necesaria para refrigerar y 37 % para calefaccionar. El estudio evidencia la necesidad de considerar criterios que respondan adecuadamente a las condiciones climáticas y las necesidades reales de confort térmico de los habitantes, para así reducir el gasto económico en que incurren para lograrlo.

Palabras clave: déficit habitacional, confort térmico, rehabilitación térmica.

INTRODUCCIÓN

Las ciudades actuales funcionan como sistemas altamente ineficientes, grandes consumidoras de recursos naturales, lo que genera tanto el agotamiento de dichos recursos como un incremento sostenido de la contaminación ambiental. En Argentina, el abastecimiento eléctrico alcanza a más de doce millones de viviendas; sin embargo, la falta de inversión en el sector energético provoca situaciones de escasez, lo cual constituye una gran preocupación para el país, dado que la energía es un recurso esencial para el crecimiento económico y el desarrollo social (Secretaría de Energía de Argentina, 2021). En particular, el sector residencial representa el 36% del consumo total de energía y, en término de emisiones, es responsable del 14,7% de los gases de efecto invernadero. Particularmente, el acondicionamiento térmico de viviendas y edificios (calefacción y refrigeración) concentra aproximadamente el 18% de la energía utilizada (Secretaría de Energía de Argentina, 2021). No obstante, las políticas habitacionales de las últimas décadas se han enfocado casi exclusivamente en la reducción del déficit de viviendas y en la dinámica de la economía de la construcción, dejando en segundo plano aspectos relacionados con el ambiente, la eficiencia energética y el confort térmico de los hogares (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, 2019). Las decisiones de diseño y construcción, especialmente en los programas estatales, suelen centrarse en reducir los costos iniciales sin considerar el comportamiento térmico de la envolvente, lo que provoca mayores gastos en calefacción o refrigeración que impactan directamente en las familias; además cuando la envolvente no se adecua al clima local, surgen problemas como la condensación y deterioro de los cerramientos, incrementando los costos de mantenimiento. (Secretaría de Energía de Argentina, 2021) Conforme Martínez (2005), este aspecto no debería ser obviado en ningún tipo de construcción, especialmente en los emprendimientos de vivienda del Estado, debido a



que el gasto de funcionamiento y mantenimiento que generan las mismas posteriormente resultan significativos considerando el presupuesto familiar disponible de la mayoría de los usuarios.

En Catamarca, el Instituto Provincial de la Vivienda (I.P.V.), creado por Ley N° 4084, del 6 de marzo de 1984 - Decreto N° 670, se constituyó como un organismo descentralizado con fines sociales. En el periodo 1979-2024, ha entregado 25.791 soluciones en la provincia (I.P.V. Catamarca, 2025), además de otros programas de mejoramiento y refacción de viviendas construidas o no por el organismo aludido. Sin embargo, estas soluciones se proyectaron y construyeron sin un análisis climático adecuado, lo que obliga a los usuarios a recurrir a sistemas activos de acondicionamiento, generando mayor consumo de energía y un impacto ambiental considerable.

La problemática no es nueva, trabajos relevantes a lo largo del país han demostrado que muchas viviendas sociales presentan un comportamiento higrotérmico deficiente. A modo de ejemplo, en Tucumán, Martínez (2004-2005) expone los resultados del comportamiento térmico energético de uno de los tipos constructivos de cerramiento exterior usado tanto en viviendas de ejecución privada como las ejecutadas por el estado. Analizando la transmitancia térmica de los materiales, simulaciones y el balance térmico de diferentes superficies, considerando todas las orientaciones, arriba a la conclusión que la construcción de envolventes térmicamente eficientes no solo reduce los costos operativos, sino mejora otras áreas como la salud y el bienestar de sus ocupantes. En Tierra del Fuego, Diaz y Czajkowski (2006) presentan los resultados de su estudio referido a auditorias energéticas en viviendas de interés social, donde concluyen que se corrobora la hipótesis que la mayor parte de los elementos de la envolvente de los edificios no cumplen con los valores de transmitancia térmica establecidos por las Normas IRAM. En Córdoba, más precisamente en Villa Allende, Di Bernardo et al (2011), trabajaron sobre el monitoreo y simulación térmica energética de verano de una vivienda en condiciones reales de uso en clima templado cálido, llegando a la conclusión que los locales no alcanzan las condiciones higrotérmicas de confort en la mayor parte del tiempo debido a la ineficiencia de las envolventes, la falta de protección de estas y el inadecuado manejo climático de sus ocupantes. En Catamarca, Molas et al. (2008) realizaron una auditoría térmica sobre una vivienda ejecutada por el mismo organismo, difiriendo la tipología y la orientación. El objetivo principal fue conocer el comportamiento térmico en relación con parámetros de confort. Como conclusión se plantea que el diseño de la envolvente es insuficiente para alcanzar los rangos de confort térmicos establecidos y como consecuencia de ello demanda mayor cantidad de energía auxiliar para acondicionamiento.

De igual manera, acciones y estrategias bioclimáticas en el diseño de edificios se han transformado en una necesidad urgente para reducir el consumo energético del sector, dado que la envolvente de los edificios actúa como interfaz entre el ambiente interior y el exterior, determinando la ganancia y pérdida de calor y, por lo tanto, el requerimiento de energía necesario para calefaccionar o enfriar los espacios. La aislación térmica de muros y techos juega un papel fundamental, permitiendo disminuir los valores de transmitancia y evitando pérdidas o ganancias energéticas innecesarias. Al respecto Mercado et al. (2021), han analizado la incidencia de la aislación térmica en viviendas unifamiliares de distintas formas y materiales durante el período de enfriamiento en diversas zonas bioambientales de la República Argentina. Mediante simulaciones paramétricas con J-eplus, se combinaron variables de cuatro niveles de transmitancia térmica para muros y techos, cuatro proporciones de relación muro opaco/vidrio, dos sistemas constructivos y tres tipologías formales, alcanzando un total de 3456 simulaciones. Los resultados evidencian que, en climas muy cálidos, cálidos y templados cálidos, el consumo energético disminuye al aumentar los valores de transmitancia térmica en muros, mientras que los techos presentan un consumo menor cuando sus valores son más bajos, lo que resalta la importancia de un diseño integral de la envolvente para la eficiencia energética. En esta línea, la rehabilitación térmica surge como una estrategia complementaria para reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂ en viviendas existentes. Mazzocco et al. (2018) estudiaron el comportamiento térmico-energético de una vivienda social en la región central de Argentina, proponiendo su rehabilitación mediante simulaciones con ECOTECH y SIMEDIF. La intervención incluyó la incorporación de aislación térmica en la envolvente y un aumento del 10,8% al 20,3% del área vidriada colectora norte, logrando mejoras significativas: incremento de la energía contenida en los espacios (4,3–7,1%), ahorro de energía en calefacción de hasta 85,6%, y cumplimiento de las recomendaciones de las Normas IRAM, mejorando el etiquetado energético de la vivienda. Estos resultados muestran que tanto el diseño de la envolvente desde su

concepción como la rehabilitación energética de viviendas existentes son medidas eficaces para optimizar el desempeño térmico, reducir costos operativos y generar ambientes más confortables para sus ocupantes.

En este contexto, el Programa de Eficiencia Energética y Energías Renovables en la Vivienda Social Argentina (AR-G1002) constituye una iniciativa nacional orientada a mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector residencial. Financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y ejecutado en cooperación con el Banco Interamericano de Desarrollo el programa implementó 128 viviendas prototipo en 8 provincias, incorporando criterios de diseño bioclimático y tecnologías de energías renovables adaptadas a las condiciones climáticas locales. Las estrategias adoptadas incluyeron la instalación de sistemas fotovoltaicos, sistemas solares térmicos, optimización de orientación y ventilación, uso de materiales sustentables y capacitación de las comunidades. Los resultados evidenciaron una reducción del consumo energético de hasta un 30%, demostrando la efectividad de combinar diseño bioclimático, aislamiento térmico y energías renovables en la vivienda social, (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023) aportando un marco de referencia para la rehabilitación energética de viviendas existentes, incluyendo las de Catamarca.

Bajo estas condiciones, el presente trabajo busca describir el diseño y la tecnología de la unidad habitacional analizada, evaluar su desempeño térmico y proponer una estrategia de rehabilitación que permitan revertir las deficiencias observadas, tomando como base la evidencia aportada por los estudios previos, adaptada a las condiciones del lugar de emplazamiento.

LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La vivienda se encuentra en la capital de la provincia de Catamarca, que se desarrolla a orillas del río del Valle y al pie de la sierra de Ambato y de la sierra de Ancasti, tiene 399 km² y se halla a 550 m s. n. m. Cuenta con 159.139 habitantes, los que, sumados a los 35.916 habitantes de los otros departamentos del Valle Central (Valle Viejo y Fray Mamerto Esquiú), representan alrededor del 53,29 % de la población de la provincia, contando actualmente con 230.000 habitantes.

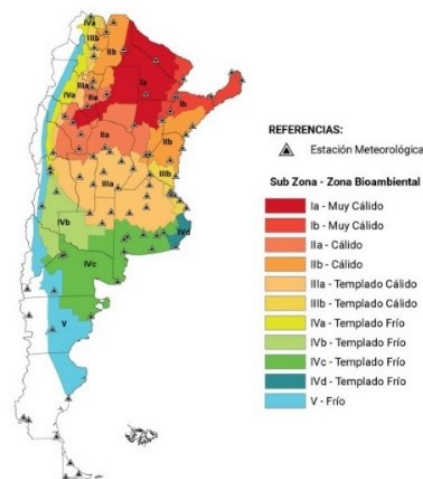


Figura 1: Zonas bioclimáticas de la República Argentina. Norma IRAM 11.603

De acuerdo con la Norma IRAM 11.603, la ciudad se encuentra en la zona II cálida, subzona IIa, (Figura 1) donde la estación crítica es el verano con valores de temperatura media mayores que 24 °C y temperatura máxima mayor que 30 °C. Las mayores amplitudes térmicas ocurren en esta época del año, con valores de 14° °C como máximo. En contraposición, el invierno es más seco, con bajas amplitudes térmicas y temperaturas medias comprendidas entre 8 °C y 12 °C.

La vivienda fue ejecutada y entregada en abril de 2021, emplazándose en un lote de 432 m² con orientación O-E en el sector este de la ciudad, (Figura 2a y 2b) en calle Cornelio Saavedra al 200, a 30 m de la Avda. Recale. El entorno inmediato es de viviendas particulares, en su mayoría en planta baja.



(a)



(b)

Figura 2: Vista Satelital, (a) Ciudad de Capital, (b) De la ubicación de la vivienda

DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

El partido arquitectónico corresponde al de viviendas unifamiliares compactas desarrollada en una sola planta con orientación oeste, su eje principal en sentido este-oeste. Cuenta con energía eléctrica, red de agua potable, desagües cloacales independientes y carece de provisión de gas natural debido a que la zona no cuenta con el suministro. Posee una superficie cubierta de 55 m² y un volumen de 154 m³, adosada a la medianera sur (Figura 3). El programa de arquitectura se conforma por dos dormitorios, cocina-comedor y baño. Se prevé la posibilidad de ampliar un dormitorio más (Figuras 4a y 4b).

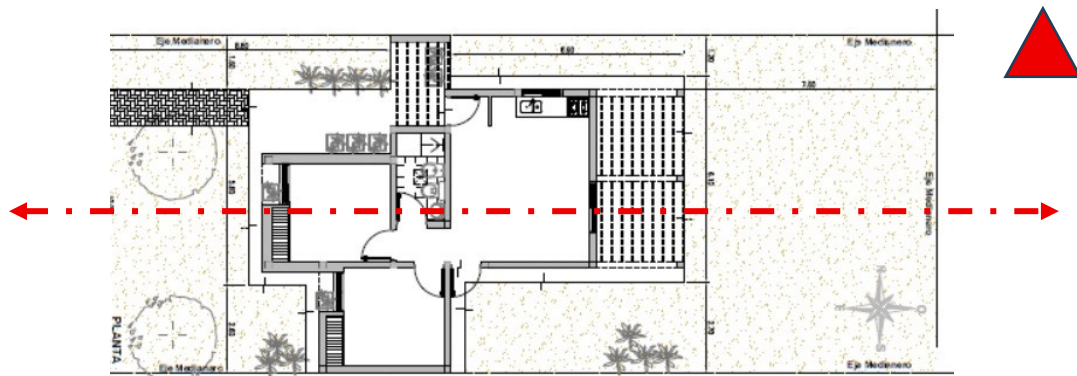


Figura 3: Ubicación de la vivienda en el terreno



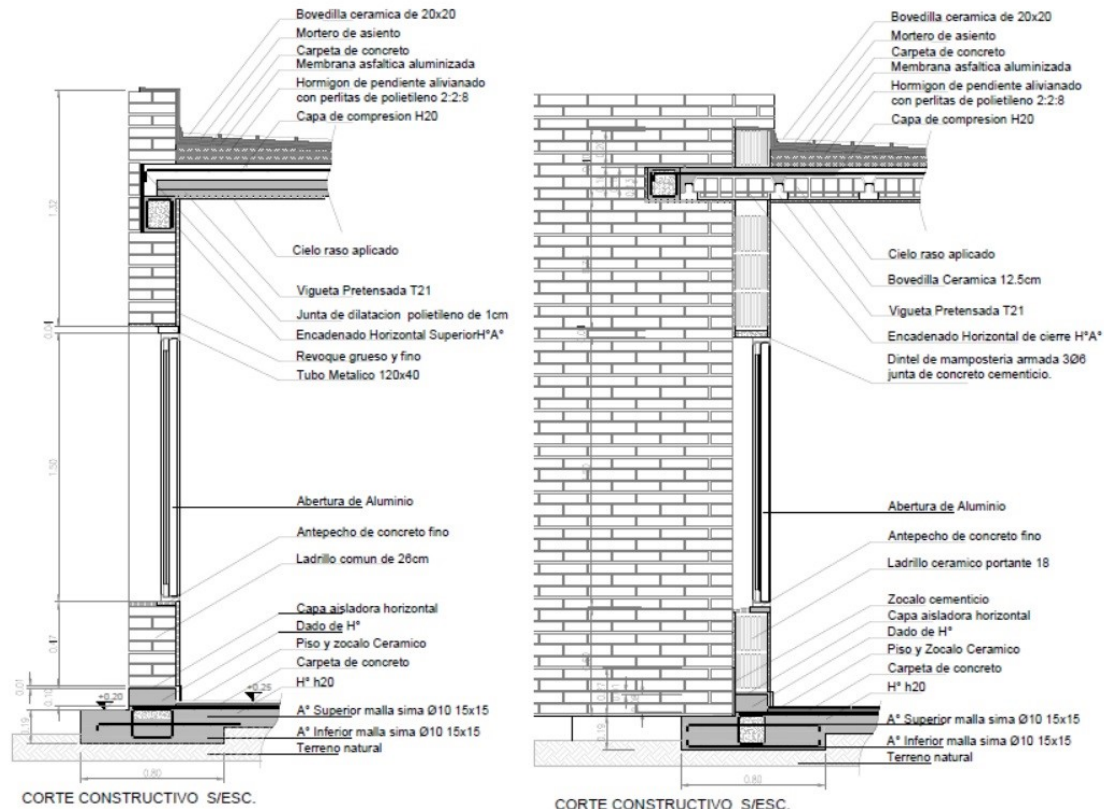
(a)

(b)

Figura 4: Fachadas, (a) Vista oeste (b) Vista este

Desde el punto de vista constructivo, la vivienda se edifica sobre una platea de hormigón armado con un espesor de 0,10 m. La estructura, también de hormigón armado, incorpora muros portantes cuya altura promedio es de 3,20 m, resueltos con dos tipologías constructivas. En primer lugar, se emplea un muro conformado por ladrillo común macizo a la vista de dimensiones 0,26 × 0,12 × 0,05 m dispuesto en aparejo inglés, con junta de mortero de asiento de 0,02 m y acabado revocado en su cara interior, alcanzando un espesor total de 0,28 m (véase Figura 5a). En segundo lugar, se utiliza un muro portante

de ladrillo cerámico hueco de 0,18 m, cuyas dos caras se revisten con revoque, obteniéndose así un espesor total de 0,20 m (véase Figura 5b). La envolvente horizontal superior se resuelve mediante un cielorraso aplicado de yeso, sobre el cual se dispone una losa compuesta por viguetas pretensadas T21 y bovedilla cerámica EPS de 13 cm, seguida de una capa de compresión. Adicionalmente, se incorpora una capa de hormigón con pendiente, aligerada mediante perlitas de polietileno en proporción 2:2:8, sobre la que se coloca una membrana asfáltica aluminizada, una carpeta de concreto, mortero de asiento y finalmente bovedilla cerámica de 20 × 20 cm. Respecto a la carpintería, las puertas exteriores presentan un núcleo inyectado y las ventanas, fabricadas en aluminio, cuentan con acristalamiento de vidrio transparente o translúcido de 4 mm de espesor.



(a) (b)
 Figura 4: Detalles constructivos, (a) muro 1, (b) muro 2

METODOLOGIA

El presente trabajo se organizó en diferentes fases que permitieron analizar integralmente la vivienda (Figura 6):

a) Revisión bibliográfica: Se evaluó y analizó material bibliográfico de antecedentes sobre el tema aplicables a las características de la región.

b) Análisis del contexto físico-ambiental: Se llevó a cabo el estudio del clima y marco geográfico de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca.

c) Identificación de necesidades higrotérmicas: Se determinaron las necesidades higrotérmicas exteriores e interiores estableciendo los parámetros de confort de la localidad de análisis de modo de determinar estrategias bioclimáticas. Los métodos aplicados son el climograma de Olgay (1963), el Diagrama psicrométrico Givoni (1991) y las Recomendaciones de Normas IRAM 11603 (1996).

d) Estudio del emplazamiento y morfología de la vivienda: Se realizó el estudio particular del emplazamiento de la vivienda de análisis. Se analizó el impacto de la forma de la vivienda en relación

ganancia/pérdida de calor mediante la aplicación de los índices de compacidad (Mascaró,1999), Factor de Forma (Goulding, 1994) y Factor de Área Envolvente Piso (Esteves, 1997).

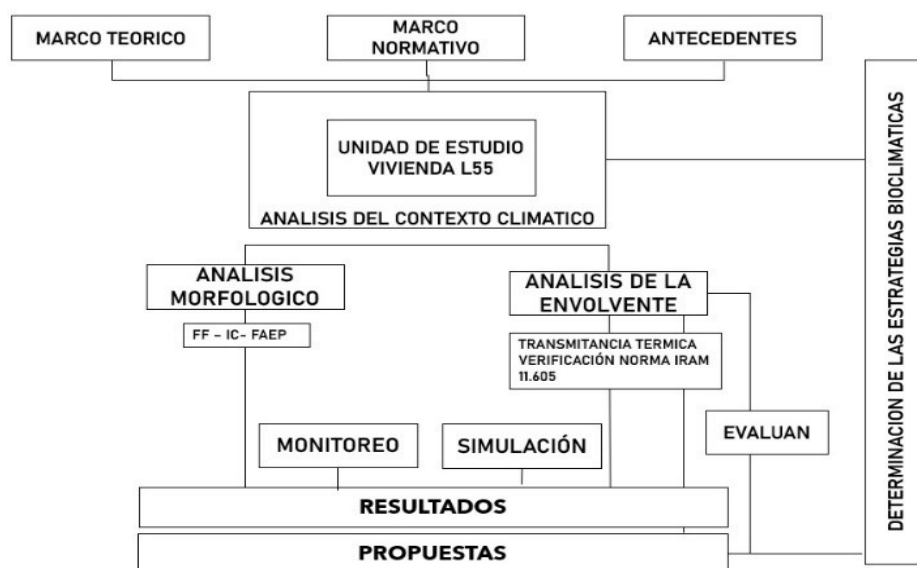


Figura 6: Metodología

e) Evaluación de materiales constructivos: Se estudiaron las propiedades termofísicas de los materiales empleados en la ejecución de la unidad habitacional mediante la Norma IRAM 11.605 (1996), que establece los valores máximos de transmitancia térmica aplicables a muros y techos tanto para invierno como para verano, además los criterios de evaluación de puentes térmicos. Se consideró Nivel B (medio) de confort higrotérmico.

f) Monitoreo de condiciones ambientales: Se midieron las condiciones del aire interior y exterior, durante el periodo más crítico (verano), durante 10 días seguidos entre el 20/12/2021 y el 30/12/2021. Para ello se utilizaron cuatro sensores, colocados aproximadamente a 2.10 m del nivel de piso, tipo HOBO U12-012, cuyas características técnicas se detallan a continuación: registro de temperatura entre -20°C y 70°C, con una precisión de ± 0.35 °C de 0°C a 50°C. Registro de nivel de humedad relativa de 5% a 95%, con una precisión de $\pm 2.5\%$ de 10% a 90%. Acondicionados, en los distintos espacios de la vivienda: 1) cocina-comedor integrada con pasillo, 2) baño, 3 y 4) los dos dormitorios y 5) sensor exterior, en la salida este de la vivienda para medir las condiciones exteriores (Figura 7a y 7b). La toma de datos se realizó cada 15 minutos relevando temperatura y humedad relativa.

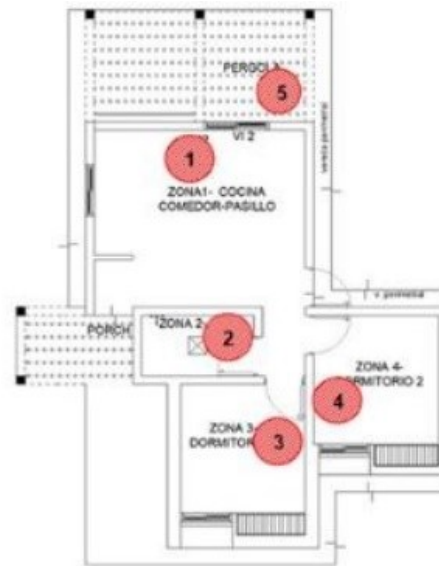
g) Cálculo del balance térmico: Se determinaron las pérdidas, ganancias de calor y los requerimientos de acondicionamiento artificial mediante el cálculo del balance térmico. Se utilizó el Programa Balance Térmico Invierno-verano para edificios sustentables (Esteves y Gelardi, 2003).

h) Simulación energética: Paralelamente al monitoreo se utilizó el programa SIMEDIF 2.0 (Versión Beta) para estimar la potencia necesaria de calefacción y refrigeración que permitiera alcanzar temperaturas de 20°C en invierno y de 26°C en verano. (Flores Larsen y Lesino 2001). Para verano se tomaron las temperaturas registradas el 26/12/2021 en el monitoreo y para invierno las registradas 05/07/2021 según S.M.N.

i) Resultados, conclusiones y propuestas: Se evaluaron comparativamente, el antes y el después de la propuesta, de manera de poder visualizar y justificar las ventajas de una intervención a bajo costo para los adjudicatarios.



(a)



(b)

Figura 7 Hobos, (a) Acondicionamiento, (b) ubicación en planta

RESULTADOS

Monitoreo

Se muestran los resultados obtenidos, para el periodo comprendido entre el 20/12 al 30/12. Las temperaturas máximas y mínimas registradas en el periodo son de 40°C y 21°C respectivamente. Para estas condiciones del ambiente exterior las temperaturas interiores se manejaron por arriba de los 26°C tomado como límite de la zona de confort. El 25/12 fue el día más riguroso de esta serie de datos con una temperatura máxima de 40°C y una mínima de 23°C (amplitud térmica de 21°C). El día menos cálido se produjo el 23/12 con una máxima de 30°C y una mínima de 21°C, las temperaturas interiores se mantienen por fuera zona de confort.

Se registra una fluctuación en las temperaturas interiores que responde al cambio de la temperatura exterior, presentando un desfase temporal de aproximadamente 4 a 5 horas. El comportamiento térmico de las zonas 3 y 4 resulta muy similar, exceptuando un momento puntual a las 18 horas, cuando la temperatura de la zona 4 supera en aproximadamente 2 °C a la zona 3. En términos generales, las curvas térmicas de todos los espacios presentan una evolución semejante (véase Figura 8). Además, se evidencia un claro sobrecalentamiento en los ambientes estudiados.

Comportamiento termofísico de las envolventes

El comportamiento termofísico se evalúa conforme a lo establecido en la Norma IRAM 11.605 (1996). Para la condición invernal, el valor de conductancia térmica admisible (K_{adm}) resulta de 0,87 W/m²K en muros y 0,72 W/m²K en techos. En la condición estival, los valores obtenidos son 1,10 W/m²K para muros y 0,45 W/m²K para techos, tal como se presenta en la Tabla 1.

Se tienen en cuenta los resultados del análisis de coeficientes de transmitancia térmica K , donde el cerramiento exterior superior verifica para los valores establecidos por la norma, no así en el caso de los cerramientos verticales. Habiendo advertido esta situación se propone la rehabilitación de la envolvente vertical, en la cual solo se procederá a la mejora del muro 2, por tener mayor superficie expuesta. El muro 1 no sufrirá modificaciones, fundamentado por el nivel de su terminación. En relación con el muro 2, la intervención será desde el exterior de forma tal que el aumento de espesor del cerramiento no modifique la superficie útil interior, ya que las mismas en este tipo de viviendas de interés social son mínimas (Figura 9a y 9b).

Con la intervención, el comportamiento del muro 2 mejora considerablemente en un 75% (Tabla 2).

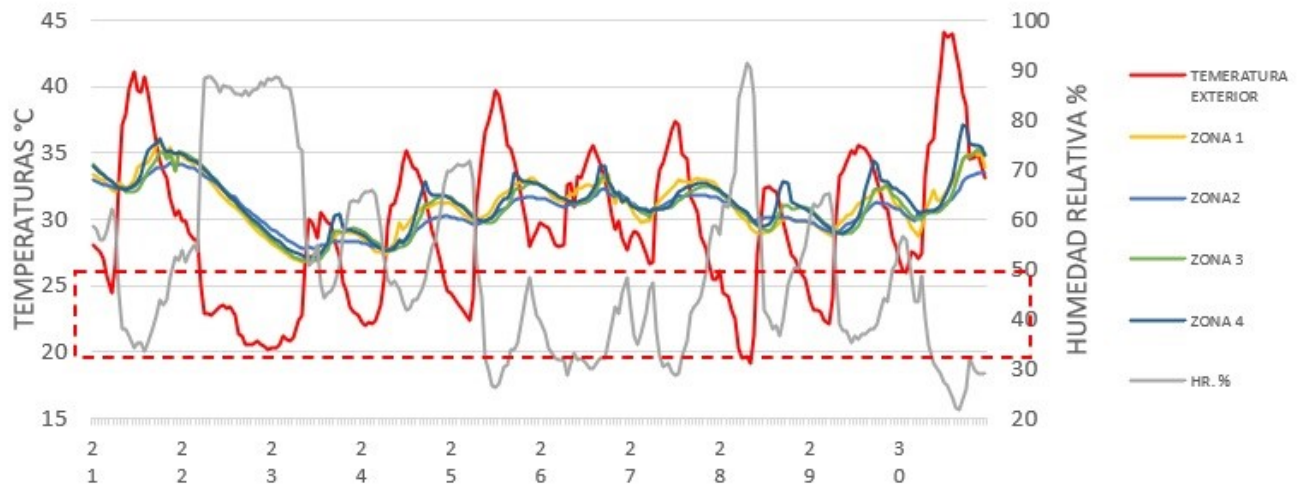


Figura 8: Curvas de temperaturas resultado del monitoreo

Tabla 1: Resultados para verificación con Normas IRAM

	K cálculo	K MAX ADM INVIERNO NIVEL B	K MAX ADM VERANO NIVEL B	NORMA IRAM 11625 k	NORMA IRAM 11625 CONDENSACIÓN SUPERFICIAL	NORMA IRAM 11625 CONDENSACIÓN INTERSTICIAL
MURO 1	1,92	0,91	1,10	NO VERIFICA	NO CONDENSA	NO CONDENSA
MURO2	1,73	0,80	1,10	NO VERIFICA	NO CONDENSA	NO CONDENSA
TECHO	0,248	0,67	0,45	VERIFICA	NO CONDENSA	NO CONDESA

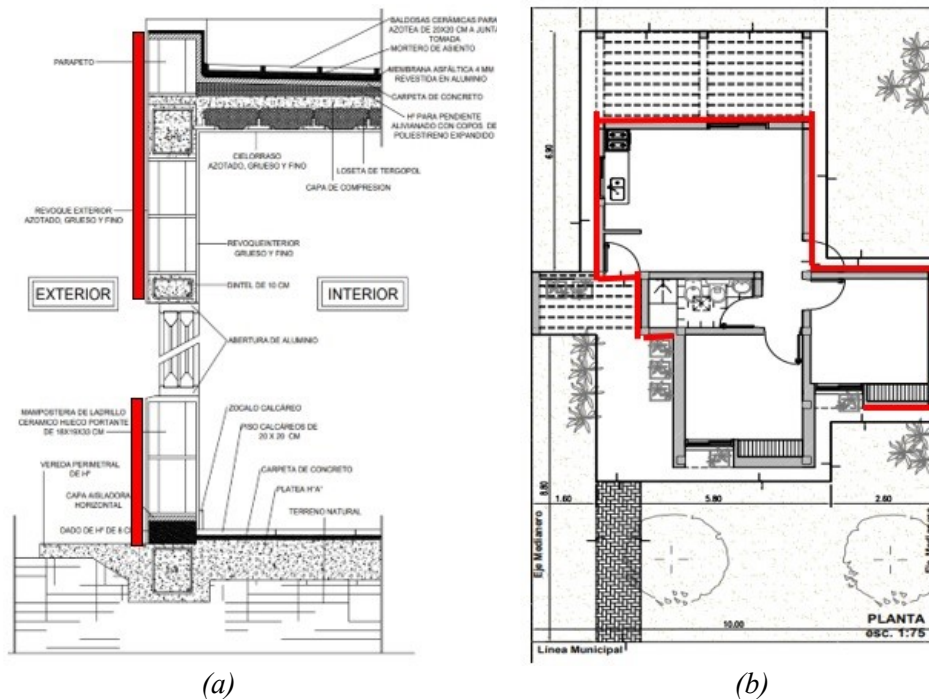


Figura 9: Rehabilitación de la envolvente en muro 2, (a) en corte, (b) en planta

Tabla 2: Mejoras producidas por las mejoras

ELEMENTO	K SIN MEJORAS	K CON MEJORAS	K CON MEJORAS K MAX INVIERNO (CLASE B)	K MAX. VERANO (CLASE B)
MURO 1	1.92	--	0.91	1.1
MURO 2	1.73	0.42	0.8	1.1
TECHO	0.25	0.25	0.67	0.45
PUERTAS	2.78	--	--	--
VENTANAS	4.8	--	--	--

Requerimiento de acondicionamiento artificial para verano.

Para el análisis del periodo de verano se tomaron las temperaturas registradas durante el penúltimo día de monitoreo, el 26/12/2021, considerando que los primeros días de la simulación fueron necesarios para que todo el sistema alcanzara el estado estacionario. De este modo, los datos analizados reflejan un comportamiento estabilizado de la vivienda frente a las condiciones climáticas más críticas del período. Como resultado, en la situación sin acondicionamiento térmico, las temperaturas interiores promedio oscilan entre 27°C y 35°C, y con intervención entre los 25°C y 30°C. En tanto, en el exterior se registra un rango promedio de temperaturas que va de 25°C a 37°C (Figura 10).

Este comportamiento nos lleva a la necesidad de cierta carga de refrigeración para mantener el interior con una temperatura predefinida de 26°C. En función de los resultados obtenidos podemos observar que se produce una disminución de la carga de refrigeración del 35% (Figura 11).

Requerimiento de acondicionamiento artificial para invierno

Para determinar la carga de calefacción para el invierno, se consideran las temperaturas exteriores del día 05/07/2021, con valores promedio de 4°C y máxima de 20°C. La temperatura interior predefinida se ubica en 20°C. En la situación sin intervención las temperaturas interiores promedio oscilan entre 9°C y 15°C, mientras que, con intervención, entre los 13°C y 18°C. (Figura 12). En consecuencia, se produce la disminución de la carga térmica del 37% aproximadamente (Figura 13).

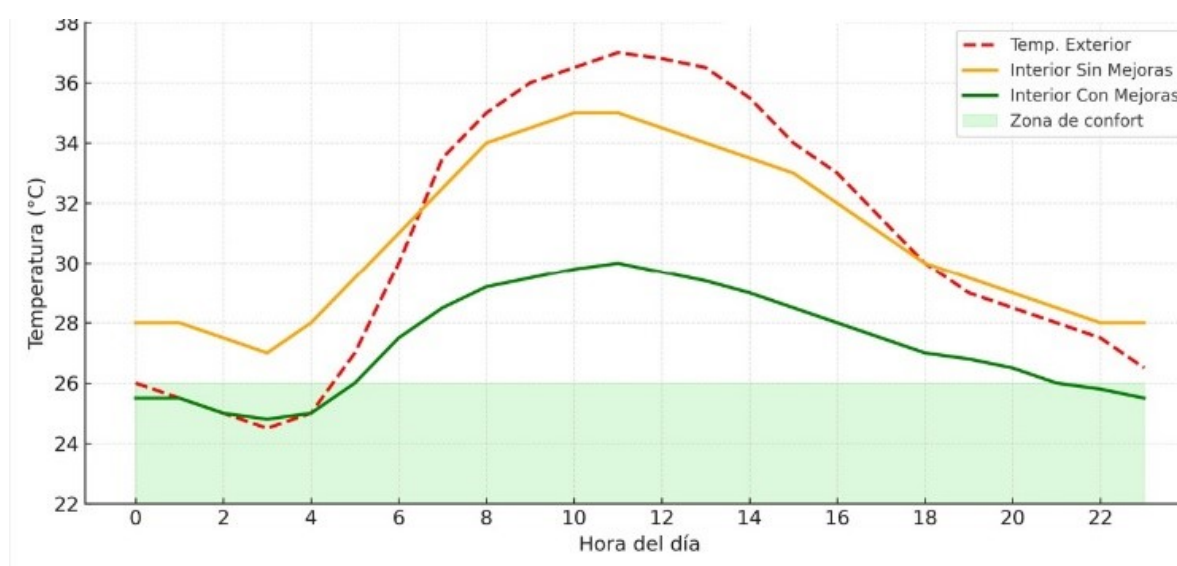


Figura 10: Comportamiento térmico penúltimo día monitoreado.

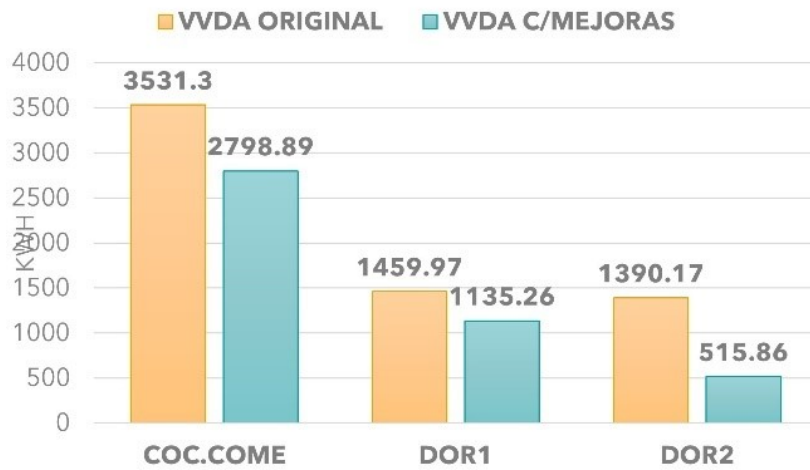


Figura 11: Carga de refrigeración - comparación.

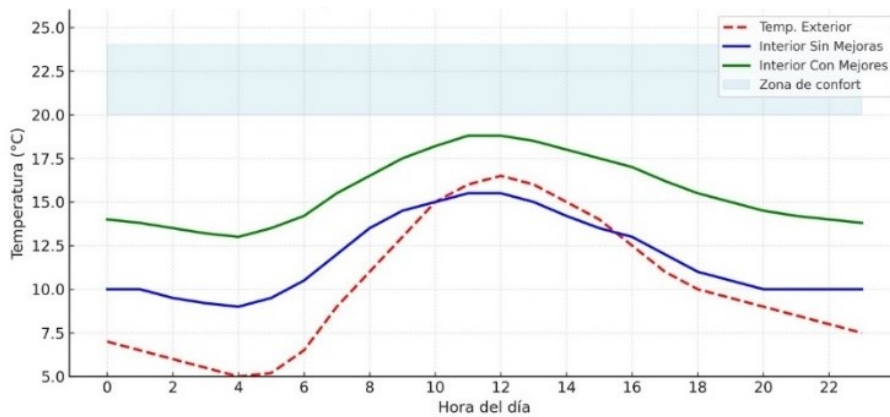


Figura 12: Comportamiento térmico día típico de invierno

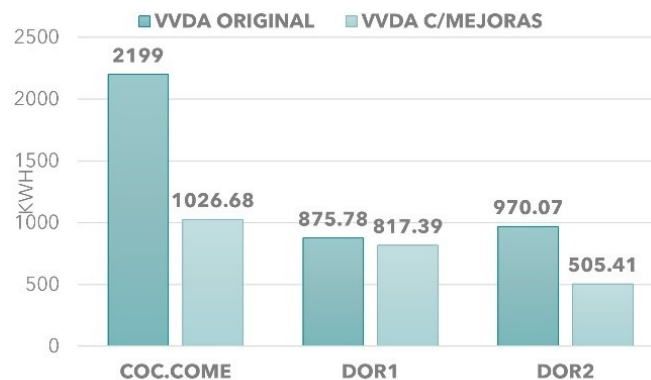


Figura 53: Carga de calefacción - comparación

Costos de la modificación

Se propone la rehabilitación del muro 2, en aquellos lugares que conecta con el exterior (Figura 9a y 9b). Para ello, se incorpora una aislación de lana de vidrio tipo ISOVER Rolac Plata con un espesor de 50 mm (0,05 m), la cual se protege mediante una mampostería de ladrillo cerámico hueco de 0,08 m, revestida exteriormente con revoque grueso y fino de 0,02 m de espesor. Se realiza el cómputo y presupuesto de materiales correspondientes, considerando valores actualizados a julio de 2025; en cuanto a la mano de obra, se estima que representa un 60% del costo total del ítem, como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3: Cómputo y presupuesto de materiales

Items	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo parcial (\$)	Costo total (\$)
1 Pegamento sobre revoque existente	m ²	74.05	5176.33	383307.38	
2 Lana de vidrio + estructura	m ²	74.05	17178.09	1272037.77	
3 Tabique de ladrillo hueco 0,10 m	m ²	74.05	20613.71	1526445.32	
4 Revoque exterior	m ²	74.05	18323.30	1356840.29	
5 Pintura látex exterior	m ²	74.05	6871.24	508815.11	
				TOTAL (\$)	5,047,445.87

Como se puede observar, el costo total en materiales (I.P.V., 2025) es de cinco millones, cuarenta y siete mil, cuatrocientos cuarenta y cinco con 87/100 cvos, (\$5.047.445.87) a lo que se le adiciona un 40% en concepto de mano de obra, llegando a la suma total de pesos siete millones, setecientos sesenta y cinco mil, trecientos uno con 34/100 cvos (\$7.765.301,34). En consecuencia, puesto que el valor de una vivienda ejecutada por el Instituto alcanza la suma de pesos cien millones con 00/100 cvos (\$100.000.000,00), sin contemplar el terreno, es que el costo total de la modificación implicaría un incremento de aproximadamente un 7.76%. Siendo el valor del terreno de \$20.000.000, resulta que el valor total de una unidad habitacional ejecutada por el instituto es de pesos ciento veintisiete millones, setecientos sesenta y cinco mil, trescientos uno con 34/100 cvos (\$127.765.301,34). El mismo es amortizado por los adjudicatarios en 300 cuotas consecutivas y mensuales de pesos cuatrocientos veinticinco mil, ochocientos ochenta y cuatro con 34/100 cvos (\$425.884,34). Teniendo en cuenta que en la actualidad existen plazos de amortización mayores a 300 cuotas, esto es, 480 y 560 cuotas, que el organismo ha aprobado dado la condición de ingresos de la demanda, resulta que la diferencia entre las opciones propuestas es de \$250.000 vs. \$266.177,71 (480 cuotas) y de \$214.285,7 vs \$228.152,32 (560 cuotas).

CONCLUSIONES

El trabajo evidencia que la vivienda social analizada presenta un desempeño térmico deficiente debido a que los criterios de diseño y construcción estatales no consideraron adecuadamente el contexto climático ni las características constructivas locales, reflejando una desconexión histórica que persiste desde auditorías previas. El monitoreo higrotérmico mostró sobrecalentamiento en verano y bajas temperaturas en invierno, con temperaturas por fuera de la zona de confort (22°C–27°C). En lo específico, el análisis termofísico reveló que los cerramientos verticales, especialmente el muro 2, no cumplen con los valores máximos de transmitancia térmica para nivel de confort B, mientras que el techo sí. La simulación de la intervención propuesta permitió reducir un 35% la energía requerida para refrigerar y un 37% para calefaccionar. El costo total de la mejora (\$7.765.301,34) implica un incremento del 7,76% sobre el costo de ejecución de la vivienda, resultando en un impacto económico poco significativo en la cuota mensual para los adjudicatarios, lo que demuestra que la rehabilitación es viable tanto para el Estado como para los usuarios.

En conclusión, integrar criterios bioclimáticos y eficiencia energética en el diseño y rehabilitación de viviendas sociales permite mejorar el confort térmico, reducir el consumo energético y minimizar los costos operativos, corrigiendo la desconexión histórica entre los criterios constructivos estatales y las condiciones climáticas locales, y estableciendo un modelo sostenible para futuras políticas habitacionales.

REFERENCIAS

Di Bernardo, A., Filippín, M. C., y Pipa, D. (2011). Monitoreo y simulación térmica energética de verano de una vivienda en condiciones reales de uso en clima templado cálido. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15.

- Díaz, C. J., y Czajkowski, J. D. (2006). Auditorías energéticas en viviendas de interés social en Río Grande, Tierra del fuego. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10.
- Martínez, C. F. (2005). Comportamiento térmico-energético de envolvente de vivienda en SM de Tucumán en relación con la adecuación climática. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9.
- Instituto Provincial de la Vivienda de Catamarca (2025). Informe Auditoria 2025.
- Mercado, M. V., Filippin, M. C., y Barea Paci, G. J. (2021). Influencia de la envolvente con bajos niveles de transmitancia en el consumo energético de viviendas en climas cálidos.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). Reglamento Operativo de Programa AR-G1002: Eficiencia Energética y Energías Renovables en la Vivienda Social Argentina. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if-2023-50510885-apn-dgpypsyemdtyh.pdf>
- Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (2019). Presidencia de la Nación. Manual de Vivienda Sustentable.
- Molas, L., García, V., Corre, E. (2008) Auditoria Térmica y Variables del Confort. Caso de una Vivienda del Instituto Provincial de la Vivienda (IPV), Ciudad de Catamarca. Grupo de Energía Renovable Catamarca (GERCA) Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Catamarca.
- Norma IRAM 11601 (1996) Acondicionamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.
- Norma IRAM 11603 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, Argentina.
- Norma IRAM 11604 (1990). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.
- Norma IRAM 11605 (1996) Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, Buenos Aires, Argentina.

MONITORING, REFUNCTIONALIZATION, AND ENERGY SIMULATION OF A SOCIAL HOUSING PROJECT IN CATAMARCA

ABSTRACT In Catamarca, the Instituto Provincial de la Vivienda, created by Law No. 4084 (1984), is one of the agencies responsible for addressing the housing deficit. Between 1979 and 2024, it granted 25,791 homes throughout the province, 62% of which were concentrated in the capital. The general objective of the state is to resolve the housing shortage, focusing on economic resources and neglecting criteria that adequately respond to climatic conditions and the real thermal comfort needs of those who live there. This paper presents the results of hygrothermal monitoring, whose measurements showed that the spaces were overheated, falling outside the comfort zone (22°C and 27°C). The thermophysical characteristics of the materials are analyzed, and low-cost thermal rehabilitation of the building envelope is proposed. The simulations carried out show a 35% reduction in the auxiliary energy required for cooling and a 37% reduction for heating. The study highlights the need to consider criteria that adequately respond to climatic conditions and the real thermal comfort needs of the inhabitants, in order to reduce the economic costs incurred in achieving this.

Keywords: housing deficit, thermal comfort, thermal rehabilitation.