

DESEMPEÑO TÉRMICO DE FACHADA VENTILADA EN PROTOTIPO EXPERIMENTAL LIVIANO PARA CLIMA TEMPLADO-FRÍO DE ALTA RADIACIÓN SOLAR

Julieta Balter¹, Carolina Ganem^{1, 2}

¹Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),
Centro Científico Tecnológico (CCT) Mendoza, Argentina

²Facultad de Arte y Diseño. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina
Tel. 0261 524-4309 – E-mail: jbalter@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido 01/08/2025; Aceptado 06/10/2025

RESUMEN.- Este trabajo analiza el efecto de la incorporación de un sistema de Fachada Ventilada (FV) sobre el desempeño térmico de un prototipo experimental liviano, representativo de envolventes utilizadas en construcciones de bajo costo en el Área Metropolitana de Mendoza (clima templado-frío con alta radiación solar). Se desarrollaron dos prototipos a escala real: uno intervenido con FV y otro sin intervención (caso control). La FV consistió en una segunda piel de placas de fibrocemento de color claro con juntas abiertas y cámara de aire ventilada por convección natural. Se monitorearon temperaturas interiores y de la envolvente durante verano e invierno, con registros cada 15 minutos. En invierno, la FV incrementó las temperaturas mínimas interiores en 1,2 °C y redujo las máximas en 3,2 °C, disminuyendo la amplitud térmica diaria en 4,4 °C. En verano, se redujeron las temperaturas máximas interiores en 5,0 °C y el ΔT medio en 6,2 °C. Las mediciones en la envolvente confirmaron gradientes térmicos verticales consistentes con el efecto chimenea. Los resultados validan la FV como estrategia pasiva de rehabilitación energética para mejorar el confort térmico y reducir cargas de climatización, con potencial de implementación en soluciones constructivas locales de bajo costo.

Palabras clave: fachada ventilada, envolvente edilicia, eficiencia energética, clima templado-frío, rehabilitación edilicia

THERMAL PERFORMANCE OF A VENTILATED FAÇADE IN A LIGHTWEIGHT EXPERIMENTAL PROTOTYPE FOR A TEMPERATE-COLD CLIMATE WITH HIGH SOLAR RADIATION

ABSTRACT.- This study analyzes the impact of incorporating a ventilated façade (VF) system on the thermal performance of a lightweight experimental prototype representative of envelopes used in low-cost constructions in the Metropolitan Area of Mendoza (temperate-cold climate with high solar radiation). Two full-scale prototypes were built: one retrofitted with a VF and another without intervention (control case). The VF consisted of a second skin made of light-colored fiber cement panels with open joints and a naturally ventilated air cavity. Indoor and envelope temperatures were monitored during summer and winter, with records taken every 15 minutes. In winter, the VF increased minimum indoor temperatures by 1.2 °C and reduced maximum temperatures by 3.2 °C, decreasing the daily thermal range by 4.4 °C. In summer, maximum indoor temperatures were reduced by 5.0 °C and the mean daily ΔT by 6.2 °C. Envelope measurements confirmed vertical thermal gradients consistent with the stack effect. The results validate the VF as a passive energy retrofit strategy to improve thermal comfort and reduce cooling and heating loads, with potential for implementation in low-cost, locally adapted construction solutions.

Keywords: ventilated façade, building envelope, energy efficiency, temperate-cold climate, building retrofit



Esta obra está bajo Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

1. INTRODUCCIÓN

La Fachada Ventilada (FV) se reconoce internacionalmente como una solución eficiente para cerramientos verticales opacos, capaz de reducir los consumos energéticos en climatización en climas de alta radiación solar. (Suárez et al, 2015; Luciani-Mejía, 2018, Zhao et al, 2024; Juaristi et al, 2024; Barone et al, 2024, Fallahpour et al, 2025). Se trata de una alternativa difundida en construcciones de uso residencial, tanto en viviendas unifamiliares como multifamiliares, y su uso es para construcciones nuevas o rehabilitadas.

El sistema está formado por un doble cerramiento, una capa interior con aislamiento (de construcción tradicional o liviana) y una capa exterior -generalmente placas de junta abierta- que funciona como filtro o protección del microclima del lugar. Entre ambas capas hay una cámara ventilada por convección natural, reduciendo los flujos de calor que se transmiten al interior de los espacios. Las mejoras que conlleva el sistema están relacionadas, por un lado, con la disposición del material aislante en la cara exterior del cerramiento interior, lo que resulta beneficioso tanto en verano como en invierno. Por otro lado, la existencia del revestimiento exterior bloquea la incidencia de la radiación solar directa sobre el cerramiento que limita el espacio habitable, generando mejoras en el confort térmico interior en verano. Además, la ventilación natural de la cámara de aire permite la evacuación del vapor de agua en invierno, reduciendo el riesgo de condensaciones en la envolvente (San Juan et al., 2011).

La industria de revestimientos que conforman la hoja exterior de la FV ofrece una amplia variedad de materiales, colores y formas: materiales tales como cerámicos, gres porcelánico, roca basalto, hormigón reforzado, hormigón polímero, placas cementicias y fenólicos reforzados. Por su parte, la hoja interior puede ser liviana o de construcción tradicional de albañilería.

Al respecto, Cristina Pardal (2009) plantea el desarrollo de paneles que resuelvan la hoja interior de manera prefabricada, como un soporte de la estructura principal del edificio. Esto, conlleva tanto a satisfacer los requerimientos tecnológicos como a la envolvente en su conjunto; incluyendo como aportes añadidos los valores de la industrialización, de la libertad compositiva y de la ganancia del espacio útil al reducir el grueso del cerramiento.

En Argentina, la adopción de FV es incipiente, existen numerosas empresas que las promocionan para edificios en altura. No obstante, las investigaciones con datos comprobables nacionales se han centrado mayormente en dobles fachadas vidriadas, (Flores Larsen et al., 2010) o en sistemas prefabricados de ecofachada termoaislante sustentable-SPETS (Buigues Nollens, 2021), sin evidencia publicada sobre fachadas opacas con cavidad ventilada.

En este contexto, se plantea la hipótesis de que la incorporación de FV con materiales accesibles localmente en envolventes livianas podría mejorar el desempeño térmico interior y contribuir a la eficiencia energética en viviendas y edificios de pequeña escala. Esta alternativa, encauzaría en Argentina una nueva exploración de recubrimientos especiales que, actuando como filtros sobre la envolvente, generan una serie de condiciones favorables para la habitabilidad y el uso racional de la energía en la edificación.

Se plantea entonces el estudio de la aplicación de estrategias de bajo costo de rehabilitación energético-edilicias en la envolvente opaca mediante la tecnología de FV en el Área Metropolitana de Mendoza - AMM, caracterizada por un clima templado frío

(IRAM, 2012) de alta radiación solar. Se trabajará a partir de adaptar los materiales disponibles en el medio local para rehabilitar térmicamente espacios habitables.

El objetivo de este trabajo es analizar el desempeño térmico interior y de la envolvente de un prototipo experimental liviano rehabilitado con FV, comparado con un prototipo equivalente (caso control) sin intervención, a fin de evaluar su potencial como estrategia pasiva de rehabilitación energética en contextos de recursos limitados. La adaptación del sistema analizado al contexto local puede integrarse dentro de las estrategias de eficiencia energética aplicables a distintas escalas urbanas y accesibles a todos los sectores de la sociedad.

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción de los prototipos de estudio

El estudio se realizó a partir del desarrollo de soluciones constructivas en taller de prototipos experimentales móviles, en escala 1:1, ubicados en el predio del CCT-CONICET-Mendoza (Barea Paci, 2013). Ambos cuentan con las mismas características geométricas constructivas y de dimensiones (2,5 m x 1,50 m x 2,50 m de alto). Están realizados con estructura metálica en caño estructural y cerramientos livianos compuestos por dos placas de fibrocemento tipo Superboard unidas a la estructura con remaches pop, y entre ellas, cuatro centímetros de poliestireno expandido ($K=0,803 \text{ W/m}^2\text{°C}$). Todas las superficies opacas se encuentran pintadas, tanto en el exterior como en el interior, con pintura blanca satinada, para disminuir la absorción en el rango solar. Cuentan con una ventana en "L" en la esquina orientada hacia el Nor-Oeste, con vidrio fijo simple de 3 mm y carpintería de madera.

La metodología de trabajo constó en la intervención de uno de los boxes, mediante la incorporación del sistema de FV de acuerdo a las características constructivas y dimensionales que determinan el sistema (Balter et al., 2019). Se consideraron las características del diseño específico del cerramiento y las diferencias físicas y operativas de la construcción: ubicaciones de entrada y salida de aire en la cámara, espesor de la cámara, tipos de fijaciones, dimensión y disposición de las juntas abiertas de las placas exteriores.

En la Figura 1 se puede ver el diseño de las fachadas del box intervenido en sus cuatro orientaciones. Los elementos incorporados fueron: revestimiento exterior de placas de fibrocemento (Superboard) color blanco de 4 mm, con juntas abiertas horizontales de 8mm; sistemas de fijación verticales con soleras de aluminio tipo C de 0,50 m x 0,70 m; cámara de aire para ventilación de la fachada de 0,70 m de ancho, dimensión dada por el ancho del perfil de sujeción. Las aperturas de la cámara se disponen en la parte inferior y superior, de 0,70 y 0,50 m respectivamente. El proceso de construcción fue desarrollado por el personal técnico del INAHE, el cual se puede ver en la Figuras 2 y 3.

2.2 Monitoreo térmico interior

Con el fin de comparar el comportamiento térmico interior del box de estudio con y sin FV, se realizaron mediciones de temperatura interior y temperatura del aire exterior; en forma simultánea en las estaciones de verano e invierno. Se utilizaron micro-adquisidores HOB0 modelo U100 programados cada 15 minutos. Las mediciones se realizaron durante 25-35 días en forma continua en los siguientes periodos:

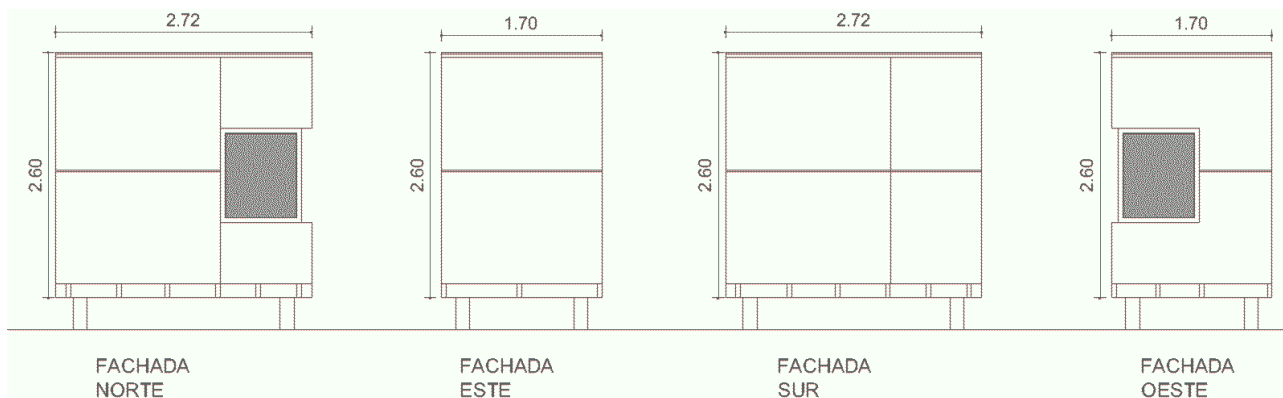


Fig. 1: Vistas de las fachadas del box intervenido en sus cuatro orientaciones



Fig. 2: Boxes en proceso de intervención



Fig. 3: Box intervenidos con cámara ventilada y segunda piel

- En invierno: entre el 7 de julio y el 10 de agosto
- En verano: entre el 28 de diciembre y el 25 de enero

Para el análisis detallado de los datos se seleccionaron períodos representativos de tres días consecutivos en cada estación, caracterizados por condiciones de cielo despejado y estabilidad térmica ambiental, con el fin de minimizar la influencia de variaciones meteorológicas atípicas. En verano, el período de análisis comprendió del 29 al 31 de diciembre, mientras que en invierno se evaluó del 30 de julio al 1 de agosto. Esta selección permitió establecer comparaciones homogéneas entre el prototipo intervenido con FV y el caso control, garantizando que las diferencias

registradas respondieran principalmente al efecto del sistema de FV y no a fluctuaciones climáticas externas.

2.3 Mediciones de la envolvente con FV

En el caso del box con FV, se midieron las temperaturas superficiales de los revestimientos exteriores y temperatura en la cámara ventilada de la fachada expuesta al norte. Se trabajó con un adquisidor de datos de la marca LabJack modelo U3-LV. Este dispositivo DAQ USB posee 4 entradas analógicas dedicadas, 12 E/S flexibles y 4 E/S digitales dedicadas. Las E/S flexibles pueden configurarse tanto como digitales o analógicas, lo que proporciona hasta 16 a

20 entradas analógicas, o hasta 16 E/S digitales. También cuenta con dos salidas analógicas de 10 bits, hasta 2 contadores y hasta 2 temporizadores. Se instalaron 14 termocuplas tipo T ubicadas en los distintos puntos de las hojas interior y exterior, y en tres posiciones respecto a la altura (superior, medio, inferior). En la Figura 4 (a) se presenta el esquema de la ubicación de termocuplas, junto a una fotografía del box intervenido en proceso de instalación de termocuplas (b).

3. RESULTADOS

3.1 Comportamiento térmico interior

Los resultados obtenidos permiten analizar comparativamente el comportamiento térmico interior del prototipo experimental intervenido con FV frente al box sin intervenir, a partir de su exposición simultánea a las condiciones climáticas reales durante los períodos estivales e invernales.

En la Tabla 1 se presentan las temperaturas mínimas y máximas medias correspondientes a los tres días representativos de análisis

en cada estación, tanto en el espacio intervenido como en el caso control. A su vez, se expone la diferencia promedio de temperatura interior (ΔT) entre ambos prototipos.

En invierno, el prototipo intervenido alcanzó temperaturas mínimas interiores ligeramente superiores ($1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) y máximas más bajas ($-3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$), reduciendo la amplitud térmica interior y evidenciando un efecto de amortiguamiento. La diferencia promedio de temperatura (ΔT) indica una mejora de $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la estabilidad térmica diaria.

En verano, los efectos de la FV fueron aún más significativos: se registró una reducción de $5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la temperatura máxima interior y una mejora de $6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el ΔT medio respecto al box sin intervenir. Esta mejora puede atribuirse principalmente al efecto de sombreado provisto por la segunda piel y a la ventilación natural de la cámara de aire, que reduce la transmisión de calor hacia el interior.

La Figura 5 presenta las curvas de evolución de la temperatura interior para ambas estaciones. En invierno (a), el box equipado con FV exhibe un perfil térmico significativamente

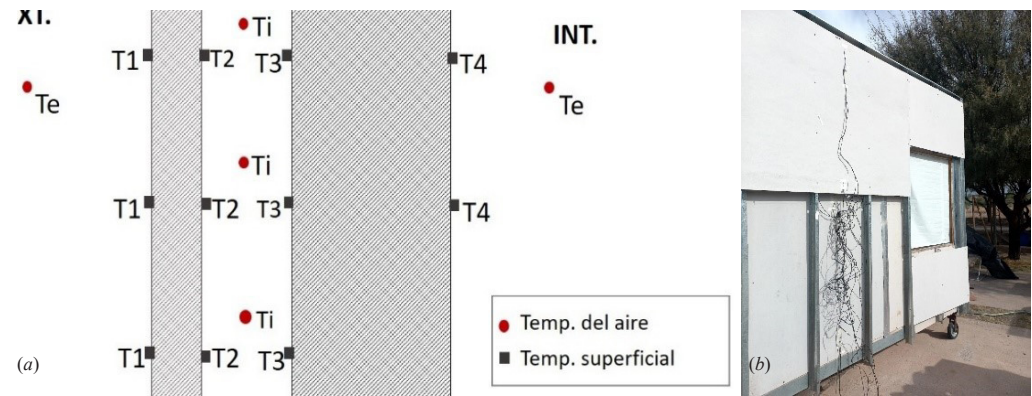


Fig. 4: Esquema de ubicación de las termocuplas en la envoltura de FV (a) y fotografía de la instalación de termocuplas quitando una placa del box intervenido (b)

Tabla 1: Temperaturas interiores y diferencias térmicas del box intervenido y el caso control

ESTACIÓN	CONDICIÓN	TEMPERATURA MÍNIMA [$^{\circ}\text{C}$]	TEMPERATURA MÁXIMA [$^{\circ}\text{C}$]	ΔT MEDIO [$^{\circ}\text{C}$]
Invierno	Sin FV	9,5	34,2	24,7
	Con FV	10,7	31	20,3
	Diferencia	1,2	-3,2	-4,4
Verano	Sin FV	21,5	38,1	16,6
	Con FV	22,6	33,1	10,4
	Diferencia	1,1	-5	-6,2

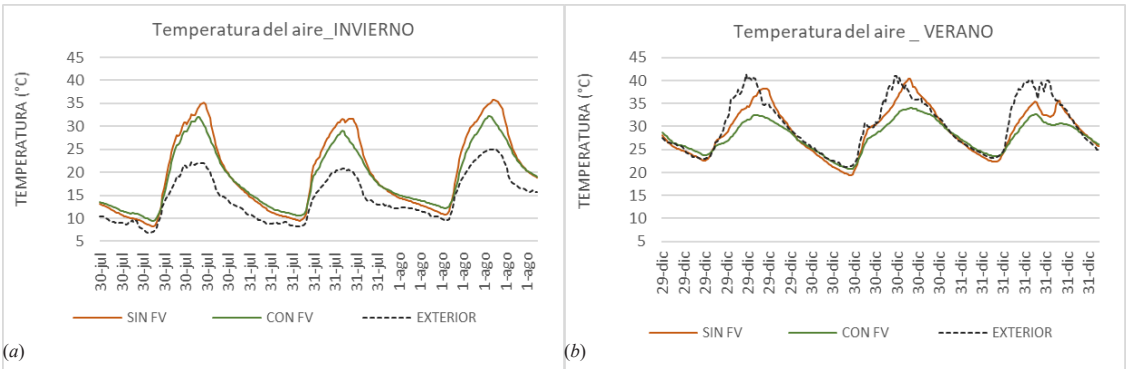


Fig 5: Comportamiento térmico interior del box intervenido con FV en comparación con el caso control en invierno (a) y verano (b)

más estable en comparación con el caso sin intervención, evidenciado por temperaturas mínimas interiores más elevadas y máximas más moderadas. Esta reducción en la amplitud térmica diaria confirma un efecto de amortiguamiento térmico, resultado de la combinación del aislamiento exterior y la ventilación pasiva de la cámara, que disminuyen las pérdidas de calor nocturnas y limitan la ganancia excesiva durante las horas de mayor radiación. Este comportamiento se alinea con lo reportado por Flores Larsen et al. (2010), donde las fachadas de doble piel reducen la variabilidad térmica interior en climas con marcadas oscilaciones diarias. La atenuación térmica obtenida implica, en términos de confort adaptativo, un desplazamiento de las condiciones interiores hacia rangos más cercanos a la zona de confort, reduciendo la dependencia de sistemas activos de calefacción.

Durante el verano (b), el prototipo intervenido evidencia curvas térmicas más atenuadas, con picos máximos considerablemente menores respecto al caso control. La reducción en la magnitud y frecuencia de las oscilaciones diarias se traduce en un ambiente interior más moderado, especialmente durante las horas críticas de la tarde, cuando la radiación solar directa y la temperatura exterior alcanzan sus valores más altos, generalmente entre las 14 y las 17 hs. en verano. Este efecto está directamente asociado al doble mecanismo de la FV: por un lado, el sombreado que limita la radiación directa sobre la hoja interior, y por otro, la ventilación natural ascendente que evacúa el aire caliente de la cavidad antes de que se transmita al interior. El comportamiento observado es consistente con estudios como el de Zhao et al. (2024), que demuestran reducciones significativas de carga térmica en climas cálidos gracias al control dinámico del flujo de aire en la cámara ventilada.

En conjunto, los resultados reflejan que la FV no solo amortigua las variaciones térmicas, sino que desplaza el régimen interior hacia condiciones más favorables para la habitabilidad en am-

bas estaciones. En invierno, contribuye a reducir las pérdidas y a mantener temperaturas interiores más estables, mientras que en verano atenúa la carga térmica y retrasa la acumulación de calor, lo que podría tener un impacto positivo en la reducción de picos de demanda energética para climatización. Este desempeño refuerza la FV como una estrategia pasiva de alta efectividad, particularmente relevante en regiones de clima templado-frío con alta radiación solar, donde las oscilaciones térmicas diarias son un desafío tanto para el confort como para la eficiencia energética.

3.2 Comportamiento térmico de la envolvente con FV

Las mediciones realizadas sobre la envolvente ventilada permiten caracterizar de manera detallada el desempeño térmico diferencial de sus componentes y su variación en altura (niveles superior, medio e inferior). La Figura 6 presenta las temperaturas superficiales del revestimiento exterior de la FV: T1 (a) corresponde a la cara exterior expuesta a la intemperie, mientras que T2 (b) registra la cara interior del mismo panel, orientada hacia la cavidad ventilada. La Figura 7 muestra las temperaturas superficiales de la hoja interior: T3, correspondiente a la cara exterior del muro en contacto con la cámara, y T4, a la cara interior expuesta al ambiente del box. Por último, la Figura 8 detalla la temperatura del aire en el interior de la cavidad (Ti) en los tres niveles de altura.

En la hoja exterior (Figura 6), se observa que la cara expuesta al exterior (T1) alcanza los valores máximos absolutos durante el día, particularmente en los tramos superior y medio, producto de la absorción directa de radiación solar y del ascenso del aire caliente en la cámara que incrementa el calentamiento convectivo de las capas altas. En condiciones de máxima insolación, las temperaturas en los niveles medio y alto se acoplan térmicamente, mientras que en el nivel inferior se registran valores entre 5 °C y 17 °C más bajos, evidenciando un gradiente vertical marcado.

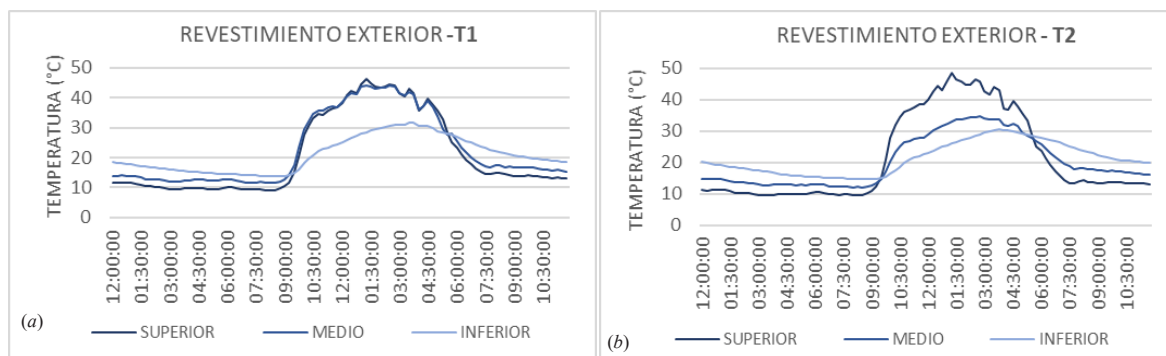


Fig 6: Temperaturas superficiales del revestimiento exterior de la FV, del lado expuesto al exterior (a) y el lado interior, expuesto al interior de la cámara (b)

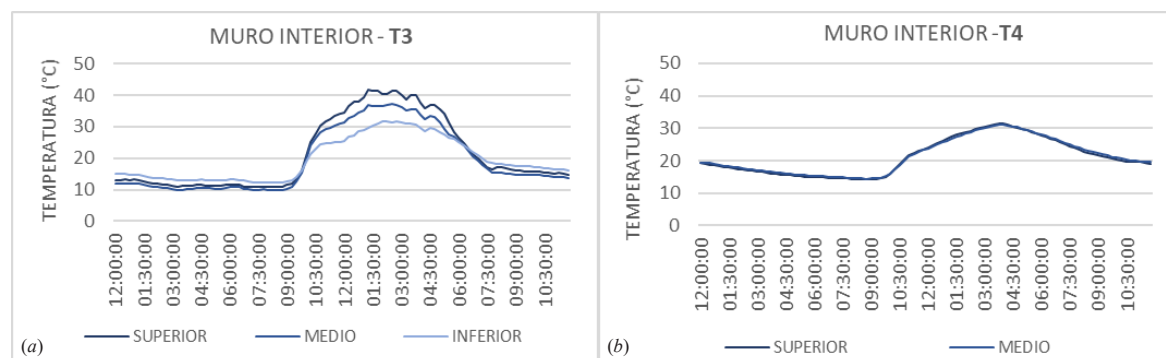


Fig 7: Temperaturas superficiales del muro interior de la FV, del lado exterior, expuesto al interior de la cámara (a) e interior, expuesto al espacio interior del box (b)

En la cara interior del revestimiento (T2), el gradiente térmico es aún más pronunciado: las diferencias alcanzan hasta 22 °C entre la parte inferior y la superior, lo que confirma la presencia de un flujo convectivo ascendente sostenido dentro de la cavidad, capaz de transferir calor a las superficies internas del revestimiento exterior.

Respecto a la hoja interior (Figura 7), el análisis muestra gradientes del orden de 5 °C en la cara orientada hacia la cámara (T3), coherentes con el patrón de calentamiento vertical observado en la hoja exterior. Sin embargo, en la cara interior expuesta al ambiente del box (T4) las temperaturas tienden a acoplarse entre niveles, lo que evidencia que la hoja interior actúa como moderador térmico, amortiguando las diferencias inducidas por la estratificación de la cámara y reduciendo el impacto de la radiación directa sobre el espacio habitable.

En cuanto al aire en la cavidad (Figura 8), las mediciones confirman un acoplamiento térmico entre los niveles superior y medio durante gran parte del ciclo diurno, con diferencias del orden de 5 °C respecto al nivel inferior. Este comportamiento está asociado a la acumulación de aire caliente en las capas superiores y a la renovación parcial de aire en la parte baja, lo que constituye una manifestación clara del efecto chimenea. Este patrón de estratificación es consistente con lo expresado por (Suárez, 2015) y refuerza la interpretación de la FV como un sistema que combina barrera radiante y canal convectivo para reducir las cargas térmicas en la envolvente.

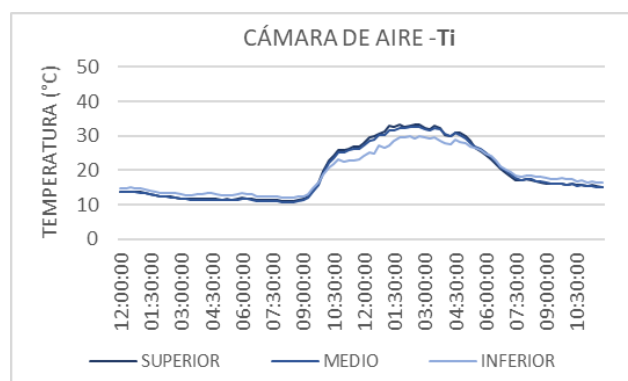


Fig 5: Comportamiento térmico interior del box intervenido con FV en comparación con el caso control en invierno (a) y verano

4. DISCUSIÓN

Los resultados confirman que la incorporación de una FV en envolventes livianas genera mejoras térmicas significativas en climas templado-fríos con alta radiación solar, gracias a su capacidad de actuar simultáneamente como barrera a la radiación, superficie de disipación y canal de ventilación natural.

En invierno, se registró un incremento de 1,2 °C en las temperaturas mínimas interiores y una disminución de 3,2 °C en las máximas, lo que redujo la amplitud térmica diaria en 4,4 °C. Este efecto de amortiguamiento se traduce en mayor estabilidad térmica interior frente a las variaciones horarias, desplazando las condiciones hacia rangos más próximos al confort sin aporte energético adicional.

En verano, la FV redujo las temperaturas máximas interiores en 5,0 °C y mejoró el ΔT medio en 6,2 °C, evidenciando un control efectivo de la ganancia térmica durante las horas de mayor carga solar. Las curvas térmicas interiores resultaron más atenuadas, con picos de calor menores y un ambiente más moderado, lo que contribuye

a reducir las cargas de climatización.

El análisis de la envolvente mostró que, en la hoja exterior, las temperaturas de la cara expuesta al exterior y a la cámara difieren entre 5 °C y 17 °C según el nivel, mientras que en la cara interior del revestimiento la diferencia entre la parte inferior y la superior alcanzó los 22 °C. Este patrón confirma que el revestimiento disipa una fracción importante de la radiación solar antes de que alcance la hoja interior, y que la convección natural ascendente en la cámara influye directamente en la distribución térmica.

En la hoja interior, la cara orientada hacia la cámara presentó gradientes de hasta 5 °C entre niveles, mientras que las temperaturas de la cara orientada al interior del box se acoplaron, lo que demuestra un efecto de moderación térmica. Las mediciones del aire en la cavidad evidenciaron acoplamiento en los niveles medio y superior, y diferencias de 5 °C respecto al nivel inferior, confirmando el patrón de estratificación asociado al efecto chimenea.

En conjunto, estos resultados muestran que la FV favorece un comportamiento térmico interior más estable en ambas estaciones y optimiza la gestión pasiva del calor mediante mecanismos combinados de sombreado, disipación y ventilación natural. La magnitud del beneficio observado se encuentra condicionada por factores de diseño como la orientación, el espesor y grado de apertura de la cámara, el color y la absorptancia del revestimiento, y la conductividad de los materiales, lo que abre posibilidades para su optimización en futuras aplicaciones.

5. CONCLUSIONES

La investigación partió de la hipótesis de que la incorporación de una FV con materiales disponibles localmente en envolventes livianas podría mejorar el desempeño térmico interior y aportar a la eficiencia energética en climas templado-fríos de alta radiación solar. Los resultados obtenidos permiten validar esta hipótesis, demostrando que la estrategia no solo es técnicamente efectiva, sino también viable en contextos de recursos limitados, dado que el costo del sistema con placas cementicias nacionales resulta más de diez veces inferior al de alternativas importadas (Balter et al., 2021).

El análisis comparativo entre el prototipo rehabilitado y el caso control evidenció que la FV actúa como un sistema pasivo multifuncional, capaz de reducir tanto las ganancias térmicas en verano como las pérdidas en invierno. La reducción de la amplitud térmica interior, junto con la moderación de los picos de temperatura, confirma que el sistema contribuye de manera significativa a la mejora del confort interior sin depender de medios activos de climatización. Este comportamiento es coherente con los principios de eficiencia energética y sostenibilidad que orientaron el objetivo del trabajo.

La incorporación de materiales y técnicas constructivas locales otorga a la propuesta un valor estratégico, al permitir su réplica en sectores urbanos y periurbanos con realidades socioeconómicas similares, favoreciendo intervenciones de bajo costo y alto impacto en la habitabilidad. En este sentido, el uso de placas de fibrocemento, estructura metálica y poliestireno —materiales disponibles y suministrables localmente en la región— ha sido identificado previamente como base para la adaptación local de la FV (Balter et al., 2021). De este modo, la FV se presenta como una solución que puede integrarse a políticas públicas de rehabilitación energética, especialmente en áreas con climas de elevada radiación solar y marcada amplitud térmica diaria.

La investigación también aporta evidencia experimental en un campo poco explorado en el contexto nacional para fachadas opacas con cavidad ventilada, generando un punto de partida para profundizar en líneas de estudio orientadas a: optimizar la geometría y ventilación de la cámara; evaluar el comportamiento en distintas orientaciones y tipologías constructivas; y cuantificar el impacto energético global mediante simulaciones dinámicas y mediciones a largo plazo.

En síntesis, este trabajo confirma que la FV, adaptada a los recursos y condiciones locales, constituye una alternativa sólida para avanzar hacia edificaciones eficientes y resilientes, con capacidad de mejorar la calidad ambiental interior y reducir la demanda energética, aportando al cumplimiento de metas de sostenibilidad en el ámbito urbano y territorial.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

PICT-2020- SERIEA-01182, PICT 2019-2752 y CONICET PIP 2021-1117.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen la colaboración para el trabajo experimental del personal de apoyo del INAHE: Raúl Mercado, Javier Garro, Carlos Abraham, Emanuel Schumacher.

REFERENCIAS

- Balter, J., Pardal, C., Paricio, I., Ganem, C. (2019). Air cavity performance in Opaque Ventilated Facades in accordance with the Span Technical Building Code'. *ACE: Architecture, City and Environment, Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 13(39), pp. 211-232, <https://doi.org/10.5821/ace.13.39.6487>
- Balter, J., Miranda-Gassull, V., & Discoli, C. (2021). La fachada ventilada y su posible adaptación en ciudades de la región de Cuyo, Argentina. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(2), 94-105. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.3338>
- Barea Paci, G. (2013). Sistemas de aventanamiento multiacimutales para edificios sustentables en climas templados continentales. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Salta.
- Barone, G., Vardopoulos, I., Attia, S., & Vassiliades, C. (2024). Optimizing energy-efficient building renovation: Integrating double-skin façades with solar systems in the Mediterranean landscape. *Energy Reports*, 12, 1662-1676. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.08.032>
- Buigues Nollens, A. F. (2021). Sistema prefabricado de ecofachada termoaislante para el mejoramiento de viviendas sociales construidas en la zona árida centro oeste de Argentina. *Informes de la Construcción*, 73(561), e370. <https://doi.org/10.3989/ic.74740>
- Fallahpour, M., Mousavi Khorshidi, I., Ghasempour, F., Davani Davari, D., Tavasoli Khoei, E., y Tamimi, M. (2025). A multi-objective optimization framework for designing a double-skin façade in hot-arid climate: Central composite design and CFD simulation. *Results in Engineering*, 25, 104288. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104288>
- IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación). (2012). Norma IRAM 11603: Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires: IRAM.
- Juaristi, M., & Krarti, M. (2024). Review of adaptive opaque façades and laboratory tests for the dynamic thermal performance characterization. *Building and Environment*, 249, 111123. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111123>
- Luciani-Mejia, S., Velasco-Gomez, R., & Hudson, R. (2018). Eco-envolventes: Análisis del uso de fachadas ventiladas en clima cálido-húmedo. *Revista de Arquitectura*, 20(2), 62-77. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.2.1726>
- Pardal, C. (2009). La hoja interior de la FV. Análisis, taxonomía y prospectiva. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña.
- San Juan, C., Sánchez, N., Heras, M., Blanco, E. (2011). Experimental analysis of natural convection in open joint ventilated façades with 2D PIV, *Build Environment* 46-11, pp. 2314-25, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.014>
- Suárez, C., & Molina, J. L. (2015). Análisis del efecto chimenea en fachadas ventiladas opacas mediante correlaciones del flujo másico inducido: Aplicación para el dimensionado de anchos de cámara. *Informes de la Construcción*, 67(538), e087. <https://doi.org/10.3989/ic.13.155>
- Zhao, X., Wei, A., Zou, S., Dong, Q., Qi, J., Song, Y., & Shi, L. (2024). Controlling naturally ventilated double-skin façade to reduce energy consumption in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 202, 114649. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114649>