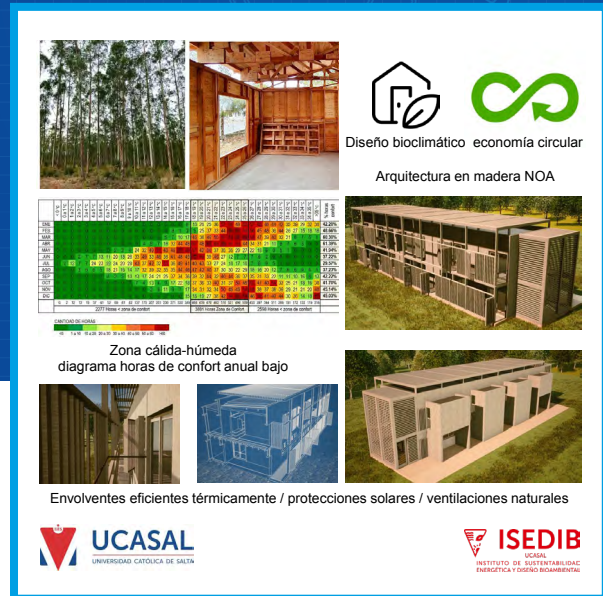


Construcción en madera con estrategias bioclimáticas en climas cálidos húmedos Caso San Ramón de Orán, Salta

Ana Sofía Avalos Ambroggio y Sebastián Miguel

Instituto de Sustentabilidad Energética y Diseño Bioambiental, Facultades de Ingeniería y Arquitectura y Urbanismo, Universidad Católica de Salta, Salta, Argentina

Contacto: sofia.avalos@unc.edu.ar
samiguel@ucasal.edu.ar



RESUMEN

La arquitectura bioclimática propone optimizar la relación entre las condiciones ambientales del contexto donde habitamos. Debemos hacer frente al cambio climático y reducir el consumo energético de las edificaciones a través del diseño eficiente, uso de sistemas constructivos adecuados y considerar la circularidad de los materiales. Se propone demostrar la eficiencia energética y el confort térmico para un proyecto realizado en madera en San Ramón de Orán, Salta perteneciente a la zona cálida y húmeda de Argentina. Los estudios realizados indican que las envolventes propuestas verifican a normas nacionales IRAM referidas a aislación térmica para la localización de estudio. Se valida el uso de sistemas constructivos de madera y aislantes elaborados con productos reciclados. Se muestra que el uso de entramados de madera para sombreado, puede reducir un 20% las ganancias de calor en una zona climática cálida húmeda, caracterizada por problemas de sobrecalentamiento la mayor parte del año.

ABSTRACT

Bioclimatic architecture proposes optimizing the relationship between the environmental conditions of the context where we live. We must face climate change and reduce the energy consumption of buildings through efficient design, use of appropriate construction systems and considering the circularity of materials. It is proposed to demonstrate energy efficiency and thermal comfort for a project made of wood in San Ramón de Orán, Salta belonging to the hot and humid zone of Argentina. The studies carried out indicate that the proposed envelopes comply with national IRAM standards regarding thermal insulation for the study location. The use of wood construction systems and insulation made with recycled products is validated. It is shown that the use of wooden frames for shading can reduce heat gains by 20% in a warm humid climate zone, characterized by overheating problems most of the year.

Palabras clave: Diseño, bioclimático, madera, eficiencia, zona cálida

INTRODUCCIÓN

La construcción sostenible se basa en el estudio de las interrelaciones entre el ser humano, el ambiente construido y su entorno. Es una filosofía de construcción que busca edificar espacios saludables y mejorar la calidad de vida, preservando el ambiente [4]. La arquitectura bioclimática es aquella que busca optimizar la relación entre el “bios”, es decir, el ser humano que la habita y el “clima” o las condiciones ambientales del contexto en que esta se inserta [14].

En esta línea, existe un común acuerdo en la importancia del desarrollo de alternativas de diseño arquitectónico que incorporen criterios de construcción sostenible y economía circular, orientadas a minimizar el consumo de energía, que hagan un uso racional de los materiales de construcción local y que disminuyan la generación de residuos a partir de principios como el consumo responsable y consciente. Conceptos como priorizar la durabilidad de los materiales, posibilitar su reutilización y reciclaje y contemplar la rehabilitación energética adquieren vital importancia.

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación financiado por el Consejo de Investigaciones UCASAL llamado “Estrategias de diseño bioclimático aplicadas a edificios de viviendas y de servicios para zonas frías y cálidas de la Provincia de Salta”. En este marco, el presente artículo aborda la problemática relacionada, por un lado, con el diseño arquitectónico y la implementación de estrategias pasivas en climas cálido-húmedo. Por otro lado, con la exploración de las posibilidades de uso de la madera en la construcción local de la provincia de Salta.

Problemática abordada

Frente al contexto actual de cambio climático, y la consecuente necesidad de reducir el consumo energético de las edificaciones, la construcción tradicional en Argentina enfrenta numerosos desafíos. La adaptación de los sistemas constructivos tradicionales para reducir la demanda de energía de edificios es un proceso que involucra la integración de prácticas sostenibles, la inclusión de nuevos materiales y la modernización de técnicas constructivas.

Durante las últimas décadas, el avance de la tecnología y la versatilidad de los materiales de construcción como el hormigón o concreto, el acero y más recientemente los plásticos, han ocasionado una variación importante en la forma de construir. Esto ha desplazado otros materiales tradicionales como la madera. “La disminución del uso de la madera no ha sido ajena a este hecho. Se ha olvidado casi por completo el conocimiento

tradicional acerca de su uso, dando por consecuencia su desprestigio” [4]. De acuerdo a Pilar et al., “el desconocimiento o el mal uso de la madera en la construcción ha dejado importantes secuelas, que se traducen en un bajo uso del material” [12].

Estos autores consideran necesario explorar posibilidades uso de sistemas constructivos basados en el uso de la madera, sobre todo en regiones climáticas del NEA y el NOA. Por un lado, estas regiones presentan climas cálidos y húmedos, lo cual requiere construcciones livianas, muy ventiladas y protegidas de la radiación directa mediante dispositivos de sombreado como pérgolas y entramados, lo que constituye una oportunidad para incorporar sistemas constructivos por vía seca. Por otro, algunas regiones del NEA y el NOA presentan un potencial significativo para la producción de madera para la construcción y otros productos forestales, que son esenciales para la economía local y regional.

Específicamente en la provincia de Salta, la actividad forestal está basada en estrategias de producción de madera implantada (*Eucalyptus grandis*) en entornos de bosques nativos, conformados por bosques y selvas húmedas (las Yungas) y bosques secos (el Bosque chaqueño). Las principales áreas de producción forestal se ubican al norte de la provincia en los Departamentos de Orán y San Martín, siendo las ciudades de San Ramón de la Nueva Orán y Tartagal, cabeceras departamentales y las que concentran mayor cantidad de industrias. A pesar de ser un componente vital de la economía y el medio ambiente de la región, la actividad enfrenta desafíos significativos. La madera es un producto natural renovable y será sostenible siempre y cuando provenga de plantaciones forestales o bosques manejados científicamente, certificados, en los que la madera cosechada no exceda a la madera que crece en la plantación o en el bosque. [4].

Antecedentes

Existen numerosos trabajos orientados a tratar problemáticas vinculadas al diseño de edificios energéticamente eficientes en zonas climáticas cálido-húmedas [2] [5] [6] [15]. Algunos de ellos se enfocan en demostrar los efectos negativos de la penetración solar a través de la envolvente en este tipo de clima, y los beneficios de la protección solar diseñada de acuerdo con la orientación [6].

La construcción en madera

Pilar et al. [12] hacen una revisión de la construcción en madera en la región del NEA. La madera posee una baja conductividad térmica, lo que aumenta la eficiencia energética de las construcciones. De acuerdo a este estudio, con un adecuado diseño tecnológico constructivo, los cerramientos

de madera verifican a las normas IRAM de confort para las condiciones ambientales de localizaciones que se encuentran en zonas bioclimáticas Ib (muy cálida húmeda) y zona II (cálida).

Metodología

En primer lugar, se realizó una breve descripción climática de la localidad de San Ramón de Orán, consultando datos obtenidos de la Estación Meteorológica Orán a través del software Meteonorm 8. Luego se resumieron las estrategias de diseño recomendadas para este tipo de climas.

En segundo lugar, se describió el edificio proyectado, haciendo énfasis en el sistema constructivo adoptado para su materialización. Luego se realizó un análisis de las envolventes propuestas desde el punto de vista térmico, en régimen estacionario y en régimen transitorio. Se calculó transmitancia térmica (K) y resistencia térmica (R) conforme al procedimiento de cálculo descrito en la Norma IRAM 11601 (2002) para régimen estacionario, verificando los resultados con respecto a valores de niveles admisibles presentados en la Norma 11605 (1996). Luego, se analizaron valores de amortiguamiento o atenuación (fd), desfaseamiento o retardo (φ) y capacidad térmica del lado interno de la envolvente (K1) de acuerdo al procedimiento descrito en la norma italiana UNI basada en ISO 13786 para régimen transitorio. Los valores admisibles fueron extraídos de la Guía Nacional de certificación de edificios del Ministerio de Medio Ambiente y Protección del Territorio y Mar, Italia (2008) que tiene 5 etiquetas de desempeño de envolventes (mediocre, suficiente, medio, bueno y óptimo).

Por último, se simuló el desempeño térmico del proyecto utilizando el software Open Studio, que utiliza el motor de cálculo Energy Plus. El archivo climático (.epw) de Orán fue extraído del software Meteonorm 8. A través de simulación se realizó un análisis ganancias de calor (ya que las mismas son más relevantes que las pérdidas debido al tipo de clima) en 2 situaciones de interés: en un primer escenario, planteando las protecciones de fachada abiertas (parasoles abiertos), en un segundo escenario, con protecciones cerradas (parasoles cerrados). De ambos escenarios se analizaron ganancias a través de envolventes opacas y traslúcidas (muros exteriores, cubiertas, aberturas y pisos en contacto con el terreno), cargas por infiltración, aportes de calor por cargas internas (actividades metabólicas de personas, iluminación y equipamientos en uso).

DESARROLLO

El clima en San Ramón de Orán

La localidad de San Ramón de la Nueva Orán se encuentra ubicada en el noreste de la provincia de Salta, República Argentina. Es la localidad de cabecera del departamento Orán, y sus coordenadas geográficas son latitud -23.15, longitud: -64.31 y altitud 375m sobre el nivel del mar.

Según la clasificación climática de Köppen, el clima de Orán es del tipo Cwa (clima subtropical con invierno seco y verano cálido). De acuerdo a la zonificación bioclimática de la Argentina Orán se encuentra en la zona IIb (clima cálido-húmedo) [8].

Las temperaturas son altas a lo largo de casi todo el año. Presenta veranos muy calurosos, con temperatura, humedad y precipitaciones elevadas. La temperatura media en enero es de 25,9°C, la máxima media de 32,4°C y las máximas absolutas pueden alcanzar los 44,4°C [10]. La temporada calurosa dura 5 meses, de octubre a febrero.

Las altas temperaturas permiten al aire acumular más vapor de agua, en consecuencia, es mayor la humedad relativa. De acuerdo a Esteves, la humedad relativa “es de fundamental importancia en climas cálidos, ya que dominan los intercambios evaporativos.” [3]. En Orán, el período más húmedo es desde enero a julio, en coincidencia con el período donde las temperaturas son más elevadas. Los niveles registrados durante este período sobrepasan el umbral superior de las condiciones de confort de humedad, establecido entre el 20% y el 80% [11, 3]. Esta situación, en conjunto con las altas temperaturas registradas durante el verano, hacen que el calor sea bochornoso y sofocante, al no favorecerse la eliminación de calor por evaporación.

De acuerdo a González Couret [6] en los climas cálido – húmedos caracterizados por una elevada humedad relativa, nubosidad y precipitaciones “el cielo cubierto o parcialmente cubierto no permite una alta insolación diurna, pero tampoco favorece la evacuación del calor hacia la bóveda celeste nocturna cubierta. Como resultado, la oscilación de la temperatura diaria en estos casos no rebasa los 10 grados, de manera que hay calor tanto por el día como por la noche, ya sea invierno o verano” [6].

Mendoza et al., [10] representan una descripción de la situación vivida en la ciudad durante el verano: “El uso de ventiladores ya no es suficiente, la solución práctica y rápida para el logro del confort térmico viene de la mano de los equipos de aire acondicionado. Cada vez se buscan que sean de mayor capacidad. Por consiguiente, la demanda energética aumenta notablemente y genera desabastecimiento año tras año” [10].

Estrategias de diseño

A continuación, se revisan las estrategias de diseño más relevantes para las condiciones climáticas de San Ramón de la Nueva Orán.

Consultando recomendaciones sugeridas por distintos autores, en este tipo de clima el bienestar se asegura con una construcción aislada, ligera, en la que la ventilación sea importante [2] y los huecos exteriores (aventanamientos) estén bien orientados y sombreados [2]. Para lograrlo se requiere un diseño que tenga en cuenta el aprovechamiento de las orientaciones del sitio, siendo más adecuados los emplazamientos que de alguna manera reciban corrientes de aire [15].

En cuanto al sombreado de ventanas, es importante evaluar la disposición de aleros y parasoles que protejan aberturas de la penetración solar en verano. Además, las protecciones deben ser móviles, puesto que en invierno es necesario cubrir un mínimo requerimiento de aprovechamiento de ganancia solar directa.

Con respecto a la ventilación, la bibliografía sugiere que, en climas de tipo cálido húmedo, la circulación del aire aparece como el factor esencial que permite disminuir la sensación de desagrado [1]. La norma IRAM 11603 (2011) recomienda “un diseño que permita la ventilación cruzada de la vivienda, dada la influencia benéfica del movimiento sensible del aire, para disminuir la falta de confort higrotérmico” por lo que “se recomienda contemplar la necesidad de aprovechar los vientos dominantes y la creación de zonas de alta y baja presión que aumenten la circulación de aire” [8].

Finalmente, sobre la necesidad de inercia térmica, Vicens et al. (2018) mencionan que en los climas cálidos húmedos no existen motivos para almacenar el calor del día y reutilizarlo por la noche, porque la noche es también calurosa. “El empleo de materiales pesados de gran inercia térmica no haría más que empeorar la situación” [2]. Durante los meses más cálidos, el clima de Orán presenta una media baja oscilación de temperaturas entre el día y la noche. Las temperaturas no bajan por debajo de los 25 °C, por lo tanto, se dificulta la posibilidad de disipar el calor acumulado con enfriamiento nocturno. Nuevamente, se recomienda el uso de sistemas constructivos livianos.

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en un edificio de planta rectangular, de dos pisos de altura con una superficie total de 121.00m² por planta. Por condicionantes propios del emplazamiento elegido, el edificio se organiza en una planta rectangular, orientada con eje norte-sur. Pese a que las recomendaciones establecidas en IRAM 11603 (2011) para zonas cálidas indican que la mejor orientación para edificios

de plantas rectangulares es manteniendo el eje este-oeste (así la fachada más larga tiene orientación norte), esta situación se considera favorable para ensayar sistemas de protección, ya que muchas veces los terrenos disponibles no cuentan con las mejores orientaciones recomendadas por norma.



Figura 1: Volumetría del edificio proyectado.

La disposición funcional y la organización de las envolventes interiores plantean 4 espacios de usos flexible en planta baja: dos de mayor tamaño, que pueden ser usados como aulas, y dos espacios de menor superficie, que pueden ser usados como oficinas administrativas. En caso de usarse como aula, se admite una organización flexible, ya sea en forma de aula tradicional con líneas de pupitres y un frente para disertante, como una organización grupal enfrentados y otras organizaciones de trabajo.

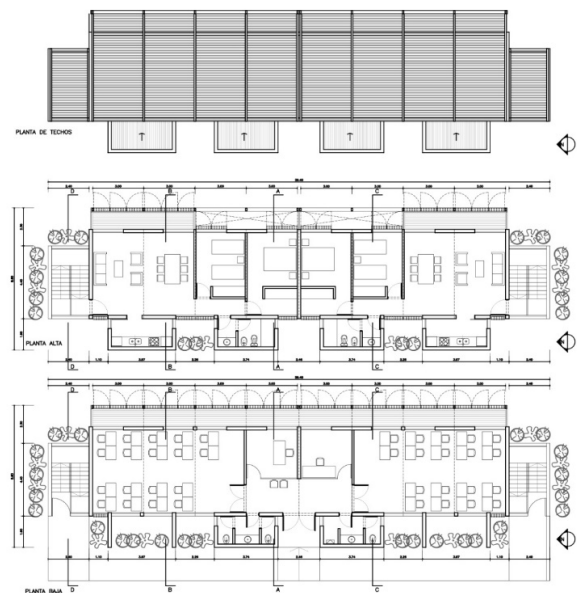


Figura 2: Plantas del edificio proyectado.

Las unidades de vivienda tienen su mayor desarrollo de fachada con orientación este y este. Los locales servidos (estar comedor y dormitorios) se

orientan al oeste, con aberturas de mayor tamaño para aprovechar las ganancias de radiación solar durante el período de invierno, mientras que cocinas y baños, se orientan al oeste, para proteger a los locales diurnos del asoleamiento excesivo en verano

Sistema constructivo

El sistema constructivo diseñado para materializar el edificio es un sistema estructural y de envolventes de madera tipo "Wood Frame". Cumple las normativas estructurales para construcciones de madera CIRSOC 601- 2016. Para ello se ha tenido en cuenta la Guía para el Proyecto de Estructuras de Madera con bajo compromiso estructural editado por el INTI (2018).

El material usado como aislante en envolventes es un material reciclado, desarrollado por el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido de la Universidad Nacional de La Plata (IIPAC-UNLP) llamado Placas de Aislamiento Térmico Alternativo (ATA) [13]. Se obtiene a partir del reciclado de embalajes de descarte de poliestireno expandido (EPS), comercialmente conocido como «Telgopor». Se pueden enumerar varios aportes que se asocian a este material. Por un lado, al ser aislante térmico, colabora con el control de pérdidas o ganancias de calor a través de los cerramientos horizontales y verticales de los edificios en donde se utiliza, aportando también al control acústico. Además, contribuye a la sostenibilidad ambiental, reduciendo las demandas energéticas de los edificios. Utiliza un material reciclado, el EPS de descarte, que no tiene rentabilidad para la venta ni destino post-consumo. Por último, promueve la generación de trabajo a través de la articulación de los saberes académicos, populares y de la gestión, utilizando materiales y métodos de fabricación que pueden ser autoconstruidos y autogestionados, favoreciendo la formación de emprendimientos individuales, sociales o cooperativos, que impulsen cadenas de valor o planes de negocios del sector.

Las envolventes del edificio fueron diseñadas y dimensionadas de acuerdo a criterios formales, materiales, constructivos y eficientes a las condiciones climáticas y recomendaciones descriptas más arriba. El piso inferior es un contrapiso de hormigón pobre sobre el que se asienta un contrapiso de hormigón armado con terminación de cemento alisado. Los tabiques exteriores se materializan con sistema de cerramiento conformado desde el interior al exterior por: tablero de fenólico de 18 mm, cámara de aire de 90 mm, placa de aislación térmica de tipo ATA reciclada de 50mm, tablero interno de OSB de 15 mm, barrea hidrófuga tipo Tyvek en rollos y finalmente en la cara exterior una placa de tablero de fenólico de 18 mm impermeabilizado.

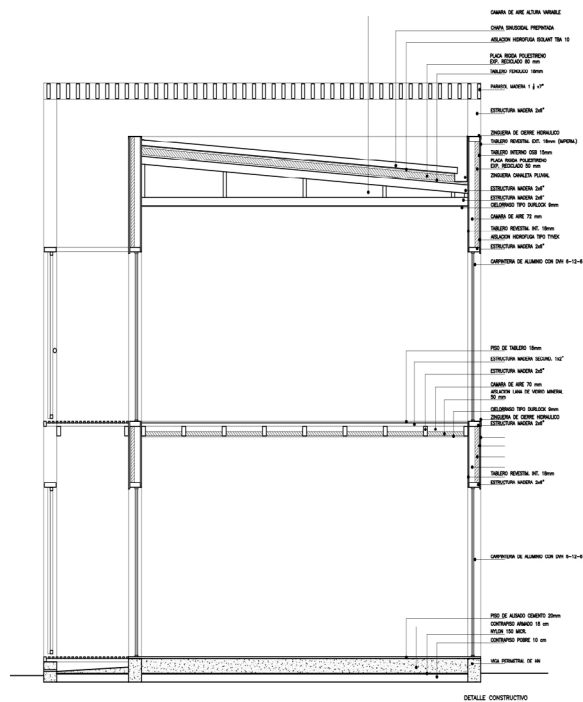


Figura 3: Detalle de envolventes verticales.

En las cubiertas se utilizan desde el interior al exterior: tablero interno de OSB de 15 mm, placa de aislación térmica de tipo ATA reciclada de 80 mm, tablero de fenólico de 18 mm, barrera hidrófuga tipo Isolat TBA 10 en rollos y finalmente en la cara exterior, chapa metálica sinusoidal.

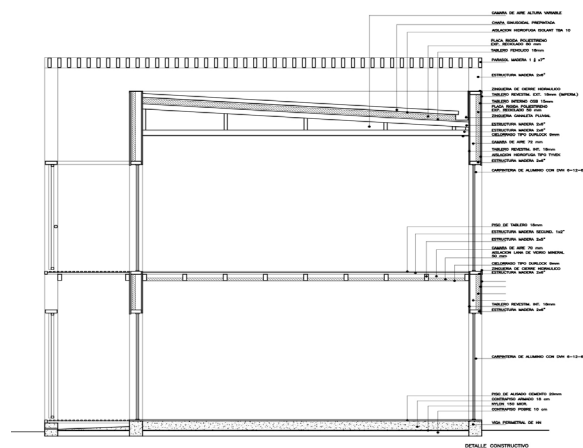


Figura 4: Detalle de cubierta.

Análisis de envolventes

Los resultados del análisis de envolventes en régimen estacionario (tabla 1) muestran que los tabiques exteriores verifican nivel recomendado (nivel B) propuesto por la norma IRAM 11605 tanto para invierno como para verano. La cubierta verifica nivel mínimo (nivel C), ya que su índice de transmitancia térmica K es de 0,59 W/m²K. Estos resul-

tados se consideran adecuados, ya que describen envolventes con aislación térmica suficiente para verificar niveles admisibles en Orán.

Tabla 1: Resultados del análisis de envolventes

Régimen estacionario (IRAM 11601)				
	Espesor (e) (m)	Transm. (K) (W/m ² K)	Resist. (R) (m ² /W°K)	IRAM 11605 (verifica)
Tabique	0,17	0,67	1,48	Nivel B
Cubierta	0,10	0,59	1,67	Nivel C
Régimen transitorio (ISO-UNI 13786)				
	Amortig. (fd) [-]	Retardo (φ) (horas)	Cap. Ter K1 [kJ/m ² K]	Allegato A (etiqueta)
Tabique	0,90	2,95	27,40	Mediocre
Cubierta	0,91	2,53	25,00	Mediocre

En el análisis en régimen transitorio, se puede ver que las envolventes presentan valores muy similares de amortiguamiento (0,9 fd), retardo (casi 3 horas). Es decir, tienen una escasa capacidad de acumulación de calor, lo cual es esperable ya que el sistema constructivo planteado es liviano, por vía seca, sin materiales que aporten masa térmica considerable. Esto también se considera beneficioso, ya que, en base a las recomendaciones de diseño, en climas de este tipo no existen motivos para almacenar el calor del día y reutilizarlo por la noche, porque la noche es también calurosa. Utilizar materiales que acumulen calor durante el día requerirá una carga extra para enfriamiento nocturno [2].



Figura 5: Modelo 3D para simulación del caso 1: parasoles abiertos.

Resultados de simulación

Finalmente, se presentan resultados referidos a las ganancias de calor y la demanda de calefacción y refrigeración de los tres escenarios establecidos.

Estos resultados pretenden verificar el diseño propuesto, para ver si los supuestos seguidos en el proceso de diseño del edificio son válidos. La fig. 5 muestra el modelo 3D del edificio usado para simular el escenario 1 (parasoles abiertos).

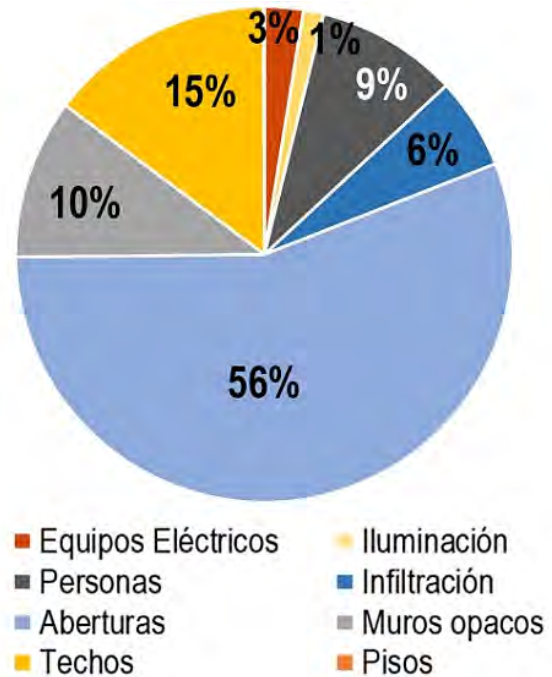


Figura 6: Factores responsables de ganancias de calor del caso 1: parasoles abiertos.

La fig. 6 y la tabla 2 detallan la ganancia de energía térmica del este escenario debido a equipos eléctricos, equipos de iluminación, personas, infiltración, aberturas, muros opacos, techos y pisos. Se detalla también el porcentaje de incidencia de cada uno en la ganancia total anual.

Tabla 2: Ganancias de calor. Caso 1: parasoles abiertos.

Caso 1	Ganancias de calor	
P. Abiertos	Energía (kWh)	Incidencia (%)
Equipos	2385,6	2,5%
Iluminación	1248,1	1,3%
Personas	8731,3	9,2%
Infiltración	5648,2	6,0%
Aberturas	52804,8	55,8%
Muros opacos	9884,2	10,4%
Techos	13899,3	14,7%
Pisos	40,1	0,0%
Total	94641,71	100,00%

Por otro lado, las fig 7 y 8, y la tabla 3 detallan la ganancia de energía térmica del escenario 2 (para- soles cerrados).



Figura 7: Modelo 3D para simulación del caso 2: parasoles cerrados.

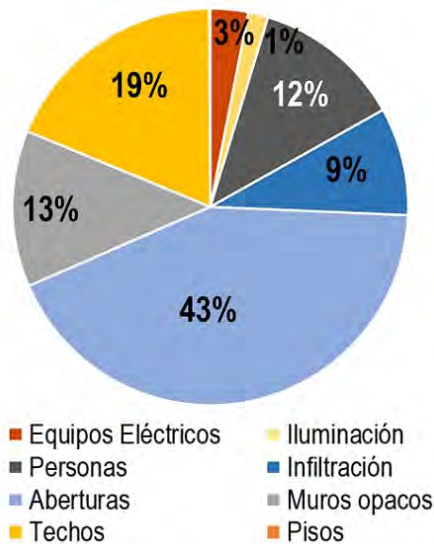


Figura 8: Factores responsables de ganancias de calor del caso 2: parasoles cerrados.

Tabla 3: Ganancias de calor. Caso 2: parasoles cerrados.

Caso 2	Ganancias de calor	
	Energía (kWh)	Incidencia (%)
P. Cerrados		
Equipos	2385,6	3,1%
Iluminación	1248,1	1,6%
Personas	9384,4	12,2%
Infiltración	6786,9	8,8%
Aberturas	33040,4	42,8%
Muros opacos	9832,8	12,7%
Techos	14418,9	18,7%
Pisos	67,9	0,1%
Total	77165,2	100,00%

Se puede observar que, en ambos escenarios, el mayor porcentaje de ganancias se produce a través de las aberturas (56% del total en el escenario de parasoles abiertos y 43% en el caso de parasoles cerrados), seguida por las ganancias a través de envolventes opacas (muros y techos). Tomando en cuenta que se trata de envolventes aisladas (tanto opacas como transparentes), cobra interés evaluar el efecto del sombreado, que puede reducir las ganancias por ingreso de radiación solar.

Con respecto al total de ganancias, los resultados muestran 94.641 kWh/año para el caso con parasoles abiertos y 77165 kWh/año para el caso de parasoles cerrados. Es decir, sombrear las aberturas mediante un sistema de parasoles operable reduce casi un 20% del total de ganancias.

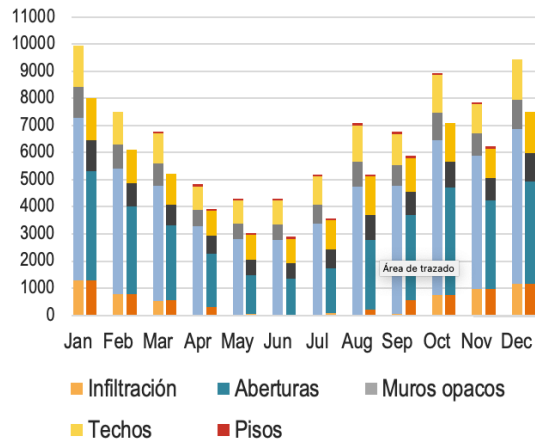


Figura 9: Ganancias mensuales en ambos escenarios propuestos.

En cuanto a las ganancias mensuales, se representan ambos casos en el gráfico de la fig. 9. El caso de parasoles abiertos en la columna izquierda de cada mes, de colores más claros, y el caso de parasoles cerrados en la columna derecha, de colores más oscuros. Se puede ver que la disminución de las ganancias se da de manera considerable en las aberturas y es constante a lo largo de todo el año, lo cual es lógico, ya que es producto del efecto de la obstrucción solar. También se pueden ver que las ganancias por muros y techos no sufren tal variación entre ambos escenarios y se mantienen relativamente constantes a lo largo del año.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio dan cuenta que las edificaciones de madera representan una alternativa prometedora hacia un futuro más sostenible en la construcción, en regiones cálido húmedas de la provincia de Salta.

Por un lado, las envolventes propuestas verifican a normas nacionales IRAM referidas a aislación térmica para la localización de estudio. Se valida el uso de sistemas constructivos de madera, que además utilizan placas aislantes elaboradas con reutilización de desechos, mediante tecnología sencilla y accesible, maximizando la economía de materiales.

Por otro, los resultados también muestran que el uso de entramados de madera para sombreado, elaborados con técnicas básicas de construcción por vía seca, puede reducir un 20% las ganancias de calor en una zona climática cálido-húmeda, caracterizada por problemas de sobrecalentamiento la mayor parte del año.

El uso de la madera para la construcción de edificios de vivienda en San Ramón de Orán se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo. Sin embargo, evidencia un camino prometedor hacia un futuro más sostenible. Los diseñadores del hábitat y los constructores tienen un papel clave que desempeñar en la promoción y el desarrollo de soluciones habitacionales basadas en materiales y soluciones constructivas como la madera. Esto contribuirá al desarrollo sostenible a largo plazo de la provincia y la región. Con el enfoque adecuado en innovación, sostenibilidad y gestión responsable, la madera puede desempeñar un rol fundamental en la creación de entornos urbanos más saludables y eficientes.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Investigaciones de la Universidad Católica de Salta y al Instituto de Sustentabilidad Energética y Diseño Bioambiental dependiente de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura y Urbanismo.

Al alumno de arquitectura Matías Zingone por la elaboración y modelado de imágenes del proyecto.

REFERENCIAS

Artículos en publicaciones periódicas:

- [1] Adevamowo, M. y Ilesanmi, A. (2012). Study of Building Adaptation in Warm Humid Climate in Nigeria. *Open House International*, 37(4), pp. 72-80.
- [2] De Ignacio Vicens, Soutullo Castro, López-Zaldívar, Lozano-Díez y Verdú Vázquez. (2018). Sobre inercia térmica y aislamiento de viviendas en clima cálido-húmedo. *Anales de Edificación*, Vol. 4(1), pp. 14-26.
- [3] Esteves, A. (2017). *Arquitectura bioclimática y sustentable. Teoría y práctica de la conservación de la energía, sistemas solares pasivos y enfriamiento natural de los edificios*. Mendoza.

- [4] Fournier Zepeda, R. (2008). Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades. *Tecnología en Marcha*, 21(4), pp. 92-101.
- [5] Franco, F., Guzmán-Hernández, I., y Roset, J. (2019). Problemática de los sistemas pasivos de climatización en zonas tropicales cálido-húmedas. *AULA Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, Vol. 64(4), pp. 73-86.
- [6] González Couret. (2014). Arquitectura y Clima. Contradicciones en Cuba. *Tercer congreso internacional MACDES. 2014. Medio ambiente construido y Desarrollo Sustentable.*, (pp.1-8). La Habana.
- [7] IRAM 11601. (2002). *Aislamiento térmico de edificios. Método de cálculo*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- [8] IRAM 11603. (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- [9] IRAM 11605. (1996). *Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- [10] Mendoza, Castro, y Mendoza. (2019). Simulación y análisis del comportamiento térmico de una sala informática en una zona cálido-húmeda. XXVI Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXVI-SPES), (pág. s/p). Ayacucho.
- [11] Müller, E. (2002). *Manual de diseño para viviendas con climatización pasiva*. Alemania: Forschungslabor für Experimentelles Bauen FEB - Universidad de Kassel, Alemania.
- [12] Pilar, C., Kennedy, E., y Vallejos Kaliniuk, S. (2020). Construcción de viviendas mediante entramado de madera en la provincia de Corrientes. *RADI. Revista Argentina de Ingeniería*, 16, pp. 101-108.
- [13] Reynoso, L., y Viegas, G. (2022). *Aislamiento térmico alternativo: Modelo ATA-01: placas rígidas de poliestireno*. La Plata: Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, IIPAC. Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de La Plata.
- [14] Serra, y Coch. (1994). *Las energías naturales en la arquitectura*. Barcelona: UPC.
- [15] Ugarte. (2011). Guía de arquitectura bioclimática. Construir en países cálidos. San José, Costa Rica: Instituto de Arquitectura Tropical.