

# EVALUACIÓN TÉRMICO-ENERGÉTICA DE DOS VIVIENDAS DE QUINCHA EN SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA

Gabriela Giuliano<sup>1</sup>, Matías Ortega<sup>2</sup>, Beatriz Garzón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, UNSE- Universidad Nacional de Santiago del Estero y CONICET, gm.giuliano@gmail.com

<sup>2</sup>Red PROTIERRA, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNT – Universidad Nacional de Tucumán mateduortega@gmail.com

<sup>3</sup>Red PROTERRA - Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNT y CONICET, bgarzon06@gmail.com

**Palabras clave:** hábitat doméstico, bioconstrucción, monitoreo térmico, eficiencia energética

## Resumen

La bioconstrucción -y la construcción en quincha en particular- ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos años en el Norte Grande Argentino y en la en la provincia Santiago del Estero se comenzaron a visibilizar recientemente obras de estas características. La presente investigación tiene como objetivo, evaluar en forma comparativa los resultados de monitoreos térmicos, realizados en período estival en dos viviendas resueltas en quincha, ubicadas en las localidades del Zanjón y Yanda, del departamento capital de Santiago del Estero. Se utilizó el método descriptivo para la caracterización de los sitios y de cada vivienda. Se aplicó el método analítico en la evaluación de las mediciones de temperatura en reales condiciones de uso y en la determinación del cumplimiento respecto a las recomendaciones establecidas en la serie de normas IRAM 11.600 de acondicionamiento térmico edilicio. Se generaron etiquetas de cálculo del nivel de eficiencia energética, identificando los Índices de Prestaciones Energéticas (IPE), tanto en los casos analizados como en otros dos ejecutados con técnicas dominantes en el mercado, a modo de referencia. Los resultados muestran que, si bien la aplicación de esta técnica constructiva es apropiada, se observa un comportamiento térmico deficiente en días críticos de la estación de verano, por lo que se propone incorporar mejoras de Estrategias Pasivas de Diseño Arquitectónico (EPDA). Se concluye que la quincha es una solución asequible, de óptima calidad, saludable y sustentable, por lo que resulta de interés su incorporación al diseño y ejecución de envolventes en viviendas.

## 1 INTRODUCCIÓN

Se estima que la población mundial aumentará casi 2000 millones de personas en los próximos 30 años, pasando de los 8000 millones actuales a los 9700 millones en 2050, pudiendo llegar a un pico de cerca de 10.400 millones entre mediados de 2080 y 2100 (ONU, 2023). En este contexto, difícilmente podrán alojarse, las nuevas generaciones, en bloques de hormigón, entre otros motivos, por la necesidad de reducir la emisión a la atmósfera de los llamados gases de efecto invernadero ante la problemática del cambio climático. Según May y Reid (2011, p. 43-44), “por cada saco de cemento que se produce, se genera un saco y medio de dióxido de carbono residual”, lo que lleva a que los arquitectos, diseñadores de hábitat y diferentes organizaciones a promover la incorporación en la producción del hábitat construido de materiales naturales y otros saberes tradicionales propios de la cultura popular.

En América Latina hay una larga historia de cultura constructiva asociada al uso de la tierra, ya desde épocas precolombinas. Entre ellas, se encuentra la técnica de la quincha, extendida por todo el continente, y denominada de variadas formas: bahareque en Panamá, El Salvador, Guatemala, Ecuador, Colombia y Honduras; cuje en Cuba, pau a pique o taipa de sopapo en Brasil; fajina en Uruguay; estaqueo en Paraguay y finalmente quincha en Perú, Bolivia, Argentina y Chile, vocablo que proviene del quichua quinzha y que significa seto de varas de madera, barrera o cerca (Cevallos, 2003).

Esta es una técnica tradicional para ejecutar muros, y consiste en una estructura principal, una estructura secundaria (entramado, generalmente de madera o cañas), un relleno de

tierra vertida en estado plástico (barro), mezclada con fibras vegetales, y un revestimiento, generalmente de tierra. Dada la presencia de los distintos materiales, esta técnica es clasificada como un sistema constructivo mixto (Acevedo Oliva et al., 2017).

En la provincia de Santiago del Estero, la quincha se muestra como una técnica tradicional para la construcción de viviendas (Comisión Hábitat, 2020). Si bien históricamente ha sido común, tanto en este territorio como en el oeste chaqueño, “el uso de palos a pique con intersticios rellenos de mazorcas de maíz secas” (Viñuales, 2007), en la actualidad, y ya en versiones más periurbanas y profesionalizadas, es más usual la definición de la estructura principal en madera escuadrada y entablillados en las dos caras de los paramentos, de manera que se genera una cámara en la que se incorpora la mezcla de barro y fibras.

## 2 OBJETIVO

Este trabajo plantea la evaluación del comportamiento térmico-energético de dos viviendas construidas con la técnica de quincha, en Santiago del Estero, Argentina, proponiendo mejoras para optimizar la eficiencia energética, sin alterar la naturaleza de la construcción, como aporte al desarrollo sustentable local. Los objetivos particulares son: 1) Analizar la aplicación de estrategias y pautas de diseño pasivo en las viviendas ejecutadas en tierra en relación con clima y la geolocalización; 2) Contrastar los resultados de monitoreos térmicos de las viviendas en quincha; 3) Verificar el nivel de cumplimiento de la serie de normas IRAM 11600 y 11900, de los casos analizados contrastados con viviendas de envolventes ejecutadas con técnicas dominantes en la localidad.

## 3 METODOLOGÍA ADOPTADA

En este trabajo se ha utilizado una combinación metodológica y en el mismo pueden diferenciarse 3 etapas. La primera fase, es de carácter descriptiva, donde se caracteriza la geolocalización y el clima donde se implantan las viviendas tomadas como casos de estudio. Se determinan las estrategias y se seleccionan las pautas de diseño bioclimático adecuadas a la zona de ubicación, con relación a la implantación de las viviendas en el terreno y su relación con las orientaciones favorables y desfavorables, según norma IRAM 11603 (2011). En una segunda fase, se utiliza la metodología de investigación de acción participativa, experimental y analítica para la valoración de los monitoreos térmicos. En una tercera instancia, se evalúa el comportamiento térmico de las viviendas en régimen estacionario en referencia a la norma IRAM 11601 (2002) y 11605 (1996) sobre transmitancia térmica, y en régimen cuasiestacionario según norma IRAM 11900 (2017) de eficiencia energética, a través del aplicativo nacional de etiquetado de viviendas.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Caracterización geográfica y climática

La casa de la familia Moya Cocco, en adelante vivienda Caso 1 (C1) está ubicada en la Zona del Zanjón, a 27°52'06.5" de latitud sur y 64°14'34.2" longitud oeste, y la Casa de la familia Baleani, denominada aquí vivienda Caso 2 (C2), se implanta a 27°55'51.4" de latitud sur y 64°13'14.7 de longitud oeste, en la Zona de Yanda. Ambas a distancias de 10 y 12 Km respectivamente, del centro de la capital de la provincia de Santiago del Estero, en el Norte Grande Argentino (figura 1).

La Norma IRAM 11603 (2011) establece que el área de estudio pertenece a Zona Bioambiental I- Muy Cálida y subzona a, con amplitudes térmicas mayores a 14°C (figura 1), según clasificación bioambiental de la República a Argentina. El clima de la localidad se clasifica como BSh, semiárido cálido, por el sistema Köppen-Geiger (1936). El mismo, se caracteriza por un período estival muy cálido, con altas temperaturas y lluvias moderadas a escasas, presentándose mayormente entre los meses de octubre a marzo (promedio anual de 600 mm). El período invernal se encuentra poco significativo, por registrarse

temperaturas medias mayores que 12°C. En cambio, las estaciones de primavera y verano e inclusive hasta en otoño, se miden valores de temperatura máxima mayores que 34°C y valores medios mayores que 26°C, con amplitudes térmicas de hasta 15°C, por lo tanto, este período de tiempo resulta de mayor extensión y se considera el más desfavorable, y en el mismo se hará énfasis en el presente trabajo.

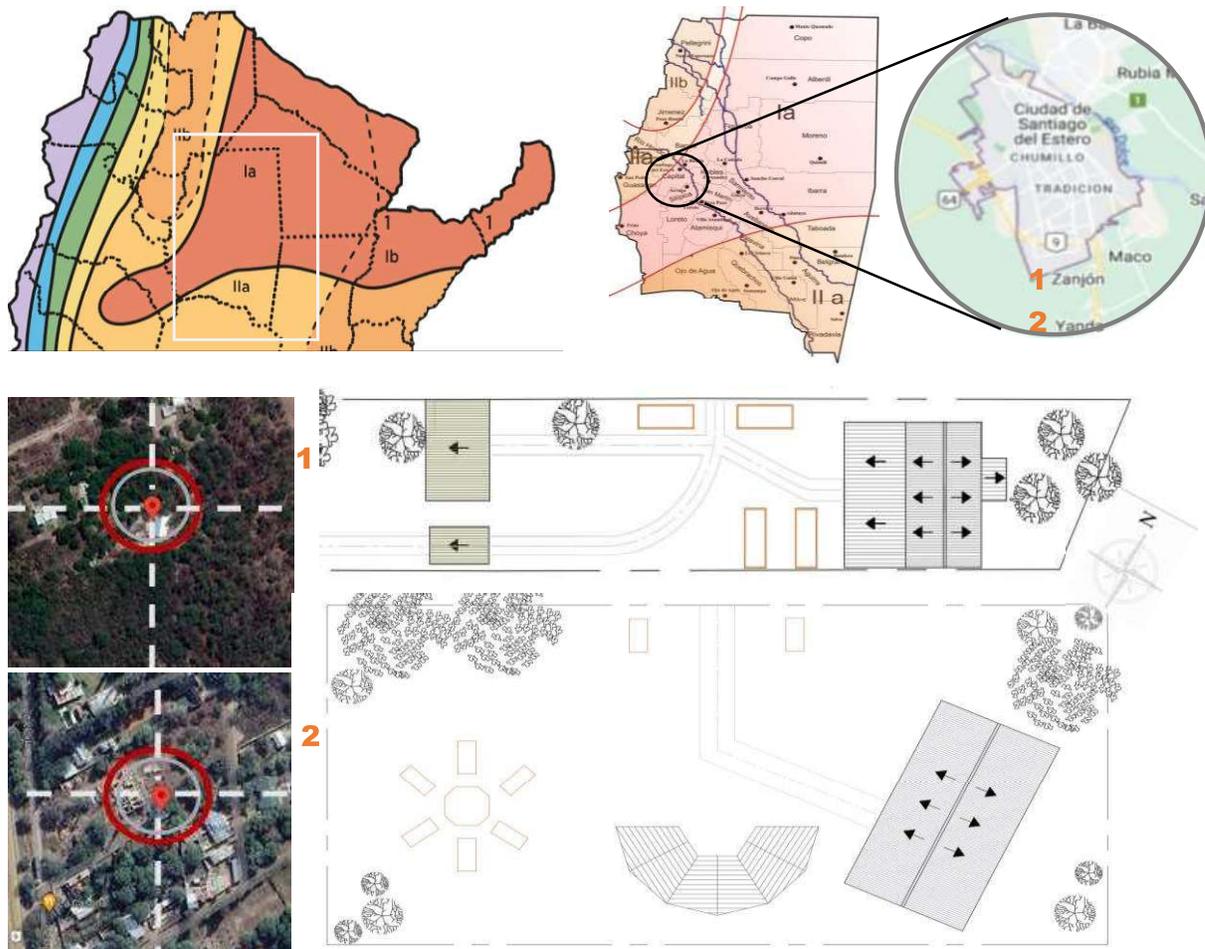


Figura 1. Ubicación geográfica de la vivienda y su posición en el terreno

El anexo C de la norma referida, sugiere para la zona muy cálida recomendaciones generales de diseño y construcción: a) Colores claros en paredes y techos, b) Gran aislación térmica en envolvente, c) el eje mayor de la vivienda orientado al Este-Oeste, d) Controlar asoleamiento en las orientaciones favorables Norte-NE-NO, minimizar superficie o si es posible no orientar aberturas al E y al O, e) Aprovechar los vientos dominantes y para aumenten la circulación de aire y favorecer ventilación cruzada. Según el diagrama de Givoni (1969), las estrategias de diseño bioclimático para la zona se corresponden con la calefacción solar pasiva para invierno, y el enfriamiento directo e indirecto para verano, por ventilación natural, y evitando ganancias térmicas con incorporación de masa y aislación térmica. Sin embargo, como la estación cálida es considerada crítica debido a las altas temperaturas, y es necesario complementar con la estrategia activa de asistencia por sistemas termo-mecánicos para el refrescamiento.

#### 4.2. Parámetros edilicios: descripción de la viviendas

Los tipos arquitectónicos de ambas viviendas C1 y C2 es compacta y de forma rectangular (figura 2). En el primer caso la vivienda se apoya en una medianera, mientras que la segunda tiene un volumen totalmente exento. Las superficies cubiertas totales son de 64 y 89 m<sup>2</sup>, respectivamente. Ambas construcciones poseen un eje principal dispuesto en sentido N-S, (color rojo) por lo tanto, la mayor superficie de la envolvente se orienta hacia las

superficies desfavorables E-O. El programa arquitectónico de las dos casas es simple: integra espacial y funcionalmente la cocina al estar-comedor, poseen núcleo húmedo de lavadero y baño unificados, y hacia el sector norte, dormitorios en el caso de la vivienda C2, y un único dormitorio C1 que contempla futura ampliación de otro dormitorio. Las casas cuentan con servicio de red de energía eléctrica, agua potable y desagüe cloacal independiente, y carecen de provisión de gas natural debido a que a la localidad no llega el suministro. En el caso de la vivienda C2, la planta es compacta rectangular. Respecto al sistema constructivo empleado para la materialización de las casas, estas se resolvieron con tecnología en seco. En la vivienda C1 el techo se resolvió con estructura metálica de filigrana vinculada a columnas de madera, mientras que la vivienda C2, toda la estructura se resolvió íntegramente en madera. En ambos casos el cerramiento superior se cubrió con chapa galvanizada, aislación térmica de espuma de polietileno tipo isolant y cielorraso machimbrado de madera de pino. A su vez, los cerramientos perimetrales exteriores son resueltos en quincha. Esta técnica constructiva implica dos entramados de madera, uno hacia el exterior y otro hacia el interior del paramento, generándose una cámara entre ambos, y rellena ésta con tierra vertida en estado plástico (barro) mezclada con fibras vegetales. Como terminación, se aplicaron revoques de barro en ambas caras, totalizando espesores de 0,14m y 0,17 m, para los casos 1 y 2 respectivamente. A su vez, en el primer caso, las carpinterías colocadas son de materiales y dimensiones heterogéneas por ser recicladas de obras de demolición o de vehículos, mientras que en la segunda se trata de aberturas estandarizadas de aluminio. En ambas casas los vidriados son de tipo simple, incoloro 4mm de espesor y no cuentan con protecciones solares, excepto los que se encuentran bajo galerías (figura 2).



Figura 2. Imagen y plantas de arquitectura de las viviendas de quincha casos 1 y 2

#### 4.3. Comportamiento térmico de los casos 1 y 2, en régimen dinámico

Para la evaluación de las viviendas en régimen dinámico, se procedió a realizar un registro de las temperaturas exteriores e interiores en período estival durante 10 días en ambos casos, y en condiciones de uso y normal funcionamiento. En la vivienda C1 se llevó adelante entre los días 7 y 17 de diciembre, mientras que en C2 se hizo a continuación, entre los días 18 y 28 de diciembre de 2022. Los registros se realizaron mediante termohigrómetros dataloggers marca HOBO, ubicando los sensores en el centro de las cocinas-comedores y del dormitorio principal en cada casa, mientras que al exterior se colocó otro en el sector semicubierto correspondiente a las galerías. Se sistematizaron también los horarios de apertura y cierre de las carpinterías, registrados por los usuarios en planillas, con el objetivo de tener una mejor interpretación del comportamiento térmico de la casa durante los días medidos. Los resultados de ambos monitoreos se muestran en la figura 3, donde se superpone el rango de confort de verano según Givonni (1969), establecido entre los 20 y 28°C.

Se seleccionaron seis días representativos del monitoreo realizado en cada vivienda. Para el caso C1, se observan cinco días que tuvieron altos índices de radiación, en los que la temperatura máxima media entre estos fue de 44,6 °C, mientras que hubo un día de lluvia en el que la temperatura máxima descendió a unos 27,03 °C, el 10 de diciembre. Este resulta un día atípico en la serie. En general, la temperatura media exterior entre las medias diarias de los días típicos es de 35,03 °C mientras que, en el interior el local cocina presenta una media de 33,45 °C, apenas inferior a la observada en el exterior, este comportamiento regular se atribuye que es por no refrigerarse. A su vez, mientras las amplitudes térmicas exteriores varían entre 15 y 22 °C, en el interior no superan los 5,5 °C. Todos los días están por arriba de la zona de confort, salvo algunas horas durante la noche. Por otro lado, las temperaturas registradas durante el monitoreo realizado en la vivienda C2 resultaron algo más benignas, ya que la temperatura máxima media observada en la serie fue de 38,13 °C, casi siete grados menos que en C1, y una temperatura media de 29,64 °C. Así y todo, salvo el primer día y parte del segundo, donde las temperaturas interiores se encontraron dentro del rango de confort, el resto de la serie se desarrolló por completo por arriba de los 28 °C con lo cual las temperaturas interiores en las viviendas fueron deficientes, siendo la temperatura media interior la de los tres días más cálidos entre 29,27 °C y 30,53 °C. Sin embargo, respecto a la amplitud térmica interna, se observa un comportamiento aceptable: si bien el día más crítico fue el 20/12, donde la amplitud térmica exterior llega a los 20 °C y en, en general interior no se observa una alternancia de más de 5 °C.

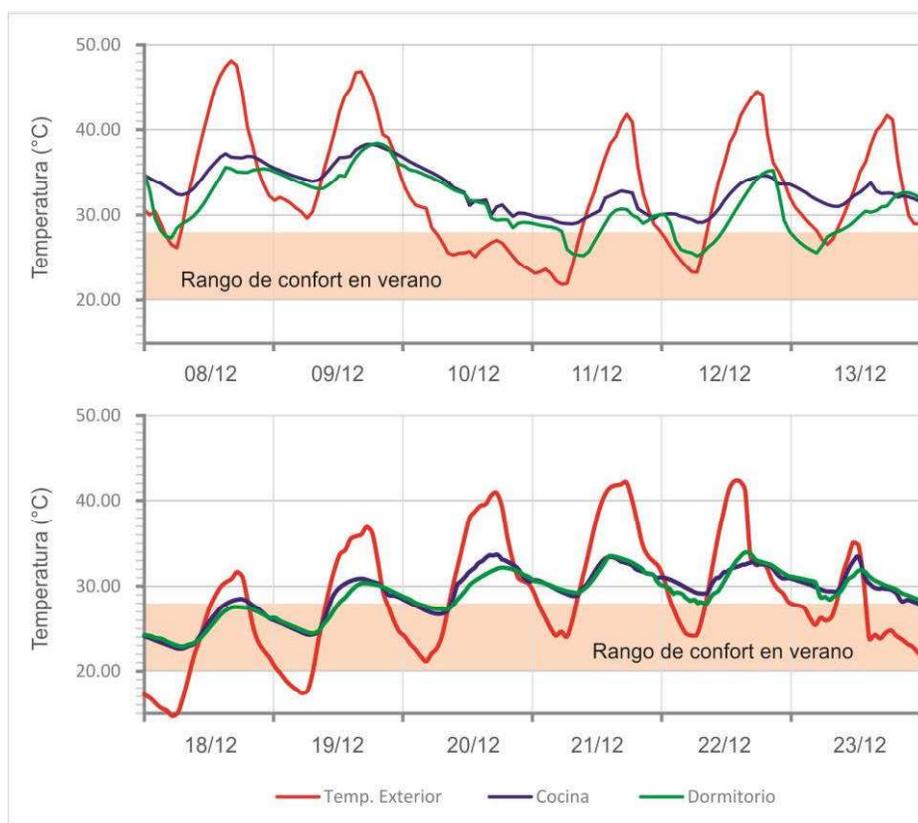


Figura 3. Curvas resultantes de las temperaturas medidas en períodos verano de C1 y C2

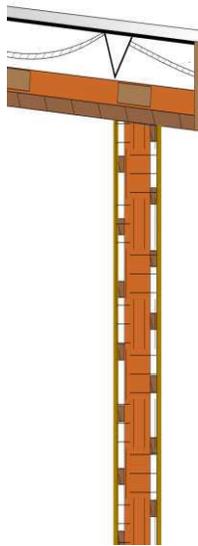
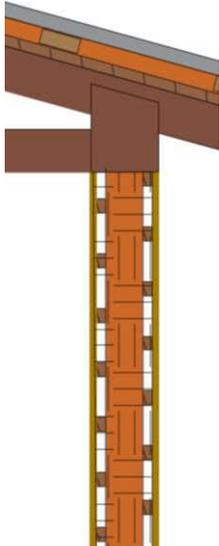
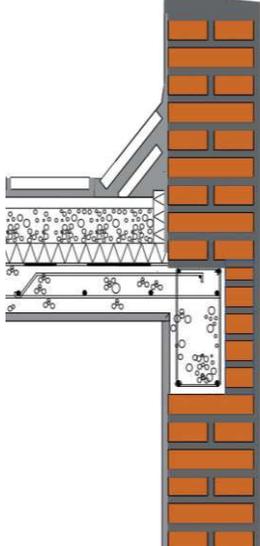
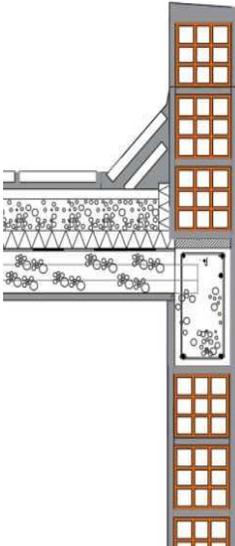
#### 4.4. Comportamiento térmico de los casos en régimen estacionario

Seguidamente, para determinar el comportamiento térmico de la vivienda en régimen estacionario se recurre al análisis normativo de IRAM 11601 (2002) y 11605 (1996). En primer lugar, se determinaron los valores de transmitancia térmica (K), de los elementos que definen la envolvente, según las características de los cerramientos horizontal superior y verticales, para la condición de verano. Para determinar el K de muro de quincha, se consideró un coeficiente de conductividad de 0,17 W/mK (Cuitiño et al., 2015); se recurrió a

una fuente bibliográfica para obtener este valor de referencia, ya que en las tablas de propiedades térmicas de los materiales de construcción incorporadas en la IRAM 11601 (2002) no cuenta con datos. Así para las viviendas C1 y C2, se obtuvo los valores de cálculo de transmitancia térmica ( $K_{cal}$ ) de 1,01 y 0,85  $W/m^2K$  cada una, y se contrastaron estos valores con los valores máximos admisibles ( $K_{max adm}$ ), por lo que lo que estos muros, verifican ambos los de niveles de confort higrotérmico medio-B, establecidos por norma IRAM 11900 (2019). Respecto al techo de la vivienda C1, se determinó el valor de 1,24 $W/m^2K$  de transmitancia térmica, mientras que, para el C2 corresponde 1,40  $W/m^2K$ , y siendo que el K máximo admisible de verano es 0,72  $W/m^2K$ , correspondiendo el nivel C, ninguno de los 2 casos llega al mínimo.

Ambas viviendas en esta instancia son comparadas con casos típicos de construcción húmeda tradicional-local, ejecutados con muros y techo masivos, por lo cual se proponen a modo de estudio otras dos alternativas como modelos de referencia: el Caso 1" (C1"), se plantea con idéntica tipo que C1, pero resuelto de mampostería de ladrillo cerámico macizo común (LCMC) con revoque completo en ambas caras de 0,32 m espesor total, y techo de losa de hormigón armado. La última alternativa se denominada Caso 2" (C2"), con el mismo tipo que C2, ejecutada en mampuestos de ladrillo cerámico hueco (LCH) con revoque completo de 0,22 m de espesor y losa alivianada de viguetas pretensada y bovedillas de poliestireno expandido (EPS). Así, en los casos C1" y C2", los cerramientos de techos y muros no verifican el nivel C de mínimo de confort higrotérmico, con excepción de la MLCH. Se concluye que el, el comportamiento térmico de la envolvente, en las viviendas C1 y C2, es óptimo con relación al de los casos C1" y C2", planteados en este apartado, sin embargo, sería viable plantear la rehabilitación energética de los techos a través de la incorporación de mayor espesor de aislación térmica.

Tabla 1. Cálculo y verificación condicional de verano de K (IRAM 11601, 2002)

K verano ( $W/m^2K$ )	CASO 1	CASO 2	CASO 1"	CASO 2"
$K_{CAL CVE}$	1,01	0,85	1,81	1,71
$K_{MAX ADM}$	1,10 Verif. nivel B	1,10 Verif. nivel B	1,80 NO verif. nivel C	1,80 Verif. nivel C
$K_{CAL CHS}$	1,24	1,40	2,24	1,79
$K_{MAX ADM}$	0,72 No verif. nivel C	0,72 NO verif. nivel C	0,72 NO verif. nivel C	0,72 NO verif. nivel C
D E T A L L E S				

Con los datos estimados anteriormente, en segundo lugar, se verifica el grado de aplicación de las recomendaciones de diseño de la IRAM 11603 (2011), utilizando la metodología planteada en la IRAM 11900 (2019, modif.1), para determinar la ponderación de las estrategias pasivas de diseño arquitectónico (EPDA). Con ello, se identifican una serie de parámetros característicos, denominados recursos arquitectónico-constructivos (RAC), que reducirían la demanda de energía y optimizan el confort higrotérmico mediante el acondicionamiento natural del edificio en los períodos de verano e invierno. Las EPDA son 7: la aislación térmica; la inercia térmica; la protección solar; la ventilación natural; la captación solar; la humidificación y el entorno. Los RAC posibles de evaluar incluyen: la aislación térmica de la envolvente, la inercia térmica de los elementos constructivos interiores y exteriores, la protección y la captación solar, la orientación, la forma y el agrupamiento edilicio, la ventilación natural, las características del entorno, entre otros. La relevancia de cada RAC, varía en función de la caracterización climática de la zona que se analiza y su interrelación con el resto de los RAC aplicados (Fernández et al., 2020). La evaluación de los casos 1 y 2, y se realiza contrastándolo cada cual, con un modelo teórico de vivienda.

En la figura 4, se observa que la mayor desventaja que presentan las viviendas de quincha, son la inercia térmica y la falta de protecciones solares con incidencia de apenas 24 y 21 % para el C1 y 29 y 22% para C2, seguidamente los ítems destacados por su menor incidencia la aislación térmica y la captación solar también en ambos casos. En los casos 3 y 4, por las características macizas y pesadas de la envolvente, se evidencia por el contrario mayor inercia y carencia de aislación térmica. Con los datos obtenidos, se valora el nivel total de aprovechamiento de las EPDA, siendo para el C1 del 47,1 %, el C2 un 50,2 %, el C3 43,5 % y para C4 48,5 % del 100% del valor de la vivienda de referencia. Así, se aprecia que en general que los casos de las viviendas ejecutadas con técnica de quincha, a través de los recursos arquitectónicos y constructivos, tienen mayor aprovechamiento de estrategias pasivas, que las casas de construcción tradicional local.

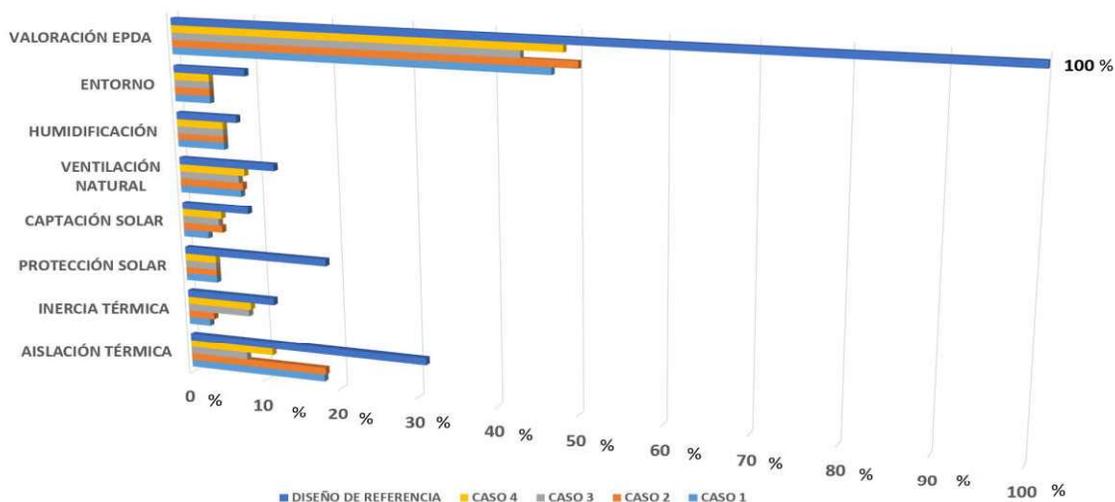


Figura 4. Grado de cumplimiento de recomendaciones de diseño (IRAM 11603, 2011)

#### 4.5. Comportamiento térmico de los casos según modelo cuasi estacionario

Para determinar la eficiencia energética de la vivienda, se utilizó el Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) cuya unidad es el kWh/m<sup>2</sup> año, y se define como el valor característico de la vivienda que representa el requerimiento de energía primaria que tendría la normal utilización de la misma, en el transcurso de un año y por metro cuadrado de superficie útil para satisfacer las necesidades de calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación. Dicho valor, determina la clase de eficiencia energética (EE), es decir la escala de letras desde la "A" hasta la "G", la cual define la Etiqueta de eficiencia energética. Este procedimiento de cálculo es de tipo cuasiestacionario de base mensual; así, cada mes se considera con todos sus días iguales

con temperatura constante asumida como la media del mes, y lo mismo se hace para la radiación solar. Para calcular el IPE se recurrió al aplicativo web Etiquetado de Viviendas (Secretaría de Energía y Ministerio de Economía de la Nación, 2021). Dado que en el aplicativo mencionado, no existe posibilidad de conformar el elemento constructivo quincha, se ha recurrido para su simulación a la composición de un elemento alternativo de construcción tradicional, pero con idéntico, valor de transmitancia térmica para los casos 1 y 2. La tabla 2 ilustra en forma comparativa los resultados obtenidos. Se observa en la primera fila denominada casos bases, que para el C1 se obtuvo 190 kWh/m<sup>2</sup>año, correspondiente a la escala "F" naranja (de eficiencia energética media-baja) y en C2 es de 405 kWh/m<sup>2</sup>año, propio de la escala "G" roja-de menor eficiencia energética. A continuación, en la estimación de los índices de prestaciones energéticas (IPEs) de los casos 1" y 2", los mismos fueron calculados como copia en su arquitectura de los C1 y 2 respectivamente, cambiando la tecnología de la envolvente del tipo liviano al macizo, las particularidades propuestas anteriormente. Así el IPE de C1" resulto de 277 kWh/m<sup>2</sup>año y el de C2" de 418 kWh/m<sup>2</sup>año. Observándose, nuevamente que los IPEs de las viviendas de casos 1 y 2 son menores que las alternativas 1" y 2", por lo tanto, de mayor nivel de eficiencia energética. En la segunda fila de figura 2, se presenta a los casos incluyendo tres estrategias pasivas de diseño arquitectónico (EPDA): cambio de orientación del eje mayor longitudinal corregido en sentido E-O, obteniendo mayor superficie expuesta a orientaciones favorables N-S; 2); mejoramiento de protecciones solares en carpinterías y sombreado fachadas; y rehabilitación energética con incorporación de aislación térmica en techos, llevándolos a nivel A- óptimo de confort higrotérmico (IRAM 11603, 2011). Se evidencia una disminución del IPE del orden del 30% en los todos casos mejorados comparados a los bases, pero solo en las viviendas 1 y 2, se efectiviza el ascenso de clase de EE, subiendo en C1 del nivel E al D, y en C2 del escalafón G al F, mientras que los C1" y C2", se mantienen en clase G.

Tabla 2: Etiquetados de eficiencia energética en función del IPE de los casos analizados.

VIVIENDAS	CASO 1	CASO 2	CASO 1"	CASO 2"
<b>CASOS BASES</b>				
<b>IPE kWh/m<sup>2</sup> año</b>	<b>190 (100 %)</b>	<b>405 (100 %)</b>	<b>277 (100 %)</b>	<b>418 (100%)</b>
<b>Nivel de EE</b>	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>
<b>CASOS MEJORADOS CON EPDA</b>				
<b>IPE kWh/m<sup>2</sup> año</b>	<b>135 (-28,94 %)</b>	<b>265 (-33,33 %)</b>	<b>187 (-32,49 %)</b>	<b>310 (-25,83 %)</b>
<b>Nivel de EE</b>	<b>D</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>G</b>

## 5 CONSIDERACIONES FINALES

Las casas ejecutadas con técnica de quincha fueron analizadas en período de verano, en regímenes dinámico, estacionario y cuasiestacionario. Los resultados generales de los distintos procedimientos de estimación de los balances energéticos realizados demostraron un comportamiento térmico aceptable. Respecto a los monitoreos realizados, solo en días críticos con temperaturas exteriores máximas medias de 45 °C, las temperaturas interiores se mantienen fuera de la zona de confort, evidenciando la necesidad de introducir mejoras,

con relación a estrategias pasivas mediante el empleo de recursos de diseño arquitectónico y constructivo. Los niveles de eficiencia energética se observan también moderados en las etiquetas generadas, donde los altos valores de IPE determinan clases o niveles bajos de EE. Al mismo tiempo se buscó comparar los niveles de EE de los casos de bioconstrucción con casos resueltos con las técnicas más utilizadas localmente, evidenciando que las alternativas en tierra y de techos livianos, tienen un mejor desempeño térmico-energético.

La evaluación en régimen estacionario de los cerramientos livianos, correspondiendo a los casos 1 y 2, arrojó que los techos no cumplen con el mínimo admisible; sin embargo, los cerramientos verticales sí alcanzan el nivel “medio-B”. En cambio, en los cerramientos del tipo macizo de los casos 1” y 2”, tomados para contrastar sus comportamientos con los anteriores, las transmitancias térmicas resultaron superiores, tanto en los muros como en los techos, y no cumplen el nivel C- mínimo de confort higrotérmico.

Por lo expresado hasta aquí, se considera a la técnica de la quincha como apropiada para la provincia, por su mejor desempeño respecto a las técnicas dominantes, como el ladrillo cerámico macizo o hueco. Al mismo tiempo, se recomienda enfáticamente un estudio más riguroso sobre la incorporación de las aislaciones térmicas en los techos livianos, principal elemento constructivo responsable del intercambio térmico con el ambiente.

Se espera seguir profundizando esta línea de estudio, en futuras publicaciones respecto al desempeño térmico-energético de estos casos en invierno, y mediante el análisis de otras variables, como ser la verificación de riesgo de condensación superficial e intersticial, puente térmico, incorporación de energías renovables en el IPE, entre otras. De esta manera se contribuye a revalorizar la técnica de construcción en tierra en general y específicamente en quincha en Santiago del Estero, por revalorizar los saberes populares y autoconstrucción local, claves para un desarrollo apropiado y sustentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, R.; Carrillo, O.; Broughton, J. (2017). Construcción en quincha liviana. Sistemas constructivos sustentables de reinterpretación patrimonial. Disponible en: <https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/7-Construcci%C3%B3n-en-quincha-liviana-Chile-2019.pdf>

Cevallos, P. (2003). El bahareque en zonas sísmicas. En: Técnicas mixtas de construcción con tierra. Programa CYTED- Sub-programa XIV/Proterra. p. 37-50. [https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/3\\_PP-T%C3%A9cnicas-Mixtas\\_2003.pdf](https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/3_PP-T%C3%A9cnicas-Mixtas_2003.pdf)

Comisión Hábitat Red ProTierra Argentina (2020). Hábitat sustentable en la construcción con tierra. Distintas realidades en Argentina. <http://redprotierra.com.ar/wp-content/uploads/2020/11/INFORME-2020-COMISION-HABITAT-.pdf>

Cuitiño, G.; Esteves, A.; Maldonado, G.; Rotondaro, R. (2015). Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. *Informes de La Construcción*, 67(537), 1–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.082>.

Fernández, A.; Garzón, B.; Elsinger, D. (2020). Incidencias de las estrategias pasivas de diseño arquitectónico en la etiqueta de eficiencia energética en Argentina. *Hábitat Sustentable*, 10(1), 56–67. <https://doi.org/https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.05>

Givoni, B. A. (1969). *Man, climate and architecture*. Elsevier Architectural Science Series.

IRAM 11601 (2002). Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

IRAM 11603.(2011). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

IRAM 11605 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

IRAM 11900 (2017). Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

Köppen, W.; Geiger, R. (1936). Handbuch der klimatologie. In Verlag von Gebruder Borntraeger.

May, J.; Reid, A. (2011). Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales. Arquitectura popular. Barcelona: Blume

ONU (2023). Desafíos globales. Población. In: <https://www.un.org/es/global-issues/population>

Secretaría de Energía y Ministerio de Economía de la Nación (2021). Etiquetado de Viviendas. Fuente: <https://etiquetadoviviendas.mecon.gob.ar/>

Viñuales, G. M. (2007). Tecnología y construcción con tierra. Revista Apuntes, 20(2), 220–231. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8978>

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a las familias Moya Cocco y Baleani, por su buena predisposición en la colaboración para el levantamiento de datos de relevamiento y del registro de temperaturas. A Facundo Moya Cocco ingeniero y bioconstructor, por su asistencia en el manejo del instrumental para lograr los monitoreos higrotérmicos efectuados; y a la estudiante de ingeniería y becaria de investigación CIN Luciana Thomaschewsky, por su colaboración en el ajuste de las planimetrías.

## **AUTORES**

Gabriela Giuliano, arquitecta y doctora en Ciencias en el Área Energías Renovables; Investigadora Asistente CONICET; Gestora y etiquetadora de eficiencia energética. Profesora Adjunta Responsable de Cátedra de Instalaciones I, II y III (FCID-UCSE). Auxiliar Docente en Cátedras de Conocimiento de Edificios y Arquitectura (FCEyT- UNSE). Miembro de Redes ARIUSA, RAUSA, ProFEE, UAGAIS; Autora y coautora de numerosas publicaciones e instancias de formación y capacitaciones para el Hábitat y el Desarrollo Sustentable.

Matías Ortega, arquitecto, especialista en Arquitectura Sustentable. Docente auxiliar en la FAU UNT PPA “Desarrollo, evaluación y transferencia de estrategias y disposiciones arquitectónicas y tecnológicas no convencionales con uso racional y renovable de la energía para la sustentabilidad y salubridad del Hábitat” (\*). Miembro de Red PROTIERRA, APT.

Beatriz Garzón, arquitecta y doctora en Ciencias en el Área Energías Renovables. Especialista en Gerencia y Vinculación Tecnológica. Certificadora Energética, Investigadora Independiente CONICET; Profesora Responsable de Cátedra Garzón de Acondicionamiento Ambiental II e Instalaciones II, FAU, UNT; Autora y responsable de la PPA (\*). Miembro de Redes PROTERRA, ICOMOS, APT, AMBTENC, ASADÉS; Autora y coautora de numerosos proyectos, conferencias, publicaciones e instancias de formación y capacitación para el Hábitat y el Desarrollo Sustentable.