

# Evaluación térmico-energética de una vivienda en tierra ejecutada a través de PRO.CRE.AR.

---

Matías Ortega<sup>1</sup>; Beatriz Garzón<sup>2</sup>

## RESUMEN

El Programa de Crédito Argentino (Pro.Cre.Ar), se caracteriza por permitir la resolución constructiva elegida por el beneficiario para construir su vivienda, posibilitando la adecuación a sus condicionamientos. En este trabajo se evaluará el comportamiento térmico-energético de la Casa García Villar ejecutada con la técnica constructiva tierra alivianada encofrada, pues el usuario reconoce las propiedades respecto a la sustentabilidad que caracteriza a la tierra. Se utilizó la observación para su reconocimiento, y el monitoreo higro-térmico en invierno y el etiquetado energético como instrumentos para su análisis y valoración. Se concluyó que el Pro.Cre.Ar permitió la ejecución de una vivienda que contribuye a la sustentabilidad. Se establecen también recomendaciones de diseño para futuras intervenciones al respecto.

**Palabras clave:** Análisis bioambiental, Etiquetado energético, Monitoreo higro-térmico, Confort higrotérmico, Programa de crédito para la vivienda

## ABSTRACT

*The Argentine Credit Program (Pro. Cre.Ar), is characterized by allowing the constructive resolution chosen by the beneficiary to build his home, enabling adaptation to its conditions. In this work, the thermal-energetic behavior of the García Villar House executed with the light earth constructive technique will be evaluated, since the user recognizes the properties regarding the sustainability that characterizes the earth. Observation was used for its recognition, and the hygro-thermal monitoring in winter and energy labeling as instruments for its analysis and assessment. It was concluded that the Pro.Cre.Ar allowed the execution of a house that contributes to sustainability. Design recommendations are also established for future interventions in this regard.*

**Keywords:** Bioenvironmental analysis, Energy labeling, Hygrothermal monitoring, Hygrothermal comfort, Housing loan program

## INTRODUCCIÓN

### Políticas de vivienda

Desde hace ya algunas décadas, la discusión respecto a la crisis energética global ha venido a traer conciencia sobre el uso racional y eficiente de los recursos ambientales. Al mismo tiempo, la implementación de los cambios necesarios no está exenta de dificultades: la dimensión de la problemática energética tiene múltiples aristas, que interpelan los paradigmas dominantes. Pese a que el ritmo de crecimiento y consumo de recursos no hizo más que crecer de modo exponencial durante todo el siglo XX, grandes sectores sociales siguen en la actualidad privados de lo esencial, como lo es la vivienda. En los estados latinoamericanos, las políticas públicas de vivienda implican recursos económicos importantes para reducir este déficit cuantitativo, aunque falta avanzar de modo decisivo en políticas que atiendan el déficit cualitativo, es decir, sobre los grandes volúmenes energéticos que se consumen para la construcción de éstas (usando los paquetes tecnológicos dominantes), como para lograr las condiciones higrotérmicas interiores que generen confort y bienestar.

Es así que, en Argentina, las políticas de vivienda constituyen modelos constructivos y de producción que influyen en gran medida en la calidad residencial de las viviendas existentes. Entre la diversidad de programas implementados para disminuir el déficit habitacional, el Programa de Crédito Argentino (Pro.Cre.Ar), se caracteriza por permitir la resolución constructiva

elegida por el beneficiario, posibilitando la adecuación a sus condicionamientos económicos y hasta ideológicos, como al contexto de implantación de la vivienda, sirviendo así a la diversidad de estas operatorias.

En la provincia de Tucumán, este programa se observó en las zonas bioambientales IIb y IIIa (IRAM 11603), en la mitad norte de la provincia y, pese a que sus exigencias constructivas pudieron condicionar las decisiones de diseño, supo ser oportunidad sin embargo para construir con técnicas innovadoras. Viviendas ejecutadas usando la técnica cimbra o la tierra alivianada encofrada se hicieron con financiamiento de este programa, cuya metodología de seguimiento de obra permitía resolver las necesidades constructivas (Ortega y Garzón, 2017)

### Construcción en tierra y sustentabilidad

La construcción con tierra y la sustentabilidad están estrechamente vinculadas. Esto se debe al bajo impacto ambiental que tiene esta tecnología respecto a otras usadas convencionalmente y dominantes en el mercado.

### Propósito y objetivos

Se propone evaluar el comportamiento térmico-energético de la Casa García Villar, ejecutada en la provincia argentina de Tucumán, con la técnica constructiva *tierra alivianada encofrada*, pues el diseñador y usuario reconoce las propiedades respecto a la sustentabilidad que caracteriza a la tierra como material de construcción, así como incorpora elementos de un diseño energéticamente eficiente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

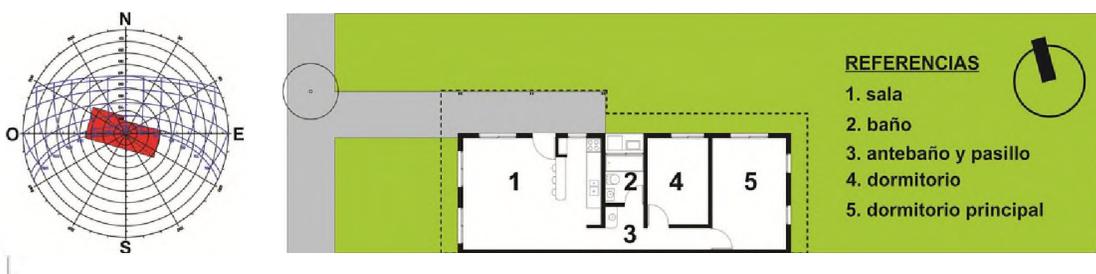
El método seguido en este trabajo es el descriptivo-analítico. La observación directa de la vivienda se complementó con el análisis de su implantación en el terreno y la relación con las orientaciones. Se realizó un monitoreo con dataloggers marca HOBO en la estación de invierno para conocer su comportamiento higro-térmico, y se elaboró una etiqueta de eficiencia energética utilizando el software EtiquEArq (Garzón y Giuliano, 2016), como instrumento para la valoración de la envolvente.

## RESULTADOS

### Caracterización de la vivienda

La casa García Villar se encuentra en la zona bioambiental II, cálida, co-

rrespondiendo a la subzona b, donde las amplitudes térmicas no superan los 14°C (IRAM 11.603). Se dio en llamarla de este modo conforme a su diseñador y usuario, el arquitecto Gonzalo García Villar, quien saliera beneficiado por un crédito Pro.Cre.Ar en el año 2015. Siguiendo su vocación por la arquitectura en tierra, resolvió materializar la vivienda utilizando una técnica constructiva no explorada anteriormente en la provincia: la tierra alivianada encofrada. A su vez, incorporó el diseño bioclimático, disponiendo el eje mayor del volumen rectangular en sentido este-oeste, de modo tal que la casa se abra hacia el norte, con una inclinación NE de 15° por la posición del lote en el que se implanta.



Funcionalmente, la casa dispone de una sala estar-cocina-comedor, un baño y dos dormitorios, siendo una superficie interior de 70 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Se incorporan también sistemas tecnológicos no convencionales para el uso eficiente de los recursos, como una estufa rocket para la calefacción en invierno, un pozo canadiense para la climatización natural y un sistema de recolección de aguas de lluvia para el riego del jardín.

### Influencias de factores externos sobre las estrategias bioclimáticas adoptadas

Cuando se diseñó y construyó la vivienda, las estrategias apropiadas conforme al diagrama de Givoni (según la altura sobre el nivel del mar y las temperaturas medias anuales de la localidad), se cumplían: en invierno, el diagrama exige la calefacción solar pasiva con ganancia de radiación solar sobre el plano norte.



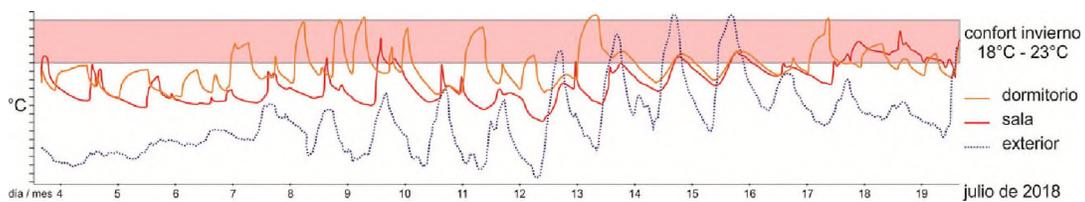
Sin embargo, tiempo después se construyó una casa de dos niveles en el terreno lindero hacia esta orientación, lo que anuló el ingreso de radiación directa en los meses requeridos, aunque el dormitorio principal sí recibe durante las horas de la mañana.

#### Monitoreo invernal

Durante un período de poco más de dos semanas, estuvieron instalados registradores HOBO para monitorear el comporta-

miento higro-térmico, respecto del exterior, de dos locales de la vivienda: la sala (estar-cocina-comedor), ubicada hacia el extremo oeste de la planta, y el dormitorio principal que se ubica en el extremo opuesto.

Puede observarse en las curvas resultantes que las temperaturas medias en el dormitorio (alrededor de  $19^{\circ}\text{C}$ ), son más elevadas que las de la sala, habiendo situaciones de confort pese a las bajas temperaturas exteriores.



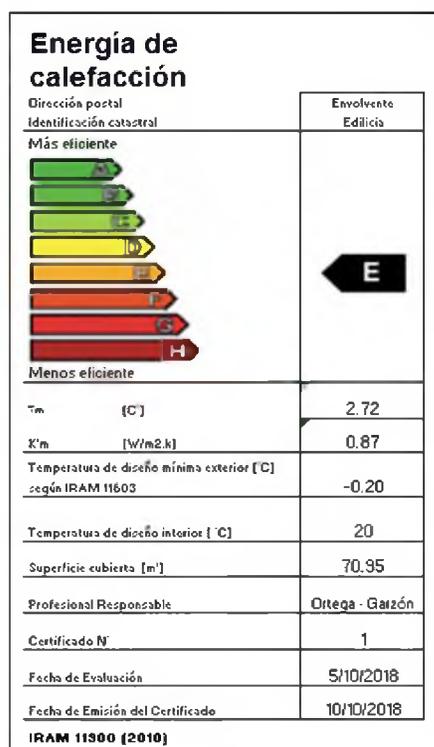
#### Etiquetado energético de la envolvente

Para evaluar el comportamiento energético en invierno desde el etiquetado del edificio, se utilizó el programa EtiquEARq

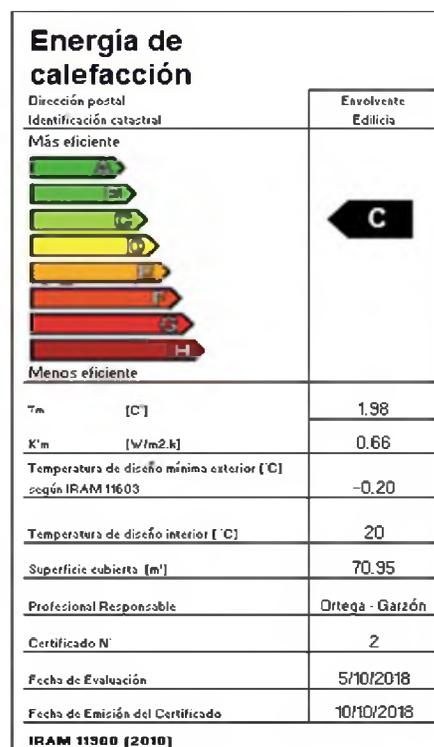
(Garzón y Giuliano, 2016). En él se cargaron los elementos de la envolvente: los muros perimetrales, el techo y las carpinterías. Se estimó una transmitancia térmica  $K$  de los muros (equivalente a  $U$  en la denomi-

nación internacional), de 0,7 W/m<sup>2</sup>.K, considerando una conductividad  $\lambda$  de 0,17 W/m.K para la tierra alivianada (Volhard, 2016). Para el caso de las ventanas, se estimó una transmitancia de 4,55 W/m<sup>2</sup>.K (vidrio simple), y para el techo un valor de 1,04 W/m<sup>2</sup>.K, cuyos componentes son: un envigado de madera, un cielorraso-aislante de tierra alivianada y una cubierta final de chapa galvanizada, haciendo de barrera hidrófuga. El programa calcula la transmitancia térmica media ponderada ( $K'm$ ), y la variación media ponderada de temperatura

( $T_m$ ). Estos valores se observan en la etiqueta resultante y definen la categoría. Se observó un comportamiento regular, clasificando en un nivel E de eficiencia energética, según Tabla 1 de NORMA IRAM 11.900 (2010). Se propone aquí algunas correcciones, como reforzar la aislación térmica en el techo, agregando una aislación de fibra de cáñamo de tres centímetros de espesor (0,041 W/m.K), y dvh en todas las ventanas (2,88 W/m.K); la etiqueta se corrige al tercer escalafón o nivel C, dentro del grupo de mayor eficiencia.



Condición existente:  
Nivel E



Incorporando propuestas de mejora:  
Nivel C

## DISCUSIÓN

Se entiende que la vivienda colindante atenta contra el buen rendimiento de la envolvente, puesto que obstruye buena parte de la radiación que incidiría sobre el frente norte, tanto en los muros que acumularían calor como en las ventanas que permitirían el ingreso directo a los locales. Esto se observa claramente en las curvas del monitoreo, donde la sala tiene un menor rendimiento en sus condiciones interiores que el dormitorio debido a que, a medida que el sol avanza sobre el cielo, la vivienda colindante proyecta su sombra sobre la casa García en los locales dispuestos hacia el oeste, mientras que el dormitorio (en el extremo este de la planta), sí llega a recibir radiación directa, logrando mejores niveles de habitabilidad.

## CONCLUSIONES

Se concluyó que el Pro.Cre.Ar permitió la resolución constructiva de una vivienda que busca generar espacios con confort interior liberando bajos niveles de emisiones de efecto invernadero para contribuir a la sustentabilidad, a la vez que pueden incorporarse recomendaciones de mejora para un mejor desenvolvimiento higrotérmico. Como se observa, es conveniente que las normativas locales realicen recomendaciones que permitan aplicar las estrategias de diseño bioclimático y que aseguren que el crecimiento o las intervenciones en el contexto inmediato no afecten a aquellas estrategias que se adoptaron.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece aquí especialmente al arquitecto Gonzalo García Villar y a su compañera Ana Darelli por abrirnos las puertas de su casa y colaborar generosamente con la dinámica de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Garzón, B.; Giuliano G. (2016). *EtiquEArq: Programa de Cálculo del Etiquetado de Edificios. Determinación del Nivel de Eficiencia Energética de Calefacción según normas IRAM 11.900. Obra Inscripta en DNDA. Formulario N° 16.441. CABA.*
- IRAM 11.603. *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.*
- Ortega, M.; Garzón, B. (2017). *Construcción con tierra y sustentabilidad en Tucumán, Argentina. Su análisis desde las políticas públicas de vivienda. En 17° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT). La Paz, Bolivia.*
- Volhard, F. (2016). *Construire en Terre Allégée. Actes Sud. Portugal.*