

## EVALUACIÓN HIGROTÉRMICA EN VIVIENDAS SOCIALES DE MADERA EN OBERÁ, MISIONES. SITUACIÓN DE INVIERNO.

**Brázzola, Carlos Rubén<sup>(1)</sup>; Celano, Jorge Alberto<sup>(2)</sup>; Cañete, Joaquín Carmelo<sup>(3)</sup>**

(1) UNaM, Facultad de Ingeniería, [brazzola@fio.unam.edu.ar](mailto:brazzola@fio.unam.edu.ar)

(2) IPRODHA, [arquicel@yahoo.com.ar](mailto:arquicel@yahoo.com.ar)

(3) UNaM, Facultad de Ingeniería, [joaquincañete@gmail.com](mailto:joaquincañete@gmail.com)

### **Resumen**

*Se ha observado en los últimos años un importante aumento en la financiación del estado provincial para la construcción de viviendas de madera, como política de apoyo al sector forestal ya que este material compone una de las principales industrias de la región. El presente trabajo expone los primeros avances obtenidos a partir de la investigación sobre el comportamiento higrotérmico en viviendas sociales de madera en la Provincia de Misiones, Argentina. Se estudiaron un número reducido de casos en la zona centro del área geográfica elegida para el trabajo de investigación. A las viviendas seleccionadas se le realizaron una auditoría socio-energética detallada, consistente en el relevamiento de las características dimensionales y constructivas, mediciones de condiciones higrotérmicas interiores y exteriores, encuesta sobre equipamiento y formas de uso de los mismos. Se exponen resultados preliminares de la campaña de invierno, y comportamiento higrotérmico de las viviendas. Se discutieron además, actitudes comportamentales de los usuarios.*

**Palabras Clave:** Vivienda de Madera, Confort Higrotérmico.

### **Abstract**

*A significant increase in funding from the provincial government for the construction of wooden houses has been observed in recent years as a support police for the forestry industry, since wood represents one of the main raw materials in the region. The present work shows first advances from research on the hygrothermal behavior of wooden social housing in the province of Misiones, Argentina. We studied a small number of cases in the area of geographical central chosen for the research work. A detailed social energy audit was carried out to the chosen sample which consisted in the survey of dimension and building characteristics, measuring of in-and-out hygrothermal housing conditions and a questionnaire about domestic appliances and their way of use. Preliminary results of the winter campaign of the work, and housing hygrothermal behavior are presented. In addition, users' behavioral attitudes are discusses.*

**Keywords:** Wooden housing, hygrothermal comfort.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los estudios se orientaron a verificar y profundizar conocimientos relacionados con el comportamiento higrotérmico en viviendas de madera de producción estatal, con la definida intención a mediano plazo de propender a un diseño arquitectónico ambientalmente adecuado y su transferencia al medio. Todo ello con el fin último de elevar la calidad de vida de sus ocupantes.

La ciudad de Oberá posee 40333 habitantes ( lat: -27.48; long: -55.13; asnm: 300 m) ubicada en el epicentro de Misiones y en la que tiene su sede la Facultad de Ingeniería- UNaM.

El clima es de tipo subtropical con estación húmeda, catalogada tipo Ib por la Norma IRAM

11603 como muy cálido húmedo. Posee veranos que pueden alcanzar temperaturas máximas medias de 33,2°C e inviernos con temperaturas mínimas de 14,7°C. La humedad relativa es superior al 70% todo el año y la velocidad del viento muy baja. En función de esto se estudia como responden las viviendas al clima para posteriormente proponer mejoras y verificar nuevos comportamientos mediante simulación numérica. En la Figura 1 se representan las características climáticas según el modelo Givoni.

Figura 1: Características climáticas según modelo Givoni, de Oberá, Misiones, Argentina.

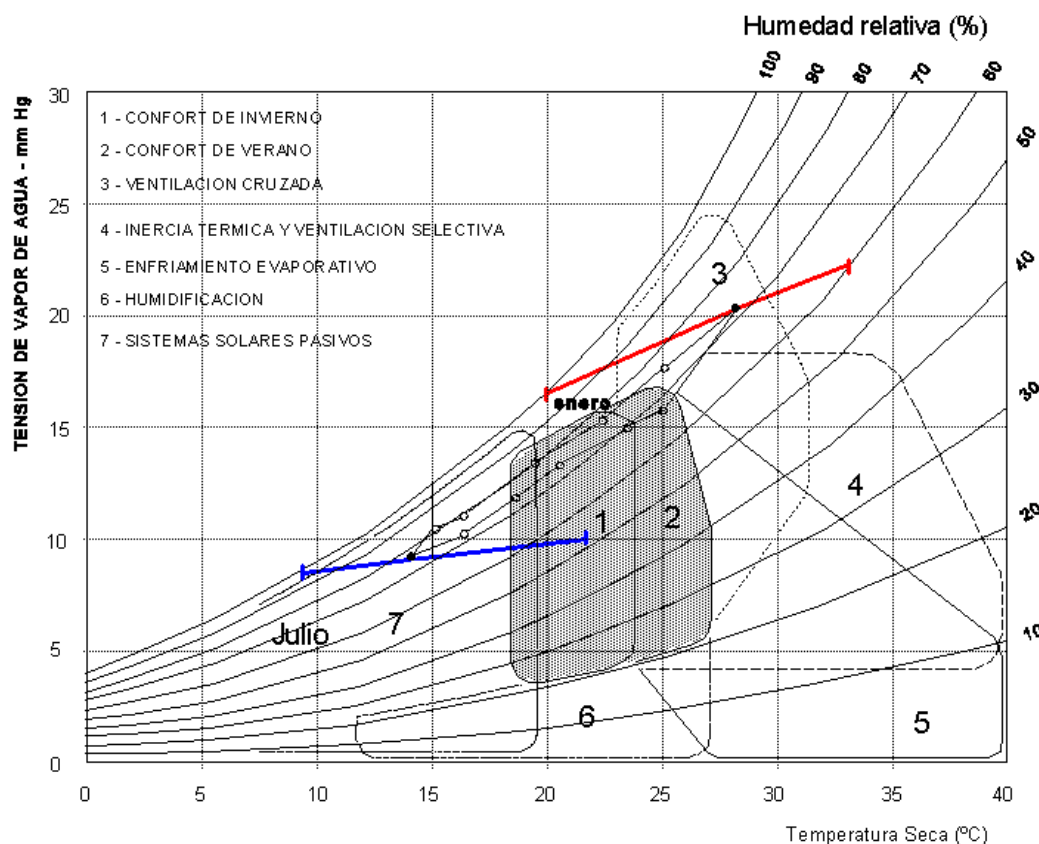
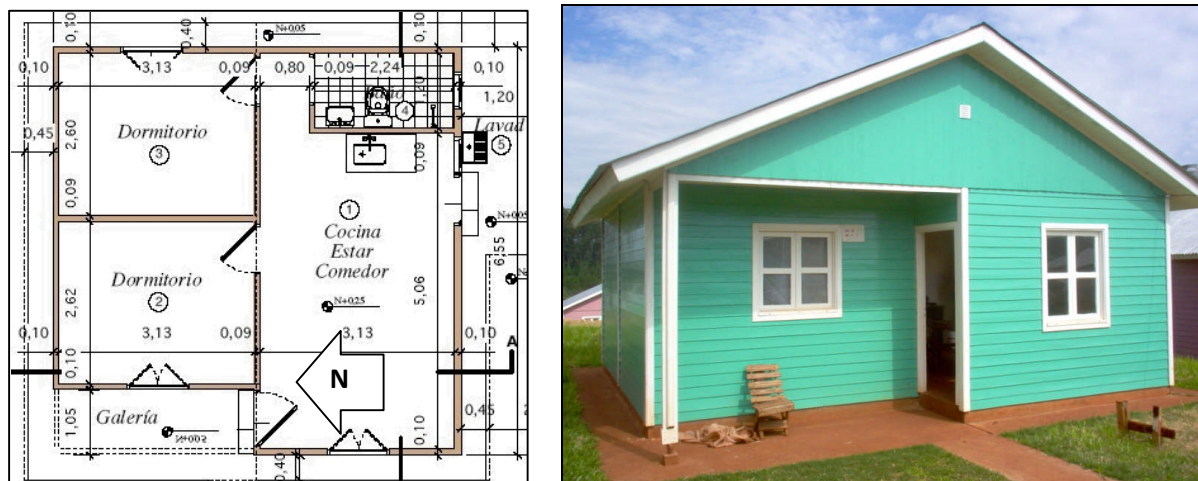


Tabla 1: Resumen de datos climáticos de Oberá, Misiones, Argentina

Estación	tmed °C	Tmáx med °C	Tmín med °C	HR %	Temp Diseño IRAM 11603 °C	VV km/h	Nubosidad media 0-8	Precipitación media y total mm
Verano	25,7	33,2	19,4	73	37.7	5	4,0	161
Invierno	14,7	21,5	9,0	83	5.5	5	4,9	173
Anual	20,3	27,4	14,1	76	---	6	4,0	1782

En función de los objetivos del proyecto, la muestra adoptada debió representar a usuarios que habiten en viviendas construidas a partir de planes sociales, con niveles regulares de consumo energético. En consecuencia se trabajó en un barrio de 29 viviendas de madera, tipo de operatoria denominado “Programa *Solidaridad Habitacional*”, financiadas por el IPRODHA (Instituto Provincial de Desarrollo Habitacional), cuya construcción finalizó en el año 2006. Se realizaron un total de 10 auditorías entre globales y detalladas.

Figura 2- Planta y fachada de vivienda en estudio.



Los prototipos tienen los paramentos exteriores constituidos por bastidores formados por travesaños y parantes, refuerzos diagonales y horizontales, antepechos y dinteles de  $1\frac{1}{2}$  " x 3" (35 mm x 70 mm), de madera dura, semidura o Pino Elliotis secado artificialmente en horno al 15 % e impregnado con sales C.C.A en autoclave por vacío y presión con  $6,4 \text{ kg} / \text{m}^3$  según Normas IRAM 9.600 y secadas nuevamente al 15 % Revestimiento exterior compuesto por machimbre tipo Frente Inglés o Americano, de 1" de espesor (20 mm cepillado) por 5" de ancho (120 mm cepillado), de maderas de Pino Resinoso. Revestimiento interior: machimbre de pino de  $\frac{1}{2}$ " x 4" (10 mm espesor mínimo). Con aislación higrotérmica de 38mm en lana de vidrio con papel kraft, y cámara de aire. Todas las viviendas son de planta baja. Poseen aberturas de madera sin protecciones exteriores en las ventanas. Cubierta de techos de chapa ondulada N° 25 aluminio-zinc con aislación higrotérmica de 38mm en lana de vidrio con papel kraft, y cámara de aire, cielorraso de machimbre de pino de  $\frac{1}{2}$ " x 4". El total de las viviendas de la muestra no presenta ampliaciones o modificaciones internas desde su entrega (Figura 2).

## 2. MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

Como criterio para la toma de datos se adoptó la decisión de instalar los adquisidores de datos (Hobo Data Loggers) en los espacios: Estar-Comedor-Cocina, Dormitorio y Exterior (Figura 3).

El relevamiento higrotérmico se efectuó durante siete días corridos en las viviendas, siguiendo la metodología y protocolo de mediciones de la FAU-UNLP, comenzando un día jueves con la intención de que el fin de semana quede en la mitad del período de relevamiento.

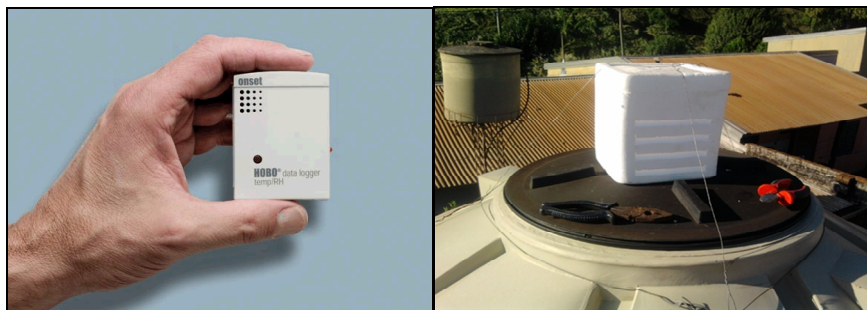
Se auditaron viviendas que mantenían su configuración original, es decir, que no hubieran sufrido ampliaciones o modificaciones y que tuvieran más de un año de habitadas.

En todos los casos se utilizó un lugar dentro del barrio para la toma de los datos exteriores, cuidando que quedara al abrigo de la radiación solar directa y de las lluvias, y con escasa captación de radiación de los elementos circundantes.

El motivo de este procedimiento es la discordancia observada respecto a los datos emitidos por la delegación local del Servicio Nacional Meteorológico, diferencia que llegó a los  $5^{\circ}\text{C}$  en algunos casos. Se estima que esto ocurre debido a que la Estación Meteorológica de referencia

está situada en el centro de la ciudad, caracterizada por una importante urbanización.

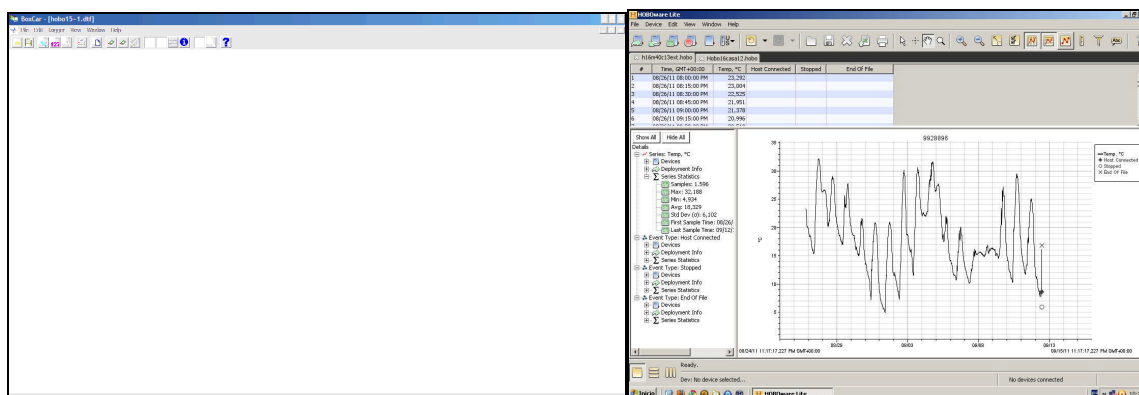
Figura 3- Instrumental utilizado y resguardo meteorológico para toma de datos exteriores.



Mientras que los barrios que nos ocupan en el presente trabajo están en zonas más bien suburbanas, rodeados de una espesa vegetación (monte), lo cual crea un microclima que se diferencia al del centro de la ciudad.

En cuanto al instrumental de procesamiento de la información se utilizó el “BoxCarPro 3.01” y “Hoboware” para los datos generados por los Hobo's, y el “Psiconf 1.1” para los diagramas de confort.

Figura 4-Programas para la interpretación de registros de dataloggers. BoxCarPro 3.01 (izq.) y Hoboware (der).



Las auditorías socio-energéticas fueron realizadas mediante planillas generadas por equipos de investigación de la UNLP, las cuales permiten un tratamiento estadístico.

Figura 5-Planilla modelo utilizada para la auditoría socio-energética.

Facultad de Ingeniería									
Proyecto: Evaluación del Comfort Higrimétrico en Viviendas Sociales de Montaña en la Provincia de Misiones									
Director: Ing. Carlos Rubén Brizzola									
<b>3. CANTIDAD DE LÁMPARAS</b>									
AMBIENTE	LÁMPARAS		POTENCIA	HSIDA	HSIDA	AMBIENTE	LÁMPARAS		POTENCIA
	TIPO	CANT.	PRENDE (W)	INV.	VERANO		TIPO	CANT.	PRENDE (W)
a. Living/Comedor						f. Dormitorio 3			
b. Cocina						g. Otr			
c. Baño						h. Otr			
d. Dormitorio 1						i. Otr			
e. Dormitorio 2						j. Exterior			
Leyenda: A-Incandescente B-Fluorescente C-Baja consumo D-Halógena E-Domica F-Otr (especificar)									
<b>4. OPINIÓN SOBRE LA LUMINOSIDAD DE LA VIVIENDA (LÍZ NATURAL)</b>									
Esos	Cocina	Comedor	Dormitorio 1	Dormitorio 2	Dormitorio 3	Otr	Otr		
1-Muy luminosa 2-Más luminosa que normal 3-Más oscura que luminosa 4-Muy Oscura									
<b>5. OPINIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA VIVIENDA EN INVIERNO</b>									
1. Para qué la vivienda es...		2. ¿Colocó Bariles o protecciones en puertas y ventanas?		3. ¿Ventiló la vivienda en invierno?		4. ¿Acostumbra dejar abierta una ventana, batarlo o ventilar?		5. ¿A que hora enciende y apaga la calefacción?	
1-Muy frío 2-Más frío que cómodo 3-Más cómodo que frío 4-Muy cómodo		1-Todos 2-Algunos (cuantos?) 3-Ninguno		Indice Horario					
1.1 ¿Por qué le parece que es así?									

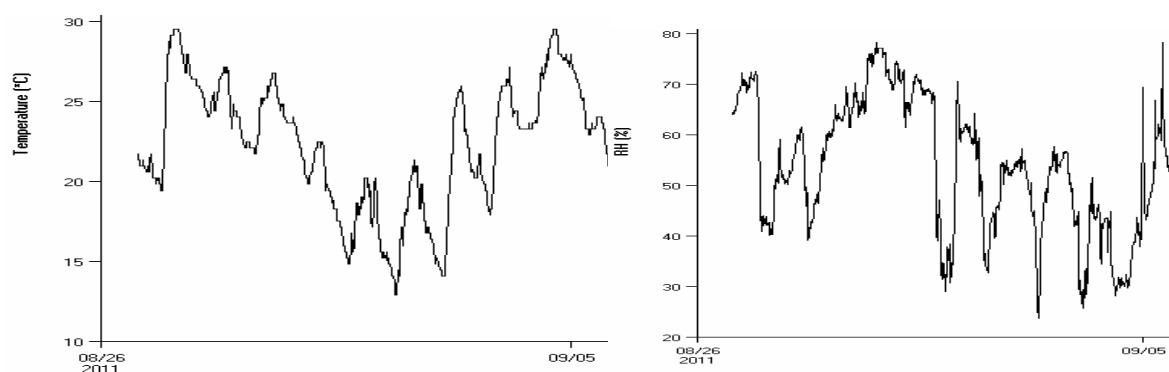


### 3. RESULTADOS

De las 29 viviendas del barrio seleccionado, únicamente 10 cumplían con los requisitos protocolares para ser utilizadas como casos de estudio, principalmente por haber sufrido modificaciones arquitectónicas como refacciones y/o ampliaciones. De las diez casas donde se relevaron datos de las variables ambientales temperatura y humedad relativa, cuatro fueron desechados por errores en el manipuleo del instrumental por parte de los habitantes.

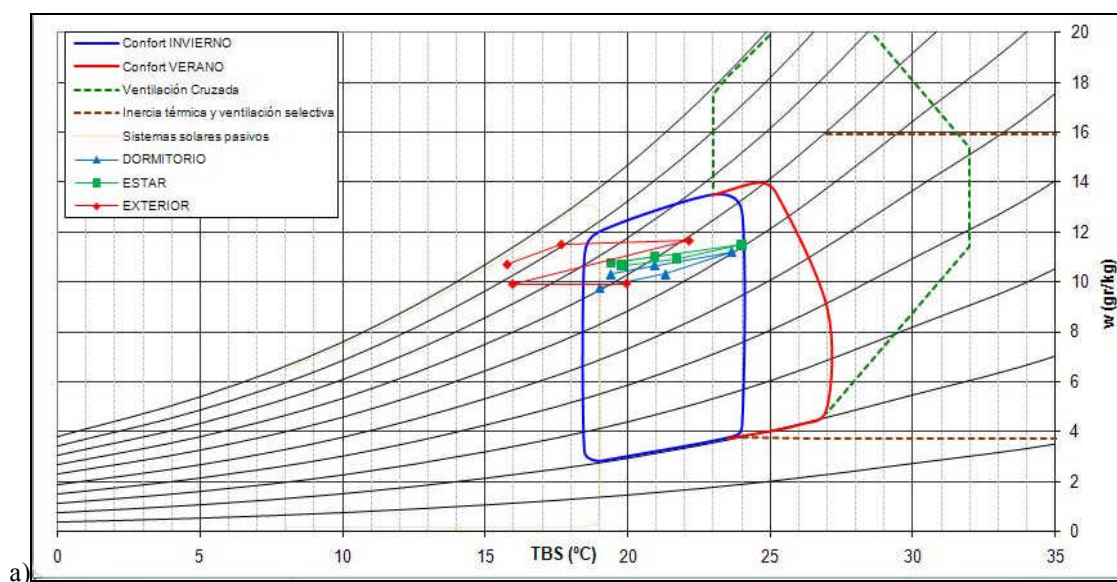
La figura 6 muestra los datos registrados por un adquisidor en uno de los casos de estudio (Estar-comedor). Los datos fueron luego exportados al programa Psiconf 1.0 (Czajkowski, J. D.), para su análisis dentro del diagrama de confort de Givoni.

Figura 6: Datos de temperatura y humedad relativa, registrados en interior de uno de los casos de estudio (Estar-comedor).



La Figura 7 muestra el comportamiento higrotérmico para 5 de los 6 casos de estudio, donde se observaron temperaturas exteriores que se ubican levemente por debajo de la zona de confort, mediante el modelo bioclimático de Givoni, utilizando la planilla PSICONF, versión 1.0. La variación higrotérmica del clima interior y exterior se indican con polilíneas de diferentes colores, donde el modelo muestra que se obtiene confort interior en todo el período estudiado. Las polilíneas corresponden a las temperaturas mínimas registradas.

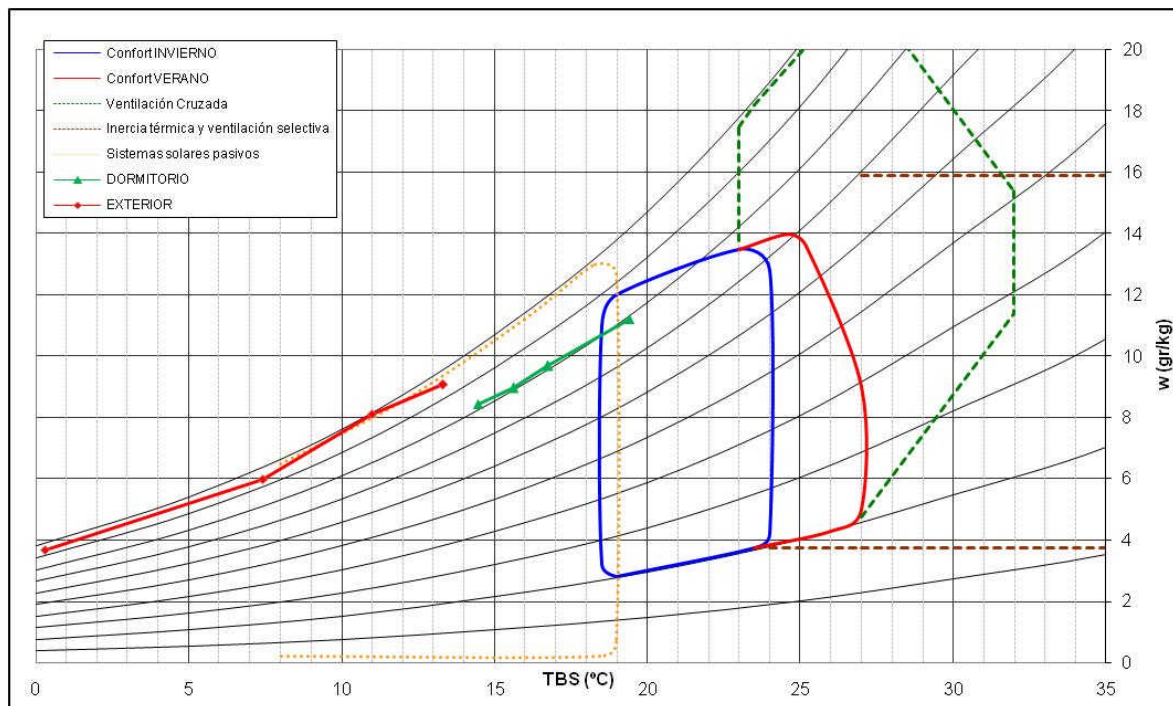
Figura 7: Confort higrotérmico de viviendas auditadas contrastando interior – exterior. Oberá, Mnes., Arg.. (Diagrama Givoni). Psiconf 1.0.



En la Figura 8 se analiza el comportamiento higrotérmico para un caso de estudio donde se observaron las temperaturas exteriores más bajas. El modelo muestra que es posible obtener

confort con radiación solar o sistemas solares pasivos. Las polilíneas corresponden a las temperaturas mínimas registradas.

Figura 8: Confort higrotérmico de viviendas auditadas contrastando interior – exterior. Oberá, Mnes., Arg.. (Diagrama Givoni). Psiconf 1.0.



Del análisis surge que la respuesta de la vivienda de interés social ocupada, donde no hay climatización nocturna, es altamente inadecuada para el caso de temperaturas exteriores muy bajas (0-10°C), ya que las temperaturas mínimas en toda la semana de medición, con excepción de un día, se encuentran por debajo de la zona de confort.

De las encuestas socio-energéticas surgen datos sobre la interferencia de los usuarios en los resultados obtenidos. Los habitantes manifiestan en la totalidad de los casos de estudio, mantener las aberturas (puertas y ventanas), cerradas durante todo el día. Además todos utilizan algún equipamiento para la generación de calor (estufas con resistencia eléctrica: 60%; cocinas a leña: 20%; ambos: 20%). También el 80% de los usuarios manifiesta que la vivienda es confortable durante el período invernal, y el 20% restante la percibe fría.

#### 4. CONCLUSIONES

Del trabajo realizado podemos deducir que la tipología de vivienda analizada, sin equipamiento para generar calor, y con la forma de intervención de sus usuarios, no responden adecuadamente para las variables de diseño exterior para Oberá en invierno: Temperatura: 6°C; humedad relativa: 73% (Norma IRAM 11603: 1996).

Para temperaturas exteriores superiores a las de diseño, pero por debajo de las temperaturas de confort (10 a 15°C), las viviendas muestran un confort higrotérmico interno aceptable, tal como lo demuestra el análisis de los datos y lo ratifican los usuarios manifestando que las viviendas mantienen un clima confortable durante la estación invernal.

La mayor superficie envolvente expuesta al exterior, puede colocar en desventaja esta tipología edilicia respecto a otras tipologías donde se construyen dos viviendas juntas,

divididas por una pared de mampostería de ladrillos cerámicos comunes.

Por último se aprecia un adecuado uso de la vivienda por parte de los usuarios, para la situación invernal.

## 5. REFERENCIAS

CZAJKOWSKI J. Y GÓMEZ A. **Diseño bioclimático y economía energética edilicia**. Colección de cátedra. Universidad Nacional de La Plata, pp. 158. RPI N° 362031. 1994.

CZAJKOWSKI, J. D. **Programa PSICONF**, versión 1.0.

IPRODHA: Programa Federal de Solidaridad Habitacional, Pliego de especificaciones técnicas, 2000.

GUILLERMO YÁNEZ PAJARERA. **Energía Solar, Edificación y Clima**. Tomo I y II, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, 1982.

JEAN-LOUIS IZARD, ALAIN GUYOT. **Arquitectura Bioclimática**, Ediciones G. Gili, 1983.

GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture**. Elsevier Publishing Company Limited. England.1969.