



## EVALUACIÓN POST-OCUPACIÓN EN VIVIENDAS ECONÓMICAS. COMPORTAMIENTO DE INVIERNO EN CLIMA MUY CÁLIDO HÚMEDO

**Brazzola Carlos Rubén<sup>(1)</sup>, Czajkowski Jorge Daniel<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, UNAM. Juan Manuel de Rosas 325 (3360) Oberá, Misiones, Argentina. E-mail: brazzola@fiobera.unam.edu.ar

<sup>(2)</sup> Cátedra Instalaciones, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. Calle 47 N° 162. (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. Investigador CONICET. E-mail: czajko@ing.unlp.edu.ar

### RESUMEN

La Provincia de Misiones, Argentina, cuenta con un importante parque habitacional de fomento estatal. Esto debido a varias causas entre las que podemos mencionar un alto índice de crecimiento demográfico y más del 60% de la población de bajos recursos. Se realizaron mediciones de confort higrotérmico en una decena de casos de viviendas de interés social a fin de conocer su comportamiento. Se utilizó la metodología y protocolo de mediciones de la UI2-IDEHAB-FAU-UNLP con instrumental y personal de la FI-UNaM. Se exponen los resultados de la campaña de mediciones en el período frío, se discuten actitudes comportamentales de los usuarios y se proponen alternativas de mejoramiento en el diseño de costo cero.

### ABSTRACT

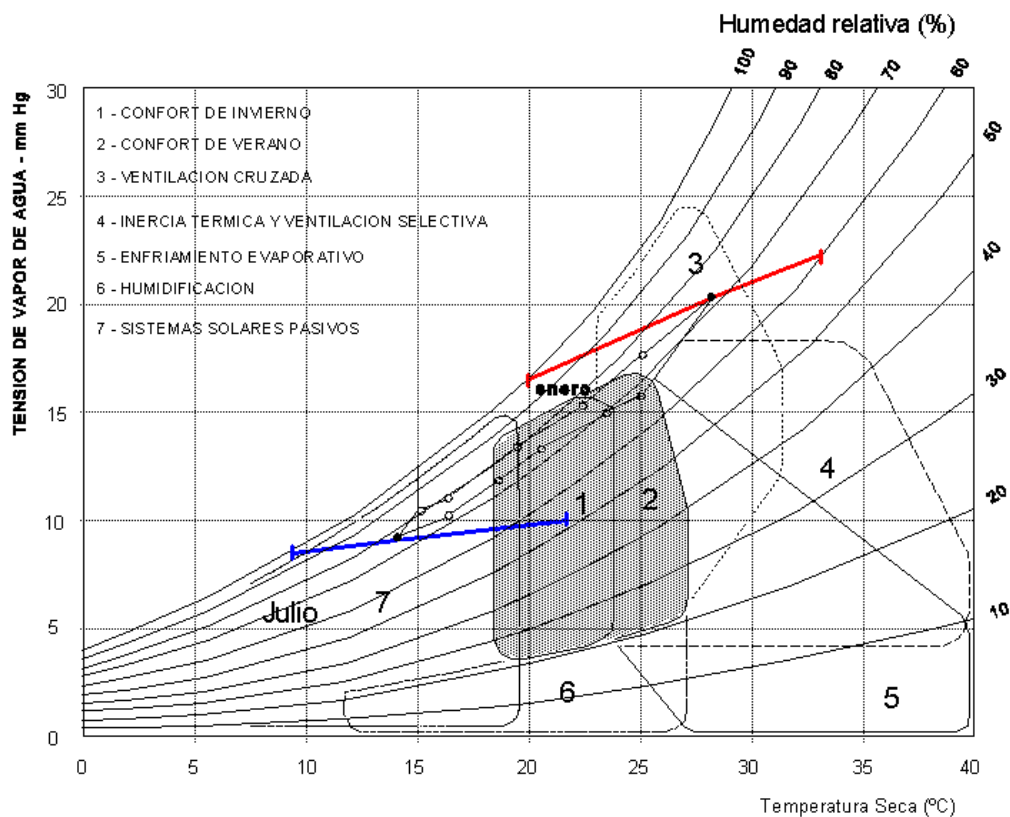
The Misiones provinces, Argentina, counting with an important habitat park of estate foment. This is owing to many causes; among others we can mention a high demographic growth index and more of the 60% of the population with low recourses. Hygrothermic comfort measuring was being realized in ten social interest housing cases in order to know the behavior. The UI2-IDEHAB-FAU-UNLP measuring methodology was use, with FI-UNaM instrumental and human recourses. Results presented are those from the could period research campaign, users behavior attitude was discuss and design improvement alternate was proposed.

### 1. INTRODUCCION

La ciudad de Oberá, con sus 40.333 almas, está situada en el epicentro de la Provincia de Misiones, Argentina (lat: -27,48; long: -55,13), y con una altitud de 300 m respecto al nivel del mar (aproximadamente la altitud promedio de la provincia).

Este trabajo complementa en cierta medida los estudios realizados en el período estival (Czajkowski J. et al; 2005) con el fin de que las alternativas de mejoramiento del diseño sean abarcativas de todo el año.

El clima de referencia, subtropical con estación húmeda, está catalogado como tipo Ib por la Norma IRAM 11603 (muy cálido húmedo). Posee temperaturas mínimas medias de 14,7°C para el período invernal, una humedad relativa superior al 70% y predominio de vientos de baja velocidad (2 m/s). En la Figura 1 se representan las características climáticas según el modelo Givoni.



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

Para el presente trabajo, se continuó auditando dos viviendas evaluadas en el mes de enero del 2005, para de este modo avanzar en el panorama anual del comportamiento higrotérmico de las mismas. Las viviendas mencionadas corresponde al tipo departamento – Bloque bajo, FONAVI, finalizadas a mediados de la década del '80.

## 2. MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

En esta oportunidad, para el relevamiento de datos se trabajó con tres Termohigrómetro marca Luft (Alemania), digital, interno – externo, de máx. y mín., alerta de heladas, más dos Termohigrómetro marca TFA (Alemania), digital, de máx. y mín., con doble display grande, cuatro de los cuales registró datos internos de una vivienda, mientras que el último hacía lo propio en un ambiente exterior, al mismo tiempo.

El relevamiento higrotérmico se efectuó durante siete días corridos en dos viviendas simultáneamente siguiendo la metodología y protocolo de mediciones de la UI2-IDEHAB-FAU-UNLP, comenzando un día miércoles con la intención de que el fin de semana quede a la mitad del relevamiento.

Para la toma de datos se instruyó a un integrante del grupo familiar y se realizaron visitas periódicas de control. En lo posible se trató que sea la misma persona que lo hiciera en la campaña de verano.



**Figura 2: Instrumentos utilizados en la campaña de invierno. Termohigrómetros de máx. y mín.**



**Figura 3: Espacios exteriores del Barrio M. Krause, Oberá, Misiones, Argentina (10/08/05).**



**Figura 4: Espacios Fachada principal de una de las viviendas auditadas para este trabajo del Barrio M. Krause, Oberá, Misiones, Argentina (10/08/05). Obsérvese la tendencia a ejecutar cerramientos en el porche de ingreso.**

### 3. DISCUSIÓN

La Tablas 1 y 2 exponen los datos de las mediciones relevadas en dos de las viviendas auditadas, las que forman parte de un conjunto habitacional conformado por edificios en forma de bloques bajos de tres pisos de altura. Los departamentos, de perímetro rectangular, tienen tres dormitorios, un baño, un lavadero y un estar – comedor que en ambos casos fueron ampliados integrando la superficie correspondiente inicialmente a un porche o patio anterior.

Esto último es una práctica frecuente en las viviendas del barrio. Los muros exteriores están constituidos por ladrillos cerámicos huecos de 0,18 m de espesor y revocados en ambas caras. Ambas viviendas se encuentran en el primer nivel de sus respectivos edificios por lo cual tienen una losa de hormigón armado como techo, con otra vivienda encima. Aberturas de chapa plegada N° 18 con protecciones exteriores en las ventanas. En ambos casos las ampliaciones se ejecutaron mediante cerramientos conformados por marcos de aluminio y vidrios dobles, existiendo cortinas internas livianas.

Las mediciones se realizaron sin inconvenientes, utilizando el lavadero de una de las unidades de análisis para la toma de los datos exteriores, al abrigo de la radiación solar directa y de las lluvias, y con escasa captación de radiación de los elementos circundantes.

**Tabla 1: Resumen de datos higrotérmicos en vivienda 1.**

<b>Instrumento: termohigrómetro OBE 1</b>								
<b>Vivienda: Caballero – B° Krause</b>				<b>Observadores: Caballero/Barraza</b>			<b>Lugar: Estar</b>	
Propiedades	Fecha	Miércoles 10/8	Jueves 11/8	Viernes 12/8	Sábado 13/8	Domingo 14/8	Lunes 15/8	Martes 16/8
Temperatura [°C]	Máxima	17,30	17,70	18,10	23,40	25,70	25,00	28,30
	Medias	15,55	16,35	16,70	20,10	21,85	22,00	24,60
	Mínimas	13,80	15,00	15,30	16,80	18,00	19,00	20,90
Humedad [%]	Máxima	70,00	72,00	74,00	61,00	61,00	71,00	67,00
	Medias	62,00	66,00	61,00	49,00	49,00	59,50	49,00
	Mínimas	54,00	60,00	48,00	37,00	37,00	48,00	31,00

<b>Instrumento: termohigrómetro OBE 2</b>								
<b>Vivienda: Caballero – B° Krause</b>				<b>Observadores: Caballero/Barraza</b>			<b>Lugar: Dormitorio Oeste</b>	
Propiedades	Fecha	Miércoles 10/8	Jueves 11/8	Viernes 12/8	Sábado 13/8	Domingo 14/8	Lunes 15/8	Martes 16/8
Temperatura [°C]	Máxima	17,50	16,80	18,70	20,20	22,60	23,60	24,40
	Medias	15,60	15,70	17,05	18,55	20,65	22,35	23,05
	Mínimas	13,70	14,60	15,40	16,90	18,70	21,10	21,70
Humedad [%]	Máxima	78,00	80,00	80,00	75,00	69,00	79,00	74,00
	Medias	66,50	77,00	71,00	63,00	61,00	71,00	59,00
	Mínimas	55,00	74,00	62,00	51,00	53,00	63,00	44,00

Instrumento: termohigrómetro OBE 3								
Vivienda: Caballero – Bº Krause				Observadores: Caballero/Barraza			Lugar: Exterior	
Propiedades	Fecha	Miércoles 10/8	Jueves 11/8	Viernes 12/8	Sábado 13/8	Domingo 14/8	Lunes 15/8	Martes 16/8
Temperatura [°C]	Máxima	18,30	15,60	20,50	23,00	25,20	25,50	27,70
	Medias	13,00	11,50	14,85	17,35	18,90	19,90	22,45
	Mínimas	7,70	7,40	9,20	11,70	12,60	14,30	17,20
Humedad [%]	Máxima	92,00	88,00	91,00	70,00	79,00	90,00	72,00
	Medias	71,50	75,50	68,00	54,50	59,50	60,00	52,00
	Mínimas	51,00	63,00	45,00	39,00	40,00	30,00	32,00

Tabla 2: Resumen de datos higrotérmicos en vivienda 2.

Instrumento: termohigrómetro OBE 4								
Vivienda: Detke – Bº Krause				Observador: César		Lugar: Dormitorio Este		
Propiedades	Fecha	Miércoles 10/8	Jueves 11/8	Viernes 12/8	Sábado 13/8	Domingo 14/8	Lunes 15/8	Martes 16/8
Temperatura [°C]	Máxima	19,00	18,30	18,80	20,80	23,00	23,40	24,10
	Medias	17,60	17,20	17,50	19,55	21,65	22,05	23,15
	Mínimas	16,20	16,10	16,20	18,30	20,30	20,70	22,20
Humedad [%]	Máxima	69,00	69,00	74,00	71,00	65,00	67,00	64,00
	Medias	62,50	63,50	69,50	64,00	58,00	62,00	56,50
	Mínimas	56,00	58,00	65,00	57,00	51,00	57,00	49,00

Instrumento: termohigrómetro OBE 5								
Vivienda: Detke – Bº Krause				Observador: César		Lugar: Comedor		
Propiedades	Fecha	Miércoles 10/8	Jueves 11/8	Viernes 12/8	Sábado 13/8	Domingo 14/8	Lunes 15/8	Martes 16/8
Temperatura [°C]	Máxima	19,80	19,90	20,50	22,50	24,00	25,00	25,10
	Medias	18,55	18,65	19,10	20,90	22,55	23,75	24,05
	Mínimas	17,30	17,40	17,70	19,30	21,10	22,50	23,00
Humedad [%]	Máxima	69,00	68,00	68,00	7,00	59,00	64,00	61,00
	Medias	61,50	62,00	63,50	30,00	54,00	58,50	54,50
	Mínimas	54,00	56,00	59,00	53,00	49,00	53,00	48,00

En la figura 5 se grafican los valores máximos y mínimos registrados a lo largo de los días de medición. Del análisis de se puede observar que en el día donde la amplitud térmica exterior fue de 11,2 °C, en el interior de la vivienda se experimentó una amplitud térmica de 2,5°C, lo cual pone en evidencia el efecto amortiguador de la masa del edificio.

Pero es interesante como las curvas de temperaturas máximas exterior e interior mantienen una corta separación a lo largo de las mediciones, saliendo de la zona de confort en los primeros días. Con las temperaturas mínimas exterior e interior la situación cambia algo teniéndose una mejor respuesta del edificio. Aún así, la temperatura interior mínima permaneció por debajo del límite de confort la mayoría del tiempo de período de medición.

GRAFICO EN FUNCION DE TEMPERATURAS, EXTERIOR E INTERIOR

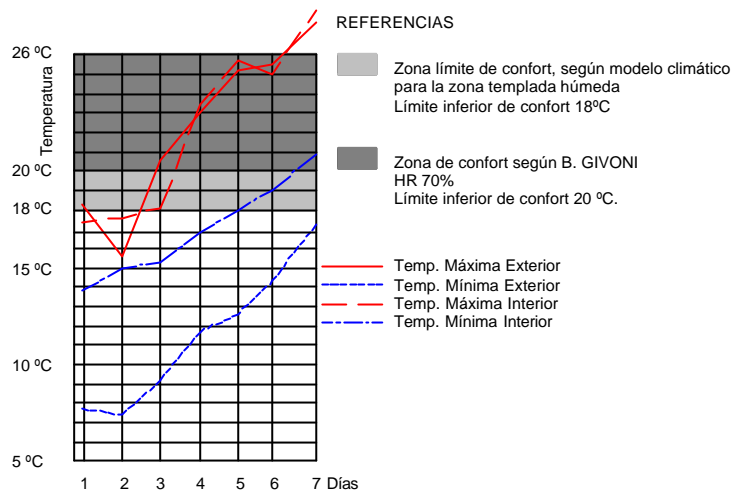


Figura 5: Gráfico elaborado a partir de los datos obtenidos de los termohigrómetros OBE 1 y OBE 2

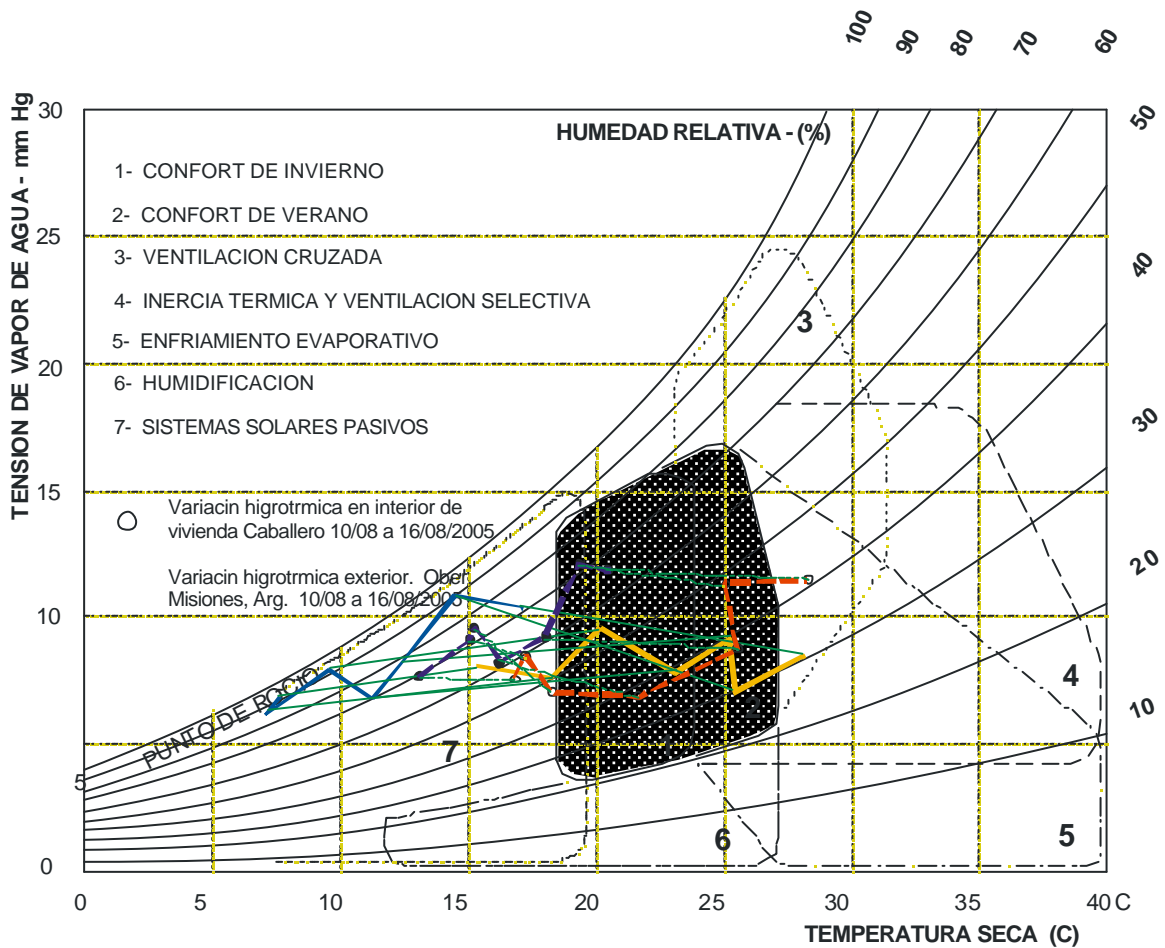


Figura 6: Confort higrotérmico de vivienda auditada contrastando interior – exterior. Oberá, Mnes., Arg. 10 al 16 de Agosto de 2005. (Diagrama Givoni).

La inadecuada respuesta térmica del edificio, respecto al confort, podría deberse a una mala calidad de la envolvente (muros con un  $K = 1,84 \text{ w/m}^2 \cdot \text{K}$ ), mala orientación, entre otros. Ahora bien, en ningún momento se registraron temperaturas exteriores por debajo de la temperatura de diseño según normas IRAM 11603 ( $5,5^\circ\text{C}$ ).

En la Figura 6 se analiza el comportamiento higrotérmico de una de las viviendas mediante el modelo bioclimático de Givoni. Los puntos y líneas de trazo, muestran la variación higrotérmica del clima exterior donde el modelo muestra que es posible obtener confort con radiación solar o sistemas solares pasivos. La respuesta de la vivienda de interés social ocupada donde no hay climatización nocturna es altamente inadecuada ya que las temperaturas mínimas en toda la semana de medición se encuentran por debajo de la zona de confort.

#### 4. CONCLUSIONES

Del trabajo podemos deducir que las viviendas analizadas que en el verano no respondían adecuadamente por poseer un inadecuado aislamiento térmico de la envolvente, escasa o nulas protecciones solares en las aberturas y pobre nivel de ventilación cruzada, en el período frío sucede algo similar.

La zona serrana central de la provincia de Misiones donde se planteó este análisis posee veranos calurosos y prolongados en el tiempo e inviernos que sin ser muy rigurosos poseen durante casi cuatro meses temperaturas medias por debajo del nivel de confort y mínimas que pueden llegar a  $5$  ó  $6^\circ\text{C}$  generando una importante pérdida del calor acumulado durante el día en viviendas con mala calidad térmica.

Con algunas mejoras en la protección de vidriados mediante cortinas pesadas es posible lograr leves mejoras en el confort pero son estrategias que no resultan posibles en grupos familiares que se encuentran en el límite de la pobreza.

Estas mediciones han demostrado resultados que debieran ser tenidos en cuenta por las instituciones responsables de la gestión habitacional en la provincia.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

Czajkowski J, et al. (2003). Comportamiento energético ambiental en viviendas del gran La Plata. En **Avances en energías renovables y medio ambiente**. ISSN 0329-5184

Czajkowski, J. et al. (2003). Evaluación del comportamiento energético en viviendas urbanas auditadas en La Plata, Buenos Aires, Argentina. Actas **Encuentro nacional sobre confort no ambiente construido**, 7, conferencia latino-americana sobre confort e desempenho energético de edificações. Artigo técnico. Curitiba, Brasil, pr. 2003. P. 889-896.

Czajkowski, J. D. (2000). "Desarrollo de un modelo de ahorro de energía en edificios de vivienda y determinación de valores límite de calidad térmica para la Republica Argentina". Revista **Avances en energías renovables y medio ambiente**. ISSN 0329-5184. Volumen 4, Nro 2, pág 01.39

Czajkowski, J; et al (1999) Hacia un modelo de confort integral. Auditorias ambientales en viviendas. En **Avances en energías renovables y medio ambiente**. ISSN 0329-5184. Pág. 08-13. Vol 3. Nro 2.



Czajkowski, J.; et al. (1997) Estrategias bioclimáticas en viviendas de interés social. En **Avances Energías Renovables y Medio Ambiente**. ISSN 0329-5184. Vol 1, No 1. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar. Págs. 137-140.

Czajkowski J y Gómez A. (1994) Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia. Libro publicado por la **Editorial de la Universidad Nacional de La Plata**, colección Cátedra. La Plata. (168 pág.).

Givoni, B. (1969). Man, Climate and Architecture. **Elsevier Publishing Company Limited**. England.

Izard, J L; Guyot, A. (1983). Arquitectura bioclimática. **Edit G. Gili**. México.