

# **CONDICIONES HIGROTÉRMICAS SUPERFICIALES EN ENCUENTROS DE PLANOS VERTICALES Y HORIZONTALES. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO EN VIVIENDAS DE USO PERMANENTE**

**CZAJKOWSKI, Jorge D. (1) ; GENTILE, Carlos (2) ; STANGE, Susana (3) ;  
MORENO, Juan M. (4)**

(1) Arquitecto, Doctorando en Ingeniería, Investigador CONICET, Docente-  
Investigador UNLP, EMail czajko@ing.unlp.edu.ar

(2) Arquitecto, Doctorando en Ingeniería, Docente-Investigador UNLP,  
EMail cgentile@arqui.farulp.unlp.edu.ar

(3) Arquitecta, Docente – Investigador UNLP.

(4) Estudiante Avanzado Ingeniería – UNLP.

Instituto de Estudios del Hábitat, IDEHAB, U.I N° 2, FAU, UNLP. Calle 47 N° 162.CC  
478 (1900) La Plata. Tel-fax: 054 221 4214705/4212331 int 254

## **RESUMEN**

Se presentan resultados de las mediciones hechas en viviendas de uso permanente en la zona templada húmeda, con el objetivo de determinar la variación de la Rsi superficial en las aristas verticales y horizontales (encuentros pared/pared, pared/piso, pared/cubierta) y su área de influencia. Ya que en casos en los que se cumple con las condiciones establecidas en la normativa nacional se manifiestan condensaciones superficiales y/o ennegrecimientos parciales de los cerramientos.

## **ABSTRACT**

Results are presented, of mensurations made in situation of real use, in housings of permanent occupation in the Argentinean humid pampas, with reason of determining the area of variation of the resistance superficial interior, in the vertical and horizontal edges (encounters wall / wall, wall / floor , wall / roof). Characteristic encounters that can show superficial condensations.

## **1. INTRODUCCIÓN**

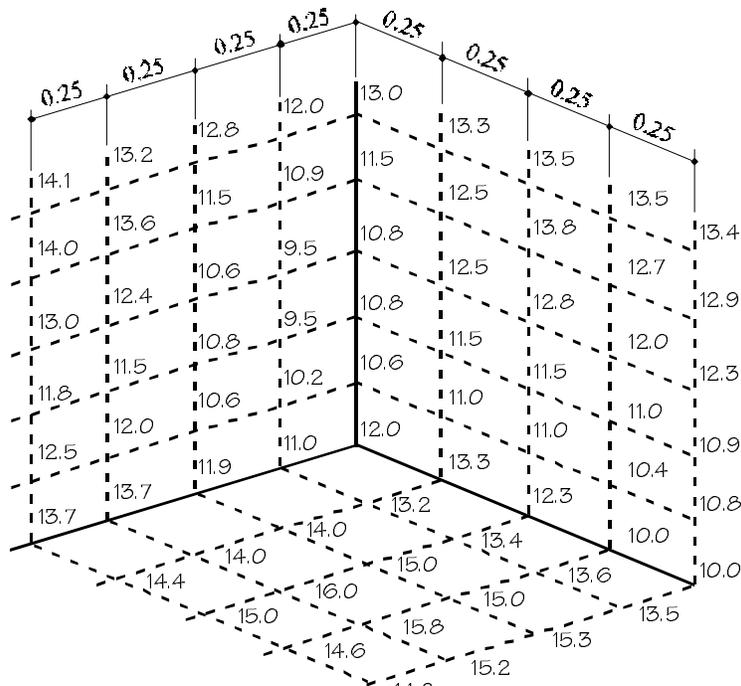
En climas "templado-húmedo" como el que caracteriza a la pampa húmeda argentina, es común ver en viviendas de uso permanente, más específicamente, en las aristas interiores, verticales y horizontales (encuentros pared/pared, pared/cubierta y pared/piso), ennegrecimientos parciales, producto de condensaciones superficiales debido a la existencia de puentes térmicos y/o variación de la resistencia superficial interior(Rsi).

Previendo este problema, la norma IRAM 11625/99: “Acondicionamiento térmico de Edificios”, (verificación del riesgo de condensación de vapor de agua, superficial e intersticial, en muros, techos y otros elementos exteriores de edificios); establece en su Tabla N° 3 una serie de valores de resistencias térmicas superficiales interiores  $R_{si}$ , según casos generales y particulares. En el caso de las paredes, pisos y techos, considera un valor  $R_{si}$  0.17  $m^2K/W$  correspondiente a una distancia mayor o igual a 0.60 m respecto de las aristas de referencia, este último valor de carácter estimativo.

Se ha discutido si estos valores provenientes de trabajos internacionales, son asimilables a nuestra realidad. Es por esto que se realizó un plan de mediciones con el objetivo de obtener datos empíricos que puedan ser contrastados con los expuestos en la mencionada norma.

## 2. MÉTODOS DE MEDICIÓN E INSTRUMENTAL.

Dada la gran variedad de situaciones que caracterizan las diferentes tipologías de viviendas de uso permanente, se consideró la medición de casos en condiciones reales de uso en la micro región del Gran La Plata. Se determinó cualitativa y cuantitativamente, su comportamiento en diferentes situaciones de orientación y sistemas constructivos.



**Fig. 1:** Esquema de relevamiento de datos en grilla para un encuentro característico de pared / pared / piso.

En una primera instancia se midió cada una de las partes que conforman el espacio en observación (techo, paredes y piso), en un área definida entre la cota cero y un metro, tomada a partir de la arista del encuentro, con una progresión de 25 centímetros, generando una grilla (ver figura 1). Se seleccionaron situaciones características que presentaran un mínimo grado de perturbación, que pudieran producir variaciones de la homogeneidad del plano en observación. Se realizaron las mediciones en horas de la madrugada antes del amanecer cuando la diferencia de temperatura entre exterior e interior fueran máximas. En ese momento se garantizaba relativamente una variación

mínima de la temperatura y se descartaba el aporte solar. En otros casos se midió en la madrugada de días nublados. Estas estrategias se adoptaron para lograr un relativo estado estacionario que simplificara el modelo de evaluación.

En las mediciones se utilizó un termómetro infrarrojo LUTRON TM-909, tipo K a una distancia constante de 18cm, centrado en los puntos de intersección de la grilla, lo que da una superficie a promediar del equivalente a un círculo de 2cm de diámetro. En algunos casos seleccionados se implementó un procedimiento de control de las condiciones superficiales (temperatura y humedad) mediante el uso de microadquisidores de datos Hobo H8-4 y sensores adicionales de temperatura TMC6-HA (ver figura 2).

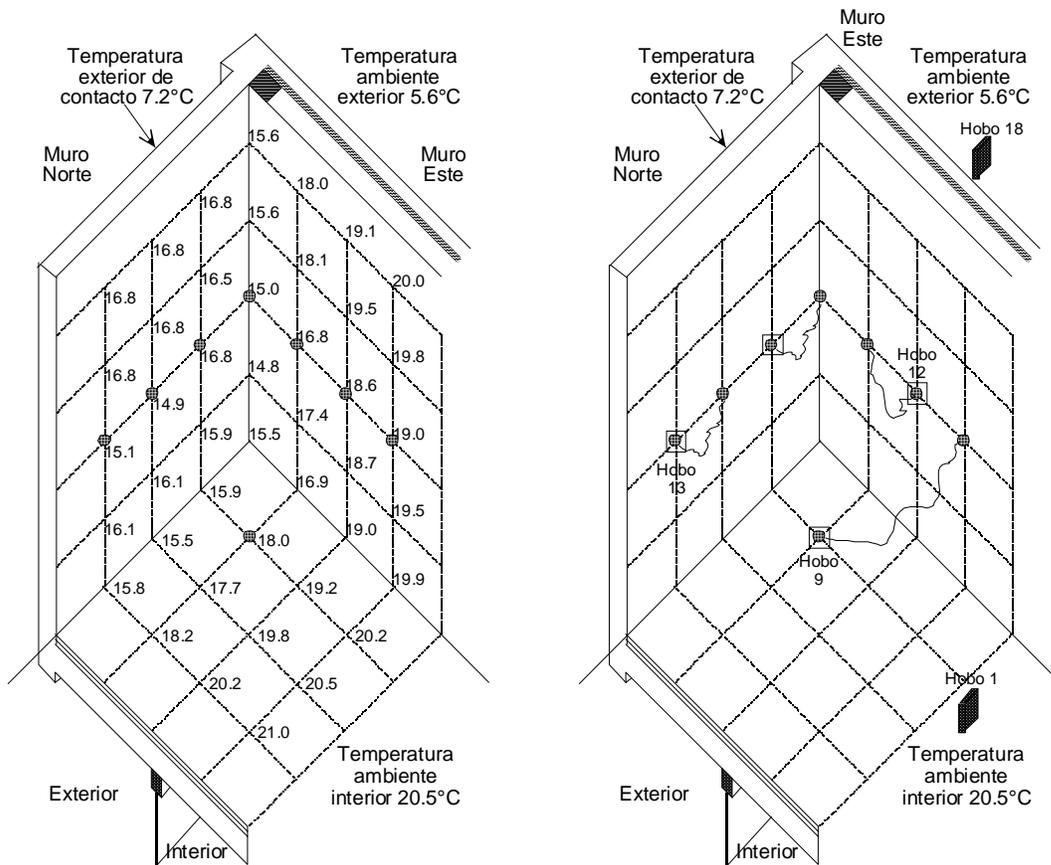


**Fig. 2:** Foto que muestra la ubicación de los sensores en puntos seleccionados de la grilla de medición.

Acompaña la medición, un control visual de áreas ennegrecidas por posibles condensaciones superficiales y/o variaciones de su  $R_{si}$ . Se registró también la temperatura y humedad relativa ambiente, interior y exterior, al momento de la medición. El instrumental se completa con el uso de Microloggers "HOBO", de tres y cuatro canales, y termohidrógrafos mecánicos SIAP 7071/7083 para el registro de las condiciones ambientales.

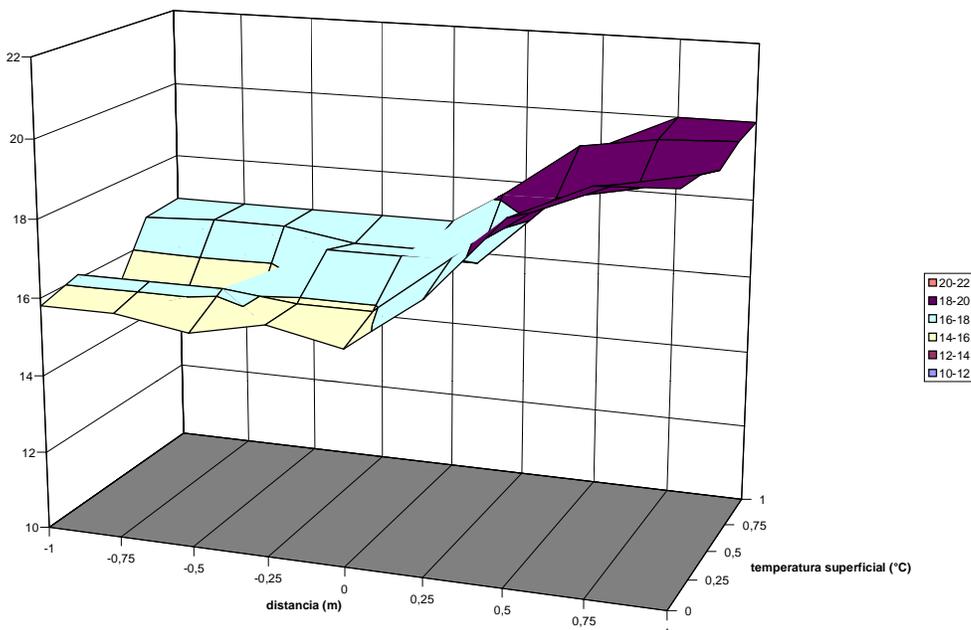
### **3. RESULTADOS OBTENIDOS**

Las mediciones se realizaron tomando los recaudos necesarios a fin de evitar perturbaciones que modifiquen los resultados, ya que el objetivo principal consistió en determinar la temperatura superficial interior, minimizando las interacciones con la capa límite.

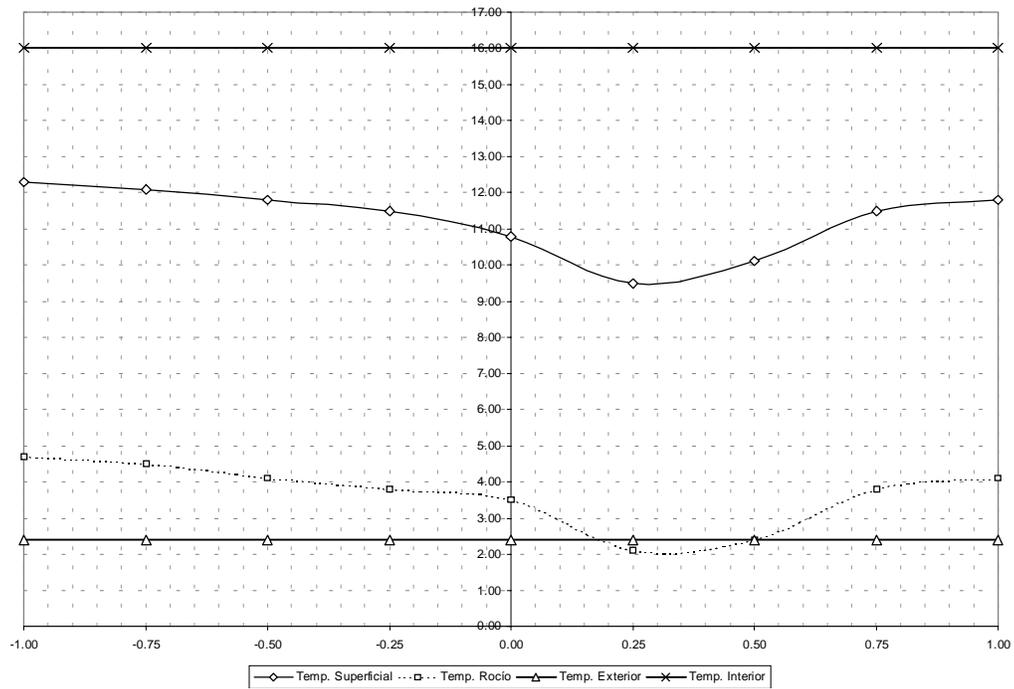


**Fig. 3:** Ejemplo de medición indicando temperaturas e instrumental.

Se exponen los resultados obtenidos en un caso seleccionado. La figura 4 muestra la distribución de las temperaturas superficiales las que tienden a disminuir en los encuentros verticales y horizontales. El cambio mostrado en las temperaturas se debe a un cambio en la resistencia térmica total del muro este.

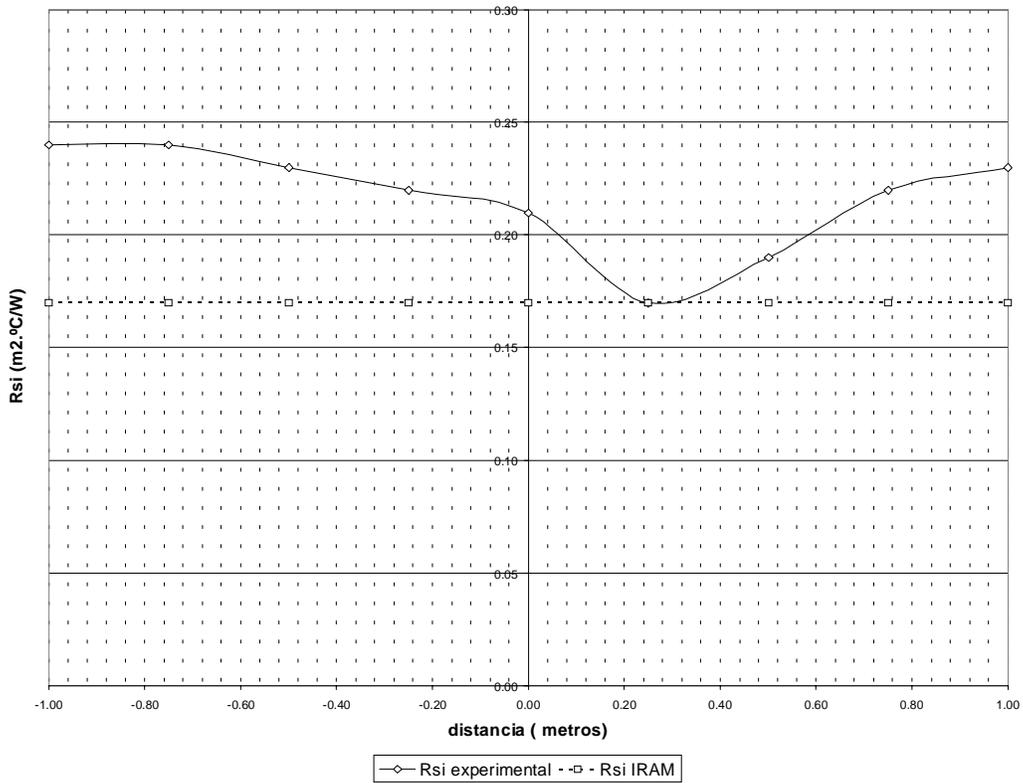


**Fig. 4:** Variación de la temp superficial interior en la arista de los muros de la fig 3



**Fig. 5:** Variación de temp (secas y de rocío) en una sección característica de muro.

Se le ha superpuesto la variación de la temperatura de rocío superficial, para una humedad relativa interior constante de 61 %. Las condiciones ambientales se sintetizan en: interior (16,0 °C y 61%) y exterior (2,4 °C y 90%).



**Fig. 6:** Variación de la resistencia superficial exterior respecto de la establecida por la norma IRAM 11603/99 en una sección característica de muro.

A efectos de determinar las Rsi correspondientes a las temperaturas superficiales internas medidas, se procedió de la siguiente forma:

Para:  $R_{tm} = 0,37 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$   
 $\Delta T = 13,6 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\gamma = 8,95 \text{ }^\circ\text{C}$

La ecuación: 
$$R_{si} = \frac{\gamma \times R_{tm}}{\Delta T}$$

Nos permite calcular la Rsi experimental en cada punto, que es el objetivo buscado, donde:  $R_{tm}$ , representa la resistencia térmica total del muro obtenida de tablas;  $\Delta T$ , es la diferencia entre la temperatura ambiente exterior y la temperatura ambiente interior;  $\gamma$  es la diferencia entre la temperatura superficial exterior y la temperatura superficial interior.

Se aclara que las temperaturas superficiales fueron tomadas en el mismo plano con una diferencia de minutos. Para validar esta temperatura se realizó una primer serie de medición con toma de 10 datos, con intervalos de 5 minutos, con el fin de verificar que durante el proceso de medición las variaciones sean mínimas.

En la figura 6 se puede observar que la Rsi obtenida experimentalmente difiere en hasta un 41% respecto del valor establecido en la norma.

#### 4. CONCLUSIONES

Estas mediciones nos permitieron verificar que existe una variación de las temperaturas superficiales en las proximidades de las aristas de los cerramientos edilicios, que tienden a provocar variaciones en las Rsi. Estas variaciones no son despreciables y difieren bastante de los valores establecidos en la normativa vigente. De esto podemos deducir, en una primera instancia, cómo varía la Rsi experimental en función de su localización en el muro.

La diferencia significativa entre el valor de Rsi establecido en la norma, respecto de los valores experimentales, cobra importancia ya que en el caso de viviendas económicas donde esta verificación es exigida, se favorece el riesgo de condensación superficial.

Solo a modo de ejemplo puede decirse que en algunos casos la Rsi medida equivale a colocar un aislante térmico en la cara caliente sin su correspondiente barrera de vapor. Si utilizáramos un aislante de  $\lambda = 0.035 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$  equivaldría a una capa de casi 15 mm. Esto trae aparejado la formación de colonias de hongos y bacterias que podrían afectar la salud de los habitantes.

Sería deseable acompañar este tipo de mediciones con estudios epidemiológicos en equipos interdisciplinarios con el fin de determinar si existe alguna correlación entre estas patologías constructivas y ciertos tipos de afecciones respiratorias.

Posteriores mediciones, nos permitirían avanzar con más precisión sobre la determinación de la zona de influencia en que la Rsi varía respecto de los valores tomados como referencia.

## 5. REFERENCIAS

IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1990-1999). Serie de normas sobre Acondicionamiento Térmico de Edificios. **11549, 11601, 11603 y 11625.**

Czajkowski Jorge y Gómez Analía. (1994): Diseño Bioclimático y Economía Energética Edilicia. Fundamentos y Métodos, Edit. UNLP, La Plata.

Czajkowski Jorge et Al. (1999): Condensación superficial en encuentros de planos verticales y horizontales en viviendas de uso permanente: su evolución y diagnóstico, en **Anais de V ENCAC**, Fortaleza, Brasil.