

# CONSERVACIÓN DE ENERGÍA EN LOS EDIFICIOS: LOS ENCUENTROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS OPACOS.

Carlos María Gentile , Arquitecto, Docente, Investigador.  
Elias Rosenfeld , Arquitecto, Docente, Investigador CONICET.  
Facultad de Arquitectura – Universidad Nacional de La Plata.  
Instituto de Estudios del Habitat, IDEHAB. U. I N° 2  
calle 47 n° 162 . c.c 478 ( 1900 ) La Plata , Argentina.  
Telefax 021 – 214705 E-mail [cgentile@isis.unlp.edu.ar](mailto:cgentile@isis.unlp.edu.ar), E-mail [erosenfe@isis.unlp.edu.ar](mailto:erosenfe@isis.unlp.edu.ar)

## RESUMEN

La condensación superficial y los puentes térmicos son patologías comunes en las viviendas; detectar las zonas posibles que puedan ser afectadas por ellas, permitirá proponer soluciones constructivas que las eviten. De allí nuestra intención de configurar un catálogo de resoluciones constructivas, mejoradas, que contemplen la eliminación del riesgo en los encuentros muro / suelo y muro / techo, considerando los sistemas constructivos más comunes en nuestra zona, como también las recomendaciones de los fabricantes y normas nacionales.

## ABSTRACT

The superficial condensation and the thermal bridging are common pathologies in dwellings. Detecting the possible zones that could be affected by them, would allow us to propose constructive solutions that could avoid them, Our intention is to configure a constructive resolution catalogue, improved, which contemplate the risk elimination in the wall / floor and wall / ceiling encounters the more common constructive system of our zone, such as the manufacturer and the national norms recommendations.

## INTRODUCCIÓN

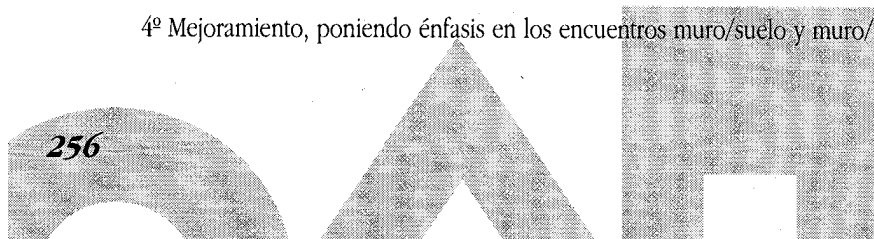
El objetivo del proyecto es el de proponer resoluciones alternativas a las usuales en los encuentros muro / suelo y muro / techo de las viviendas típicas de nuestra zona, ya que las mismas no satisfacen las condiciones mínimas suficientes de habitabilidad higrotérmica que permitan, por lo menos, evitar los riesgos de condensación superficial y los puentes térmicos. La posibilidad de contar con programas simuladores por diferencias finitas, como el HEAT2 (1), permitieron modelar y optimizar diferentes soluciones constructivas. Se tuvo en cuenta las tipologías constructivas de la Pcia. de Bs.As. identificadas por el grupo (2), cuyos datos y características se extrajeron de A Recomendaciones de Diseño @ (3). Asimismo se consideraron los métodos de aislación térmica propuestos por los fabricantes y las Normas Nacionales (4). La evaluación de la distribución de la temperatura en muros y cubiertas, posibilita detectar los puentes térmicos y las zonas de posible riesgo de condensación superficial e intersticial.

Este proyecto se inscribe en una serie de trabajos realizados anteriormente en esta Unidad de Investigación (5)(6). En los mismos se hizo un análisis del comportamiento energético en conjuntos habitacionales ubicados en diferentes zonas climáticas de nuestra provincia de Buenos Aires, realizando un diagnóstico global y particularizado de ellos. Se señalaba, en esa oportunidad, la necesidad de reformular las soluciones constructivas de muros y techos para evitar, como mínimo, la condensación superficial

## METODOLOGÍA

El desarrollo del trabajo consistió en modelar las diferentes tipologías constructivas con el auxilio del HEAT2; en los mismos se visualiza la distribución de la temperatura, los puentes térmicos y las posibles zonas de riesgo de condensación superficial; comprendió las siguientes etapas:

- 1º Análisis de cerramientos opacos sin tratamiento alguno. (construcción usual).
- 2º Análisis de cerramientos opacos aislados tradicionalmente, sin resolución de los encuentros.
- 3º Análisis de soluciones empíricas, según normas vigentes.
- 4º Mejoramiento, poniendo énfasis en los encuentros muro/suelo y muro/techo.



A efectos de ejemplificar las etapas seguidas, se presenta el caso del muro de ladrillo hueco (18 cm) de espesor, considerando las siguientes situaciones:

- a) muro y cubierta de losa cerámica, fundado sobre viga a 40cm de profundidad, sin aislar.
- b) muro y cubierta de losa cerámica, aislados interiormente (2cm s/muro, 2cm b/losa), 5cm de aislación bajo contrapiso.
- c) muro y cubierta de losa cerámica, aislados exteriormente (2cm s/muro, 5cm s/losa), 5cm de aislación bajo contrapiso.

La conformación del muro estudiado es la siguiente: viga de fundación de H $\square$ A $\square$ s/pilotines a 40cm de profundidad; muro propiamente dicho de ladrillo hueco (18x18cm); capa aisladora vertical y horizontal de cemento (2cm de espesor), hasta 15 cm por sobre el nivel de piso; revoques grueso y fino (2 cm de espesor), interior y exterior; encadenado H $\square$ A $\square$  y apoyo de losa. La cubierta es una losa cerámica de 11cm (ladrillo de 9cm más 4cm de capa de compresión), contrapiso de h $\square$  pobre (10cm) y alisado de cemento (2cm de espesor).

El piso se conformó con un contrapiso de hormigón pobre (12cm de espesor), como terminación se consideró una carpeta de cemento alisado (2cm de espesor). Se determinó la resistencia térmica para el muro (0,45 m $\square$ C/W). Los valores de conductividad térmica se tomaron del A Catalogue of Material Properties@ de la International Energy Agency, Report Annex XIV, Volume 3, de la N.B.E-CT-79 y la norma IRAM 11.601. Como temperaturas de diseño y resistencias superficiales se tomaron los siguientes valores:

Text.	1.5°C
Tint.	18.0°C
Hr = 50 %	(Temp. rocío = 7.9°C)
Hr = 70 %	(Temp. rocío = 12.8°C)
Rse.	0.04 m $\square$ C/W
Rsi. (vert.)	0.13 m $\square$ C/W
Rsi. (horiz.)	0.12 m $\square$ C/W

Caso a: Muro y losa sin aislar.

Es el caso de las figuras 1 y 2, donde se puede apreciar la distribución de la temperatura resultante. Tanto en el encuentro muro/piso, como en muro/losa, las isoterma de 12,8 °C y 13,8 °C, afloran a la superficie, generando un area de riesgo de condensación superficial para una Hr =70 %.

Las pérdidas a través del piso, tienden a estabilizarse hacia el centro de la habitación. Un análisis con una fundación a mayor profundidad (80cm.) no arrojó diferencias significativas.

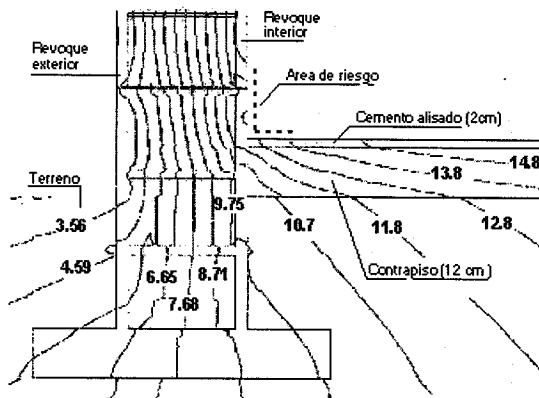


Figura 1. Encuentro de muro con piso, sin aislación.

Es de hacer notar la tendencia a formar Apuentes térmicos@ en las juntas de cemento de la capa aisladora. No se consideró aislación alguna por debajo del piso ni del contrapiso, asumiendo para el muro una resistencia térmica de 0.57 m $\square$ C/W y para la losa 0.48 m $\square$ C/W. En la parte superior del muro (figura 2) el encuentro con la losa acusa similares problemas que en el piso; las isotermas de 12°C y 13°C, afloran a la superficie con los consiguientes riesgos de condensación superficial. La concentración de isotermas se debe a la colocación de una plaqueta de poliestireno expandido, a los efectos de absorber las dilataciones propias de la losa cerámica. Pueden verse claramente los puentes que se generan en los nervios de la losa donde la isoterma de 13,0 °C se acerca a la superficie interior riesgadamente.

Por no tener ningún tipo de aislación, el comportamiento térmico del muro, es deficiente pues el riesgo de condensación superficial en los encuentros muro/suelo y muro/losa, es grande, si consideramos los sistemas de calefacción usados que en el mejor de los casos no pasa de un tiro balanceado. Ante la necesidad de mantener la temperatura superficial de los muros y los planos horizontales, en valores que permanezcan siempre por encima del punto de rocío del aire, en las condiciones higrométricas propias del local; se impone aislar a los mismos.

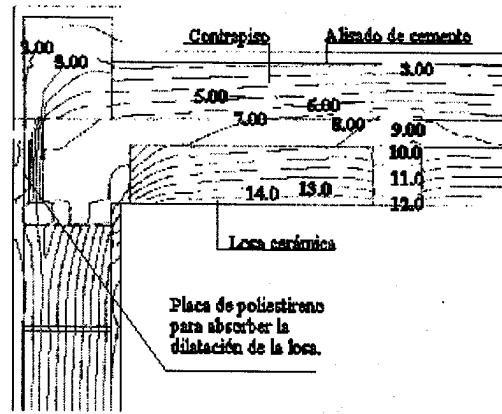


Figura 2. Encuentro de muro con cubierta de losa de hormigón, sin aislar.

Caso b: muro y losa aislados interiormente.

Consideramos en primer lugar las recomendaciones de los fabricantes de aislantes térmicos, procediendo a aislar el muro y la losa en su cara interior (fig. 3 y 4). Se adoptó una resistencia térmica de  $0.84 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  para el muro, y de  $0.94 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  para la losa. Con esta disposición evitamos la radiación fría de sus superficies, pero ambos quedan expuestos a los cambios de temperatura, enfriándose en invierno y calentándose en verano. Esta variación, puede generar situaciones que hagan peligrar la estabilidad y durabilidad de los mismos, ya que por ejemplo, el recalentamiento de la cubierta, provoca dilataciones, que pueden producir fisuras a lo largo del apoyo, con los consiguientes problemas que ello trae. Se observa en las figuras 3 y 4 que la distribución de la temperatura es uniforme en el cuerpo del muro entre la temperatura exterior y los  $6^\circ\text{C}$  a  $7^\circ\text{C}$ ; en el elemento aislante se concentran las isoterma de  $8^\circ\text{C}$  a  $15^\circ\text{C}$ , quedando en el espesor del revoque interior la isoterma de  $16^\circ\text{C}$  con una temperatura superficial de aproximadamente  $17^\circ\text{C}$ . La junta muro/aislación es un punto donde pueden producirse condensaciones superficiales. La aislación por debajo del contrapiso mantiene la temperatura superficial en  $17.5^\circ\text{C}$  aproximadamente.

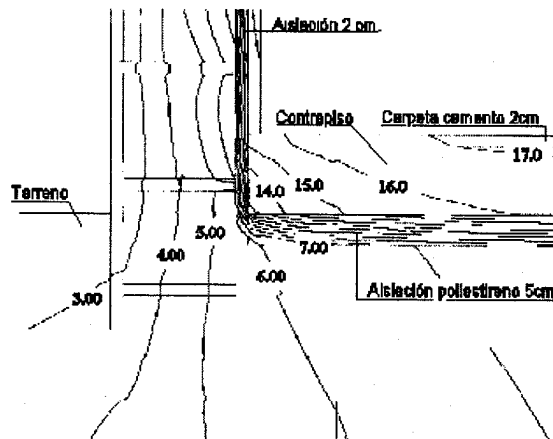


Figura 3. Encuentro de muro y suelo, aislado en su interior.

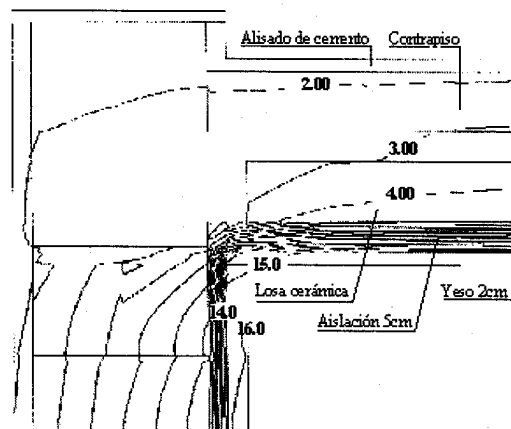


Figura 4. Encuentro de muro y techo, aislados en su interior.



### CASO C: MURO Y LOSA AISLADOS EXTERIORMENTE

Las normas (7), que tratan sobre la aislación de las viviendas en general, presentan un variado abanico de posibilidades. Si tenemos en cuenta el caso del muro simple que estamos considerando; a la aislación interior debemos agregar la alternativa de aislar exteriormente (fig. 5, 6, 7 y 8).

Esta opción permite tener un muro protegido de las variaciones de la temperatura, con una mayor capacidad de retención del calor, obteniendo valores de temperaturas superficiales internas del orden de los 17°C.

Por el lado de la cubierta, la aislación colocada sobre la carpeta de cemento, eleva la temperatura interna de la losa de 3°C a 13°C, con el beneficio de no tener variaciones bruscas de temperaturas que dilaten o contraigan la estructura. Sin embargo, no se propone cómo resolver los encuentros muro/suelo y muro/cubierta. La isoterma de 13°C se aproxima peligrosamente a la superficie en el encuentro muro/losa. Una mejora de esta situación se logra aislando al totalidad de la terminación del muro (fig. 6), pero no aleja el riesgo de condensación en forma definitiva.

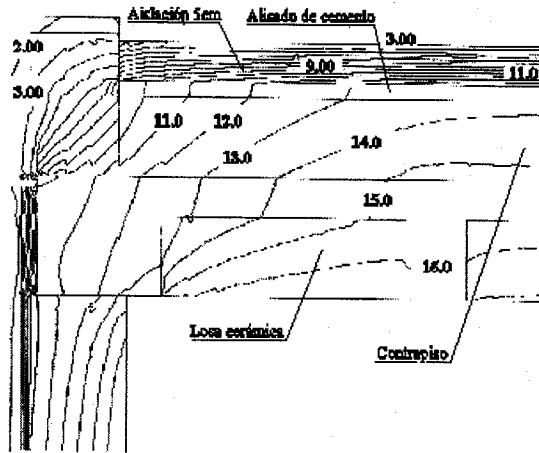


Figura 5. Encuentro de muro con cubierta de losa de hormigón, con aislación en su exterior.

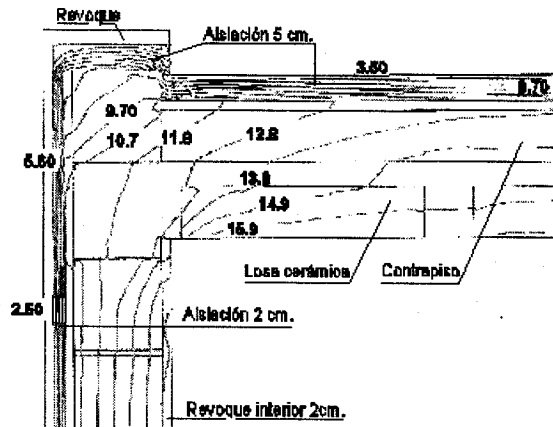
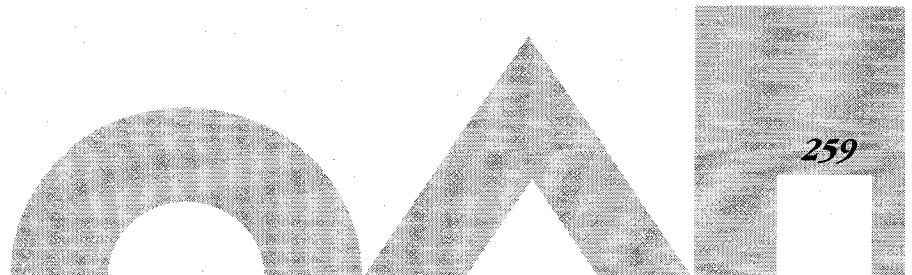


Figura 6. Encuentro de muro con cubierta de losa de hormigón, aislada exteriormente. (mejorada).

Con una aislación exterior del muro (2 cm de espesor de poliestireno expandido de 13kg/m<sup>3</sup>), y una sobre losa (5 cm de espesor), se lograron valores de temperaturas superficiales internas de 17,0°C. Pese a ello, en el encuentro muro/losa, la isoterma de 13°C, se acerca a la superficie interior, generando un punto de posible condensación superficial.

En la parte inferior, es más grave, pues al no extender la aislación hasta la base de fundación, se forma un puente térmico que A empuja a las isotermas hacia el interior (fig.7); la de 13°C aflora a la superficie, con el consiguiente riesgo de condensación superficial. Una mejora consiste en extender la aislación hasta la fundación, reduciendo el puente térmico, y mejorando el encuentro muro/suelo. La incorporación de aislación por debajo del piso y contra el muro, mejora el comportamiento haciéndolo más eficiente.



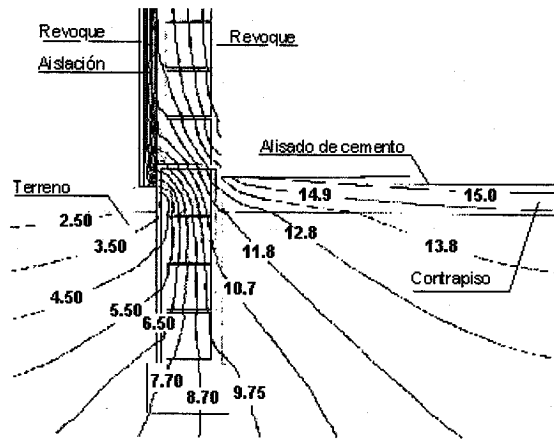


Figura 7. Encuentro de muro con piso, aislado exteriormente.

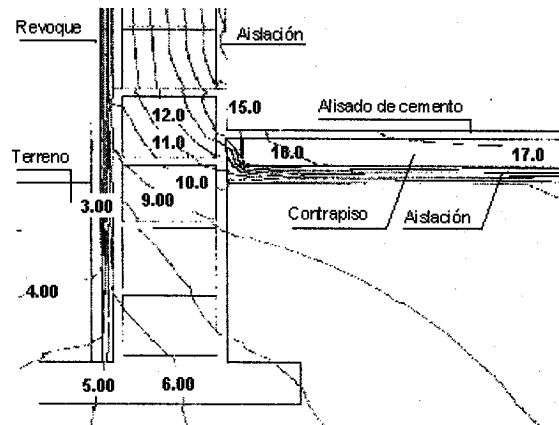


Figura 8. Encuentro de muro con piso, con aislamiento hasta la base del muro.

## OPTIMIZACIÓN

Si bien las soluciones analizadas en las figuras 6 y 8, mejoran notablemente el comportamiento de las juntas muro/techo y muro/suelo, es posible introducir modificaciones que lleven el comportamiento del conjunto a una situación óptima para las condicionantes dadas. Por tal motivo se introdujeron las siguientes modificaciones en el encuentro muro / losa: se aumentó el espesor de la aislación externa a 5cm. a partir del Asiento@ de losa de hormigón y recubriendo todo el perímetro de la carga; consecuencia de ello, la isoterma de 13.0 °C se desplaza hacia el interior del muro, lejos del vértice. En el encuentro muro/suelo, se procedió de la misma forma, cubriendo la totalidad de la altura de la capa aisladora vertical (60cm. aprox.), con un espesor de 5cm de poliestireno, consecuencia de ello, las isotermas de 9 °C y 10 °C se desplazan hacia abajo, alejando la posibilidad de producir condensaciones superficiales en el vértice y sus alrededores ( Figuras 9 y 10 ).

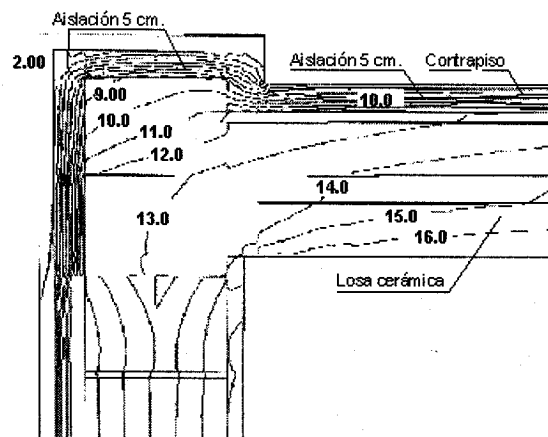


Figura 9. Mejora de aislación en el encuentro del muro con la cubierta.



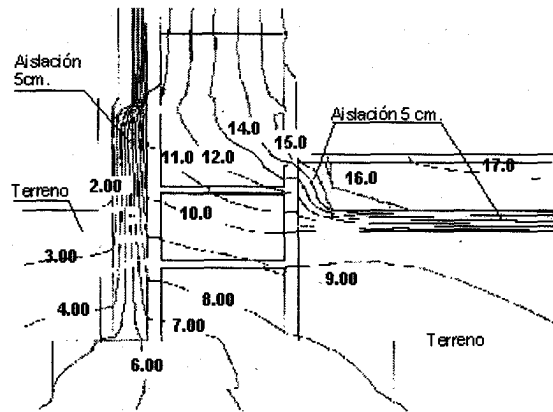


Figura 10. Mejora de aislación del encuentro del muro con el piso.

## CONCLUSIONES

Las diferentes regiones bioclimáticas de la Pcia de Buenos Aires y sus tipologías constructivas derivadas, hacen que sea necesario considerar cada caso en particular, pues las condicionantes climáticas difieren unas de otras. El poder definir cuál de ellas es la apropiada, unida a estrategias de acondicionamiento y de diseño, nos permitirá un mejoramiento en la calidad de vida y el ahorro de energía. La disponibilidad de programas de simulación numérica por diferencias finitas y por elementos finitos (8), posibilita evaluar diferentes soluciones constructivas con condiciones de borde variables. El poder visualizar el recorrido de las isothermas en todo el sistema, permite detectar los puntos conflictivos, sea por ser potencialmente pasibles de condensar superficialmente o por los puentes térmicos que de ello surjan.

En este trabajo se presentó un ejemplo de pasos a seguir para la optimización de los cerramientos opacos y sus encuentros. En una próxima etapa se estudiarán los encuentros con los vanos de las carpinterías y se ampliará el catálogo de Recomendaciones de Diseño@ para la región.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Thomas Blomberg. HEAT2 . Heat transfer - PC Program . Departament of Building . Lund University . Sweden , 1995.

Elias Rosenfeld . APautas para mejorar la habitabilidad higrotérmica en la Pcia . de Buenos Aires . ASADES XVI, pág. 81 - 86 . La Plata . 1993

UI 2 AHabitat y Energía@ . IDEHAB . FAU . UNLP

Normas IRAM . Acondicionamiento Térmico de Edificios ( 11.601 - 11.625 - 11.605 - 11.549 ) .

Elias Rosenfeld et al . AMejoramiento de la habitabilidad higrotérmica en la red de viviendas de un espacio regional extenso A. III Encuentro Nacional y I Encontro Latino -Americano de Conforto no Ambiente Construído. Gramado . Brasil . 1995.

Gustavo San Juan, Jhon M. Evans . AEvaluación de puentes Térmicos de paneles livianos en el reciclado de una escuela@. XVIII Reunión de Trabajo de la Asociación Arg. de Energía Solar . ( ASADES ) . San Luis . 1995 .

IRAM . 11.601 A...@ , 11.604 A...@ . NBE-CT-70 . A... A ( España ) . C.S.T.B . A ... A ( Francia ) .

HEAT2 . (1) LUSAS 11 . FEA Ltd. Surrey , United Kingdom .