

**NORMA IRAM 11605**

**Diciembre de 1996 \***

**ICS 91.120.10**

**\*\* CNA 5640**

**ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS**  
**CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN EDIFICIOS**  
**Valores máximos de transmitancia térmica**  
**en cerramientos opacos**



**INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN**

\* Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11605: 1980.

\*\* Corresponde a la Clase Nacional de Abastecimiento asignada por el Servicio Nacional de Catalogación dependiente del Ministerio de Defensa.

La revisión de esta norma ha estado a cargo de los organismos respectivos, integrados en la forma siguiente:

**Subcomité de Acondicionamiento térmico de edificios**

<b>Integrante</b>	<b>Representa a:</b>
Ing. Carlos BIDART	ISOTEX S.A.
Ing. Paul U. BITTNER	ICI ARGENTINA S.A.
Arq. Aldo CAPPARELLI	INSTITUTO PROVINCIAL DE LA VIVIENDA - BS. AS.
Ing. Jorge CORNEJO	INTI
Arq. Jorge CZAJKOWSKI	IDEHAB - FAU - UNLP
Ing. Alberto ENGLEBERT	ISOTEX S.A.
Ing. Liliana GELMAN	CITE-INTI
Ing. Horacio MAC DONNELL	SUBSECRETARÍA DE VIVIENDA
Ing. H. Patricio MAC DONNELL	FACULTAD DE INGENIERÍA - UBA
Arq. John MARTÍN EVANS	MIEMBRO ESPECIALISTA
Ing. Darío MISLEJ	INROTS SUDAMERICANA LTDA.
Arq. José REYES	INVITADO ESPECIAL
Ing. Enrique RICUCCI BARRIONUEVO	CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
Arq. Isabel TARUSCHIO	DURLOCK
Ing. Vicente VOLANTINO	INTI
Ing. Sergio LOZANO	IRAM

**Comité General de Normas (C.G.N.)**

Dr. V. ALDERUCCIO	Ing. J. KOSTIC
Ing. J. V. CASELLA	Ing. J. MANGOSIO
Dr. E. CATALANO	Ing. S. MARDYKS
Dr. A. M. CRUZ	Dr. A. F. OTAMENDI
Ing. D. DONEGANI	Ing. T. PALACIOS
Ing. R. FERNÁNDEZ	Sr. F. R. SOLDI
Dr. A. GROSSO	Prof. M. P. MESTANZA
Dr. R. L. HUSTE	

## **PREFACIO**

El Instituto Argentino de Normalización (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la **normalización como base de la calidad**, difundiendo el uso del Sello IRAM de Conformidad con normas IRAM y servicios afines, dentro y fuera del país y la adopción de sistemas de gestión de la calidad en las empresas, para brindar seguridad al consumidor.

Es el representante de Argentina en la International Organization for Standardization (ISO), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y en el Comité MERCOSUR de Normalización.

Este documento constituye una revisión de la norma IRAM 11605 de Junio de 1980.

El Anexo A es informativo, y en él se establece el método para calcular la temperatura de la superficie de una pared.

Los Anexos B y C son informativos.

## **0 INTRODUCCIÓN**

Los valores máximos de transmitancia, o lo que es igual, la resistencia térmica mínima de los elementos de cerramiento de edificios, introducen exigencias relativas a la protección que debe ser lograda a fin de garantizar ciertas condiciones ambientales de bienestar, así como también evitar la aparición de fenómenos de condensación de vapor de agua sobre las superficies interiores de la envolvente en todo el recinto habitable.

Para garantizar condiciones mínimas de habitabilidad junto con un razonable consumo de energía para climatización, además del cumplimiento de esta norma, se debe cumplir con lo establecido por las normas IRAM 11603, IRAM 11604 e IRAM 11625.

## **ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS**

### **CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN VIVIENDAS**

#### **Valores máximos de transmitancia térmica**

#### **en cerramientos opacos**

ICS 91.120.10

\*\* CNA 5640

#### **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

1.1 Establecer los valores máximos de transmitancia térmica aplicables a muros y techos de edificios destinados a viviendas, de manera de asegurar condiciones mínimas de habitabilidad.

1.2 Esta norma establece, además, los criterios de evaluación de los puentes térmicos.

#### **2 NORMAS PARA CONSULTA**

Los documentos normativos siguientes contienen disposiciones, las cuales, mediante su cita en el texto, se transforman en disposiciones válidas para la presente norma IRAM. Las ediciones indicadas eran las vigentes en el momento de su publicación. Todo documento es susceptible de ser revisado y las partes que realicen acuerdos basados en esta norma se deben esforzar para buscar la posibilidad de aplicar sus ediciones más recientes.

Los organismos internacionales de normalización y el IRAM, mantienen registros actualizados de sus normas.

IRAM 11549:1993 - Acondicionamiento térmico de edificios. Vocabulario.

IRAM 11603:1996 - Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

IRAM 11604:1990 - Acondicionamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficientes volumétricos G de pérdida de calor.

IRAM 11625:1991 - Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua, superficial e intersticial, en muros, techos y otros elementos de edificios.

\* Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11605: 1980.

\*\* Corresponde a la Clase Nacional de Abastecimiento asignada por el Servicio Nacional de Catalogación dependiente del Ministerio de Defensa.

### 3 DEFINICIONES

A los fines de esta norma son aplicables las definiciones establecidas en la norma IRAM 11549.

### 4 CONDICIONES GENERALES

#### 4.1 Niveles de confort higrotérmico

4.1.1 Esta norma establece tres niveles diferentes, los cuales corresponden en grado decreciente a condiciones de confort higrotérmico:

- a) Nivel A: Recomendado
- b) Nivel B: Medio
- c) Nivel C: Mínimo

4.1.2 El comitente de la obra o la autoridad de aplicación correspondiente debe establecer, cuando se haga referencia a esta norma, cuál de los niveles prescriptos en 4.1.1 es el que se debe verificar.

**Nota:** En el Anexo B se indican los criterios adoptados para la definición de estos tres niveles de confort higrotérmico.

### 5 REQUISITOS

#### 5.1 General

Para los tres niveles de confort definidos en 4.1 se establecen valores máximos de transmitancia térmica para dos condiciones: invierno y verano.

La verificación debe realizarse simultáneamente para ambas condiciones, excepto para las zonas bioambientales V y VI (IRAM 11603), donde sólo se exige la verificación para condición de invierno.

#### 5.2 Condición de invierno

Los valores máximos admisibles de transmitancia térmica que deben cumplir los muros y techos para los tres niveles prescriptos, son los indicados en la tabla 1, en función de la temperatura exterior de diseño de la localidad en la que se encuentra emplazada la vivienda. Esta temperatura se halla establecida en la norma IRAM 11603.

**Nota:** En el Anexo B se recomiendan valores máximos de K, los cuales tienen por objeto evitar la condensación superficial en lugares críticos de la vivienda.

Tabla 1 - Valores de  $K_{MAX ADM}$  para condición de invierno \*en  $W/m^2K$ 

Temperatura exterior de diseño ( $t_{ed}$ ) [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
- 15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
- 14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
- 13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
- 12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
- 11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
- 10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
- 9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
- 8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
- 7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
- 6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
- 5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
- 4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
- 3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
- 2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
- 1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥ 0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

\* Para valores de  $t_{ed}$  intermedios, los valores de  $K_{MAX ADM}$  se obtienen por interpolación lineal.

### 5.3 Condición de verano

**5.3.1** Los valores máximos admisibles de transmitancia térmica para los tres niveles prescritos en 4.1, son los indicados en las tablas 2 y 3, según se trate de muros o techos.

Estos valores están dados en función de la zona bioambiental (IRAM 11603) correspondiente a la localidad en la que se encuentra emplazada la vivienda.

**5.3.2** Los valores límites establecidos en las tablas 2 y 3 corresponden a elementos de cerramiento cuya superficie exterior presenta un coeficiente de absorción de la radiación solar de  $0,7 \pm 0,1$ .

Para coeficientes menores que 0,6, se deben incrementar los valores de transmitancia térmica máximos admisibles en los porcentajes siguientes:

- a) Tabla 2: 20 %
- b) Tabla 3: 30 %

**5.3.3** En el caso de elementos de cerramiento cuya superficie exterior presenta un coeficiente de absorción de la radiación solar mayor que 0,8, se deben disminuir los valores de transmitancia térmica máximos admisibles en los porcentajes siguientes:

- a) Tabla 2: 15 %
- b) Tabla 3: 20 %

**Nota:** En la tabla 8 del Anexo B se dan, a título orientativo, los valores del coeficiente de absorción de la radiación solar.

**Tabla 2 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros**

en W/m<sup>2</sup>.K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

**Tabla 3 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano en techos**

en W/m<sup>2</sup>.K

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

## 5.4 Puentes térmicos

**5.4.1** En todos los casos, la transmitancia térmica correspondiente a un puente térmico,  $K_{pt}$ , no debe ser mayor que el 50 % del valor de la transmitancia térmica del muro opaco,  $K_{mo}$ , o sea:

$$\frac{K_{pt}}{K_{mo}} \leq 1,5$$



**5.4.2** Si los puentes térmicos lineales se encuentran a una distancia entre sí menor o igual que 1,7 m, deberá reducirse este porcentaje al 35 %.

$$\frac{K_{pt}}{K_{mo}} \leq 1,35$$

**5.4.3** El valor de la transmitancia térmica de un puente térmico,  $K_{pt}$ , se calcula en correspondencia con la trayectoria de flujo de calor desde el exterior hacia el interior del cerramiento que presenta la máxima transmitancia térmica. Esta línea no es necesariamente recta, tal como se muestra en los tres ejemplos de la figura 1.

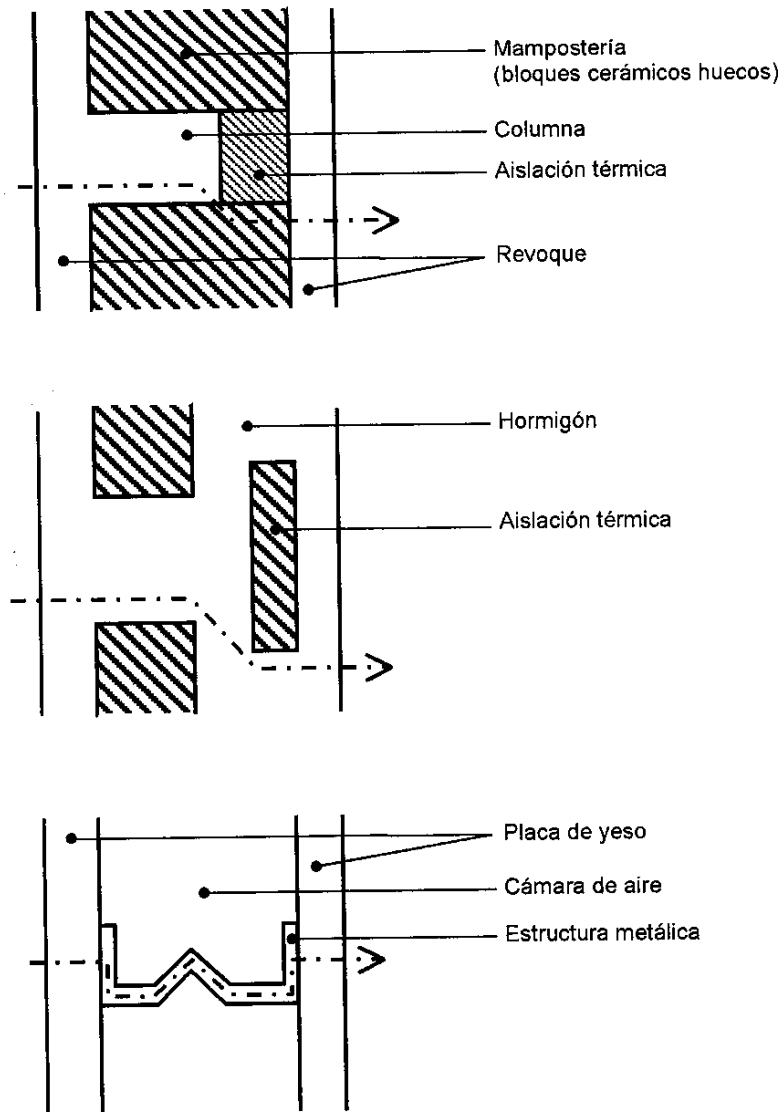


Figura 1 - Tres ejemplos de puentes térmicos

**Nota:** La línea punteada indica la trayectoria de flujo de calor con mayor transmitancia térmica.

**5.4.4** Se permiten puentes térmicos cuyas transmitancias térmicas sean mayores que los valores indicados en 5.4.1/2 en los casos siguientes:

- a) Cuando  $K_{pt}$  sea menor que transmitancia térmica máxima admisible  $K_{MAX ADM}$  correspondiente a la temperatura exterior de diseño del lugar de emplazamiento de la vivienda.
- b) Cuando se pueda probar por ensayo, por el método indicado en el Anexo A o mediante un programa de computación ("software") basado en el método de las diferencias finitas, que la diferencia entre la temperatura del aire interior ( $t_i$ ) y la temperatura mínima de la superficie del puente térmico ( $t_{pt}$ ) no es más del 50 % mayor que la diferencia entre la temperatura del aire interior ( $t_i$ ) y la temperatura de la superficie interior del muro opaco ( $t_{mo}$ ).

$$\frac{t_i - t_{pt}}{t_i - t_{mo}} \leq 1,5$$

**ANEXO A**  
(Informativo)

**Método para calcular la temperatura de la superficie de un muro**

**A.1** La temperatura superficial de una pared si no se tiene en cuenta la transmitancia de calor lateral se calcula con la fórmula siguiente:

$$t_{si} = t_i - r_{si} K (t_e - t_i) \quad \dots(1)$$

siendo:

$t_{si}$  la temperatura superficial interior, en °C;

$t_i$  la temperatura del aire interior, en °C;

$t_e$  la temperatura del aire exterior, en °C;

$r_{si}$  la resistencia térmica superficial interior, en m<sup>2</sup> K/W;

$K$  la transmitancia térmica, en W/m<sup>2</sup> K.

**A.2** La temperatura en un punto de un muro se calcula con la fórmula siguiente:

$$t_x = t_i - (r_{si} + \sum \frac{e}{\lambda}) K (t_e - t_i) \quad \dots(2)$$

siendo:

$t_x$  la temperatura en el punto x del muro, en °C;

$\sum \frac{e}{\lambda}$  la suma del espesor (e) de cada capa del muro dividida por la conductividad térmica ( $\lambda$ ) (es igual a la resistencia térmica de cada capa), para todas las capas desde el interior hasta el punto x, en m<sup>2</sup>.K/W.

**A.3** La temperatura en un punto x de un muro con transmitancia térmica lateral se calcula en función de las temperaturas de los puntos adyacentes y de la conductancia térmica de la pared entre los puntos (figura 2).

$$t_x = \frac{t_1 (C_{1,x}) + t_2 (C_{2,x}) + t_3 (C_{3,x}) + t_4 (C_{4,x})}{C_{1,x} + C_{2,x} + C_{3,x} + C_{4,x}} \quad \dots (3)$$

siendo:

$t_x$  la temperatura en el punto x, en °C;

$t_1 \dots t_4$  la temperatura en los puntos 1 ... 4, en °C;

$$C_{i,x} = \frac{\text{conductividad térmica entre los puntos } i \text{ y } x}{\text{distancia entre los puntos } i \text{ y } x}$$

**A.4** Para un puente térmico lineal, por ejemplo, una junta entre dos paneles o una columna, es necesario plantear esta fórmula para cada nudo en una malla, resolviéndola por medio de un proceso iterativo.

Se recomienda que esta malla se superponga sobre un corte del puente térmico en las condiciones siguientes:

- No superar los 30 nudos (para evitar cálculos muy largos);
- Por lo menos 4 líneas en el espesor de la pared.
- Por lo menos 4 líneas desde el límite del puente térmico hasta la última línea de la malla. (figura 3).

**A.5** Una malla superpuesta sobre un puente térmico simétrico puede simplificar los cálculos: las temperaturas en los dos lados del eje de simetría son iguales y se pueden resolver las ecuaciones de un lado solamente.

En el caso de un cambio de material entre el punto 1 y el punto x se calcula el promedio según la figura 4.

**A.6** La solución de las ecuaciones se obtiene cumpliendo los pasos siguientes:

- a) Se calcula la temperatura en cada punto del espesor de la pared (sin transmitancia lateral) según las fórmulas (1) y (2), indicadas en A.1/2.
- b) Se calcula la temperatura en cada nudo que cae sobre el puente térmico según la misma ecuación.
- c) Se estiman aproximadamente las temperaturas en los otros puntos de la red.
- d) Se calcula la temperatura de cada punto según las temperaturas de los puntos adyacentes.
- e) Se repite este proceso para todos los puntos en la malla incluyendo los puntos sobre el puente térmico.

Es necesario repetir el proceso por lo menos 5 veces hasta que la diferencia entre dos iteraciones sucesivas sea menor o igual que  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

## **A.7 Ejemplificación del método**

**A.7.1** La figura 5 muestra un puente térmico entre dos paneles de hormigón con arcilla expandida con una capa de aire (panal de abejas) en el centro de cada panel. La junta entre paneles se forma con un mortero de arcilla expandida.

**A.7.2** La figura 6 muestra la superposición de la malla sobre el corte del puente térmico, con la enumeración de los nudos.

**A.7.3** La tabla 4 indica las características térmicas de los materiales.

**A.7.4** La tabla 5 indica los valores de  $K$  entre todos los nudos adyacentes.

**A.7.5** La tabla 6 indica la variación de temperatura para el panel sin transmisión transversal y el puente térmico con las mismas condiciones.

**A.7.6** Se calcula la temperatura  $t_1$  en el punto 1 según la fórmula:

$$t_1 = \frac{t_a C_a + 2 C_{1,2} t_2 + C_{1,5} t_5}{C_a + C_{1,2} + C_{1,2} + C_{1,5}}$$

siendo:

$t_1$  la temperatura de nudo 1, en °C;

$t_a$  la temperatura del aire exterior = 3°C;

$C_a$  la conductancia de la capa de aire superficial exterior = 20 W/m<sup>2</sup>.K;

$t_2$  la temperatura del nudo 2 (se supone un flujo de calor desde 1 hacia 2 y un flujo igual al otro lado del eje), en °C;

$C_{1,2}$  la conductancia térmica entre los puntos 1 y 2 = 7,625 W/m<sup>2</sup>.K;

$t_5$  la temperatura en el punto 5, en °C;

$C_{1,5}$  la conductancia térmica entre los puntos 1 y 5 = 15,25 W/m<sup>2</sup>.K;

$$t_1 = \frac{3 \cdot 20 + 2 \cdot 7,625 \cdot t_2 + 15,25 \cdot t_5}{20 + 2 \cdot 7,625 + 15,25}$$

$$t_1 = 1,188 + 0,302 \cdot t_2 + 0,302 \cdot t_5$$

**A.7.7** Para cada nudo de la malla, las temperaturas son las siguientes:

$$t_1 = 1,188 + 0,302 t_2 + 0,302 t_5$$

$$t_2 = 1,188 + 0,151 t_1 + 0,151 t_3 + 0,302 t_6$$

$$t_3 = 1,188 + 0,151 t_2 + 0,151 t_4 + 0,302 t_7$$

$$t_4 = 1,867 + 0,151 t_3 + 0,302 t_8$$

$$t_5 = 0,25 t_1 + 0,5 t_6 + 0,25 t_9$$

$$t_6 = 0,297 t_2 + 0,297 t_5 + 0,203 t_7 + 0,203 t_{10}$$

$$t_7 = 0,367 t_3 + 0,25 t_6 + 0,25 t_8 + 0,133 t_{11}$$

$$t_8 = 0,367 t_4 + 0,25 t_7 + 0,133 t_{12} + 1,613$$

$$t_9 = 0,25 t_5 + 0,5 t_{10} + 0,25 t_{13}$$

$$t_{10} = 0,297 t_{14} + 0,297 t_9 + 0,203 t_6 + 0,203 t_{11}$$

$$t_{11} = 0,367 t_{15} + 0,25 t_{10} + 0,25 t_{12} + 0,133 t_7$$

$$t_{12} = 0,367 t_{16} + 0,25 t_{11} + 2,963 + 0,133 t_8$$

$$t_{13} = 0,405 t_9 + 0,405 t_{14} + 3,414$$

$$t_{14} = 0,405 t_{10} + 0,203 t_{13} + 0,202 t_{15} + 3,414$$

$$t_{15} = 0,405 t_{11} + 0,203 t_{14} + 0,202 t_{16} + 3,414$$

$$t_{16} = 0,405 t_{12} + 0,203 t_{15} + 6,202$$

**A.7.8** La figura 7 indica los resultados de las temperaturas en cada punto después de 6 tanteos.

**A.7.9** La figura 8 indica las cotas de temperatura y las líneas punteadas indican aproximadamente las líneas de flujo del calor. Se observa que, a pesar de un puente térmico con un espesor de solamente 8 cm, la temperatura superficial de la pared es inferior a 13,5°C en una faja de 16 cm, el doble del espesor del puente térmico. El valor 13,5°C es la temperatura de rocío correspondiente a una temperatura interior de 18°C y una humedad del 70 %.

**A.7.10** Se puede lograr un mejoramiento significativo en la temperatura superficial interna con un ancho del puente térmico menor de 4 cm. La temperatura mínima es 13,2°C y el ancho de la faja con temperatura menor que 13,5°C es solamente de 8 cm.

**Tabla 4 - Características térmicas de los materiales**

Capa	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m.K)	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> .K/W)	Conductancia térmica (W/m <sup>2</sup> .K)
Aire exterior	--	--	0,05	20
Hormigón arcilla expandida	0,04	0,61	0,065	15,25
Cámara de aire	--	--	0,18	5,55
Hormigón arcilla expandida	0,04	0,61	0,065	15,25
Aire interior	--	--	0,14	7,14

**Tabla 5 - Conductancia térmica entre nudos**

Nudos				Transmitancia térmica	
K (ext,1)	K (ext,2)	K (ext,3)	K (ext,4)	---	20
K (1,2)	K (2,3)	K (3,4)	K (13,14)		7,625
K (15,16)	K (14,15)				
K (1,5)	K (2,6)	K (3,7)	K (4,8)		
K (5,6)	K (5,9)	K (9,10)	K (9,13)		
K (10,14)	K (11,15)	K (12,16)			15,250
K (7,11)	K (8,12)			---	5,55
K (6,10)	K (6,7)	K (7,8)	K (10,11)		10,4
K (11,12)					
K (13,int)	K (14,int)	K (15, int)	K (16,int)	---	7,14

**Tabla 6 - Temperatura de nudos sin transmisión lateral**

$t_4$	---	4,5°C	$t_1$	---	°C
$t_8$	---	6,45°C	$t_5$	---	°C
$t_{12}$	---	11,85°C	$t_9$	---	°C
$t_{16}$	---	13,8°C	$t_{13}$	---	°C



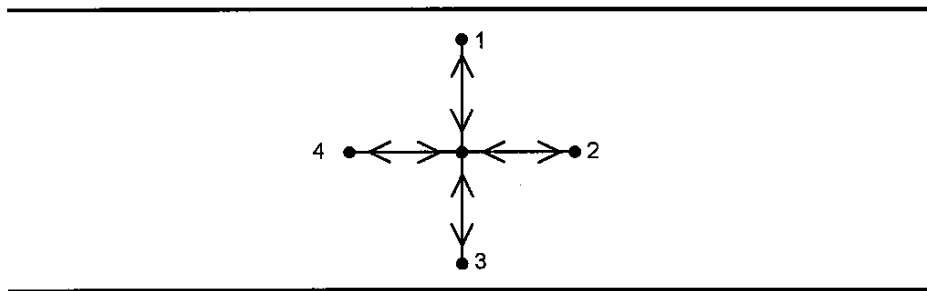


Figura 2 - Cálculo de temperatura con transmitancia lateral

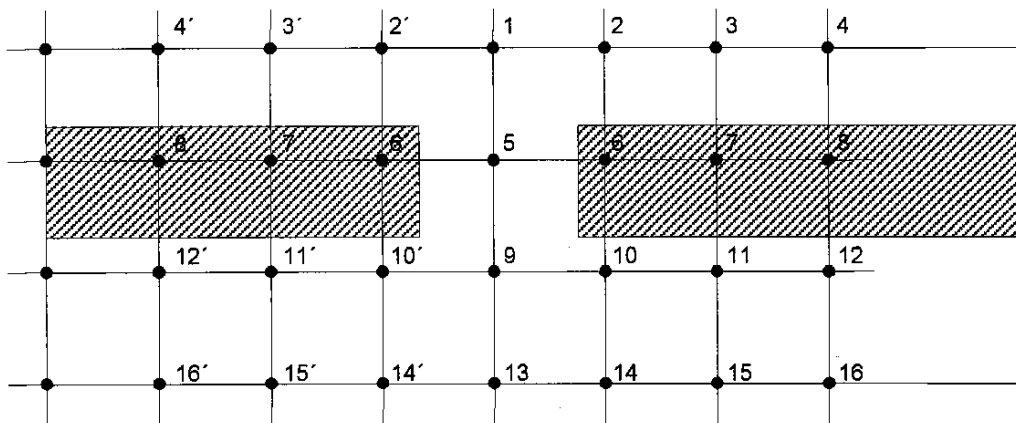
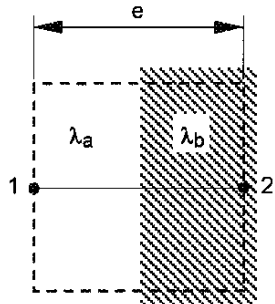
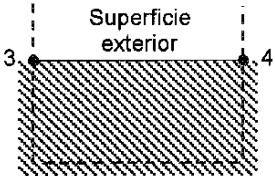


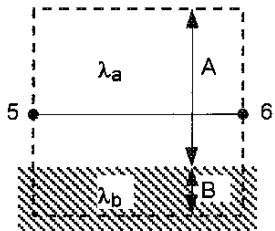
Figura 3 - Malla para cálculo de temperaturas en un puente térmico



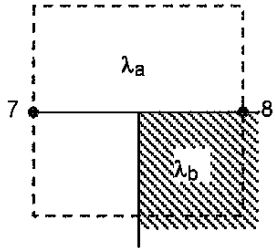
$$K_{1,2} = \frac{1}{\frac{e}{2\lambda_a} + \frac{e}{2\lambda_b}}$$



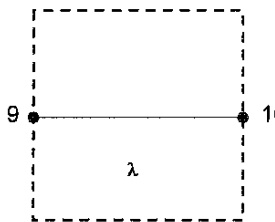
$$K_{3,4} = \frac{\lambda}{2 \cdot e}$$



$$K_{5,6} = \frac{A \cdot \lambda_a + B \cdot \lambda_b}{A + B}$$



$$K_{1,2} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} / \lambda_a + \frac{1}{2} / \lambda_b} + \frac{\lambda_a}{2}}{e}$$



$$K_{9,10} = \frac{\lambda}{e}$$

Figura 4 - Cálculo de transmitancia entre nudos

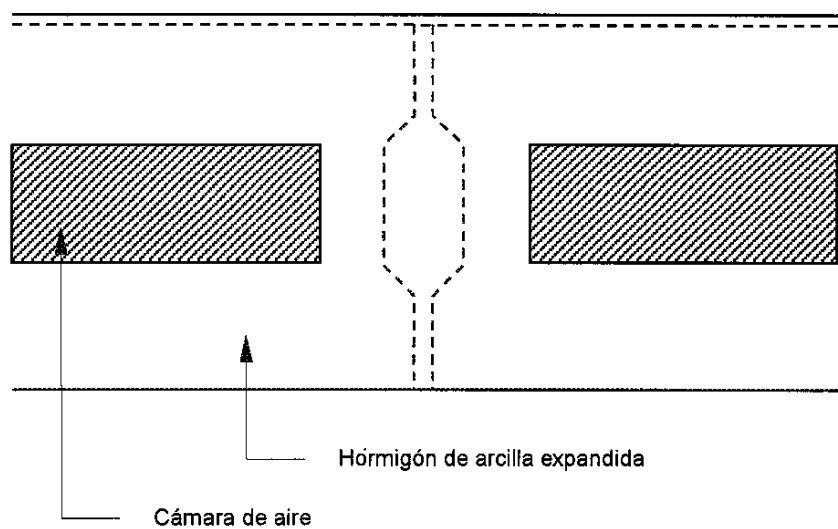


Figura 5 - Puente térmico

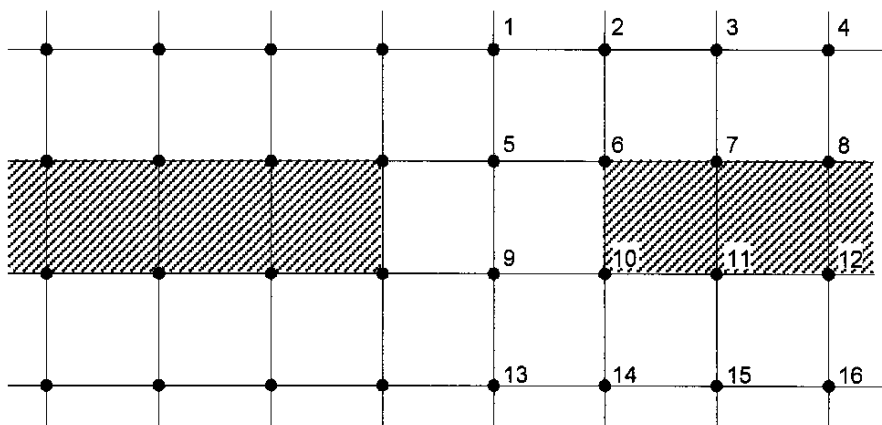


Figura 6 - Superposición de la malla con enumeración de nudos

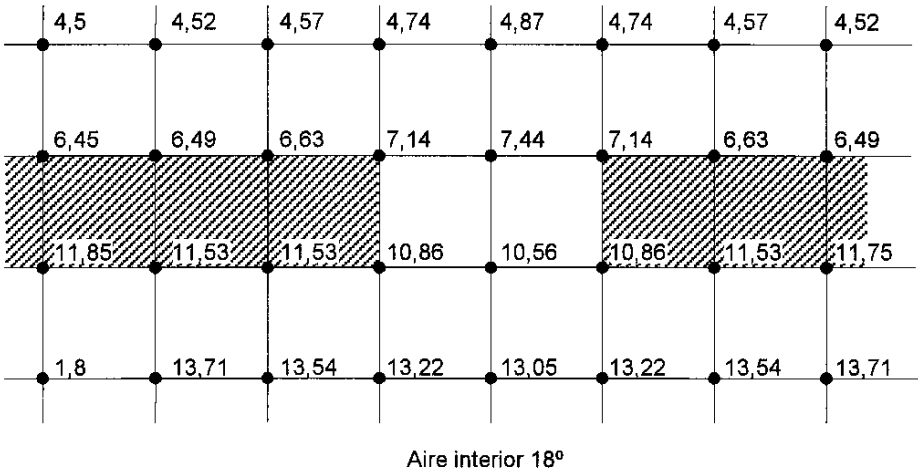


Figura 7 - Temperatura de los nudos alrededor del puente térmico

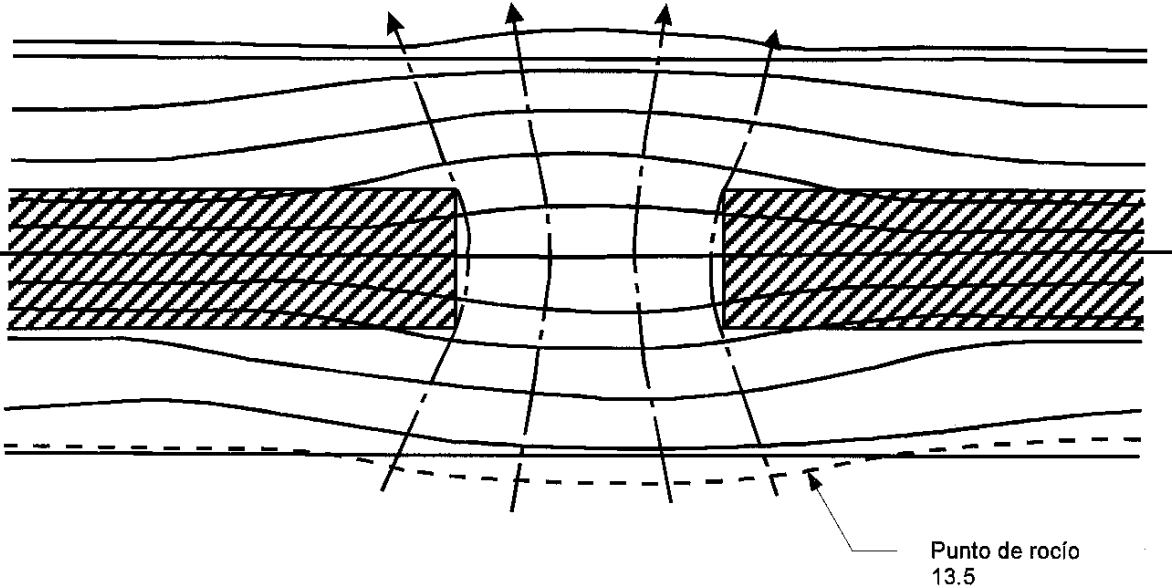


Figura 8 - Isotermas de temperatura y líneas de flujo de calor

**ANEXO B**  
(Informativo)

**Información adicional para la aplicación de esta norma**

**B.1 Niveles de confort higrotérmico.** Para la definición de los tres niveles de confort higrotérmico prescritos en 4.1, se adoptaron los siguientes criterios:

**B.1.1 Condición de invierno**

- a) Verificación de la no existencia de condensación superficial, de acuerdo con la norma IRAM 11625, considerando las siguientes temperaturas interiores de diseño:

Nivel A = 22°C

Nivel B = 20°C

Nivel C = 18°C

- b) Verificación de condiciones de confort, definidas a través de la diferencia entre la temperatura interior de diseño y la temperatura superficial de un cerramiento, que toma los siguientes valores:

Nivel A = 1°C

Nivel B = 2,5°C

Nivel C = 4°C

- c) Para la confección de la tabla 1 se adoptó, para cada temperatura exterior de diseño, el valor menor de K, que verifica simultáneamente las condiciones indicadas en a) y b).

**B.1.2 Condición de verano**

Se define en forma análoga a lo prescripto en B.1.1 b).

**B.2 Valores máximos recomendados de transmitancia térmica para evitar condensación en condiciones críticas**

De acuerdo con lo establecido en el Capítulo 6 Anexos de la norma IRAM 11625:1991 existe un aumento en el riesgo de condensación en las aristas y rincones de los muros, como así también en determinados locales de la vivienda. A los efectos de evitar este fenómeno, se indican a continuación los valores máximos de transmitancia térmica cuya adopción se recomienda para estos casos particulares.

**Tabla 7 - Valores máximos de transmitancia térmica para evitar condensación en condiciones críticas**

en W/m<sup>2</sup>K

Lugar	Nivel de confort		
	A	B	C
Aristas superiores y rincones Aristas verticales a altura media	1,15	1,20	1,30
Aristas y rincones inferiores	0,80	0,85	0,90
Rincones y aristas "protegidas" (interiores de placares sobre muros exteriores) Detrás de muebles en muros externos	0,55	0,60	0,65

**B.3 Protecciones solares**

Para las zonas Ib y IIb, se recomienda el uso de las protecciones solares siguientes:

**Orientación norte:** alero que proyecte una sombra equivalente a la que brinda un voladizo de 1,20 m de saliente ubicado a una altura de 2,60 m.

**Orientación este y oeste:** parasol vertical total, paralelo a la pared a no menos de 0,50 m.

**B.4 Mejoramiento de puentes térmicos**

Cuando se usa un material aislante para "compensar" un puente térmico (un revoque de perlita sobre una columna de hormigón por ejemplo) se recomienda:

- a) Aplicar la aislación sobre el lado interior.
- b) Aplicar la aislación en una faja con un ancho del doble que el ancho de la columna. Para columnas con anchos menores que el espesor de la pared se puede reducir esta faja a 1,5 veces el ancho de la columna.

**B.5 Valores del coeficiente de absorción de la radiación solar**

En la tabla 8 se establecen, a título orientativo, valores del coeficiente de absorción de la radiación solar para distintas superficies exteriores.

**Tabla 8 - Valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores**

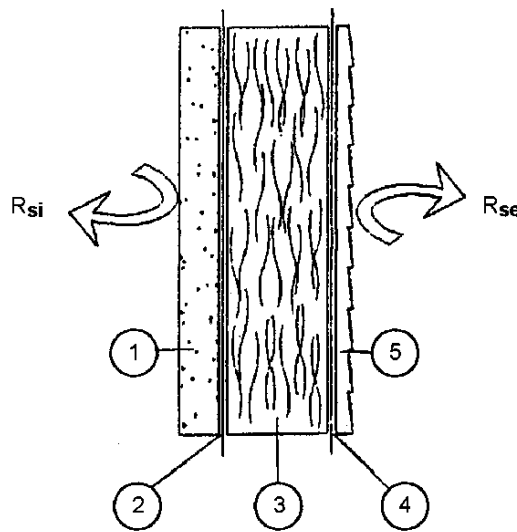
<b>Materiales</b>		<b>Coefficiente de absorción</b>		
Ladrillo común		0,7		
Ladrillos negros oscuros		0,75 a 0,85		
Ladrillos rojos claros		0,50 a 0,60		
Hormigón a la vista		0,70		
Hormigón a la vista (texturado)		0,80		
Hormigón con agregado y cemento blanco		0,50		
Revoque		0,55		
Revoque claro		0,40		
Marfil blanco		0,40 a 0,50		
Baldosas rojas		0,85		
Fibro cemento		0,60		
Aluminio anodizado (natural)		0,45		
Aluminio envejecido		0,80		
Chapa galvanizada		0,50		
<b>Pintura</b>	<b>Claro</b>	<b>Mediano</b>	<b>Oscuro</b>	
Amarillo	0,30	0,50	0,70	
Castaño claro (beige)	0,35	0,55	0,90	
Castaño	0,45	0,75	0,98	
Rojo	0,65	0,80	0,90	
Verde	0,40	0,70	0,85	
Azul	0,40	0,75	0,90	
Gris	0,45	0,65	0,75	
Anaranjado	0,40	0,60	0,75	
Rosa	0,45	0,55	0,70	
Púrpura	0,60	0,80	0,90	
Aluminio		0,45		
Negro			0,95	

**B.6 Ejemplo de verificación de  $K_{MAX ADM}$**

**B.6.1** Se desarrolla a continuación un ejemplo de verificación del cumplimiento de los  $K_{MAX ADM}$  establecidos en la tabla 1, para los tres niveles definidos en 4.1.

Se realiza esta verificación sólo para la condición de invierno. En caso de ser aplicable la verificación para la condición de verano (ver criterio definido en 5.1), se procede en forma análoga, pero en este caso cumpliendo con los  $K_{MAX ADM}$  de la tabla 2, por tratarse de muros.

**B.6.2** Se considera un muro exterior como el descrito en la figura 1.



**Referencias (fig. 1)**

- $R_{si}$  Resistencia térmica superficial interior  $R_{si} = 0,10 \text{ K/W}$  (IRAM 11601)
- ① Panel de roca de yeso,  $\rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3$ ;  $\lambda_1 = 0,37 \text{ W/m.K}$ ; espesor:  $e_1 = 10 \text{ mm}$
- ② Barrera de vapor
- ③ Material aislante térmico liviano,  $\rho_3 = 10 \text{ kg/m}^3$ ;  $\lambda_3 = 0,045 \text{ W/m.K}$
- ④ Aislación hidrófuga
- ⑤ Madera dura,  $\rho_5 = 1200/1400 \text{ kg/m}^3$ ;  $\lambda_5 = 0,34 \text{ W/m.K}$ ; espesor,  $e_5 = 10 \text{ mm}$
- $R_{se}$  Resistencia térmica superficial exterior  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  (IRAM 11601)



**B.6.3** Se calcula la resistencia térmica total del muro ( $R_T$ ) de acuerdo con la norma IRAM 11601.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_3 + R_5 + R_{se} = 0,23 + R_3 \quad (1)$$

siendo:

$R_{si}$ ,  $R_{se}$ ,  $R_1$ ,  $R_3$ ,  $R_5$   $\left( R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \right)$  las magnitudes definidas en las referencias de la figura, en metros cuadrados Kelvin por watt;

**Nota:** Se han despreciado las resistencias térmicas aportadas por la barrera de vapor y por la aislación hidrófuga.

**B.6.4** De acuerdo con la localidad de emplazamiento de la obra, se obtuvo la siguiente temperatura exterior de diseño (IRAM 11603):  $t_{ed} = 0^\circ\text{C}$ .

**B.6.5** Para la  $t_{ed} = 0^\circ\text{C}$  los valores de  $K_{MAX ADM}$  para los tres niveles definidos en 4.1 son los siguientes (tabla 1):

Nivel A:  $0,38 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Nivel B:  $1,04 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Nivel C:  $0,85 \text{ W/m}^2.\text{K}$

**B.6.6** Se calcula la resistencia térmica total necesaria ( $R_{nec}$ ) para cada nivel con la fórmula siguiente:

$$R_{nec} = \frac{1}{K_{MAX ADM}}$$

siendo  $K_{MAX ADM}$  las transmitancia térmica máxima admisible correspondiente a cada nivel indicado en B.6.5, en watt por metro cuadrado kelvin.

**B.6.7** Reemplazando en la fórmula (1)  $R_T$  por  $R_{nec}$  y  $R_3$  por  $\frac{e_{nec}}{\lambda_3}$  se calcula el espesor necesario ( $e_{nec}$ ) de la capa de material aislante térmico que permite cumplir con los tres niveles definidos en 4.1 para las condiciones de este ejemplo (ver B.6.4), con la fórmula siguiente:

$$e_{nec} = \frac{\lambda_3}{R_{nec} - 0,23}$$

siendo:

$e_{nec}$ , el espesor necesario, en metros;

$\lambda_3$  la conductividad térmica del material aislante térmico liviano; en watt por metro kelvin;

$R_{nec}$  la resistencia térmica total necesario calculado en B.6.7, en metros cuadrados kelvin por watt;

**Resultando:**

	<b>Nivel A</b>	<b>Nivel B</b>	<b>Nivel C</b>
$e_{nec}$ (mm)	108	33	14

**ANEXO C**  
(Informativo)

**BIBLIOGRAFÍA**

En la revisión de esta norma se ha tenido en cuenta el antecedente siguiente:

**IRAM - INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES**  
IRAM 11605:1980 - Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica K.

Información suministrada por los miembros del subcomité y propia de IRAM fundamentada en la experiencia obtenida por la aplicación de la edición anterior de esta norma.

\*\*\*\*\*