

# NORMAS DE AISLACION TERMICA: DESARROLLO Y APLICACION

John Martin Evans (\*) y José Reyes (+)

## RESUMEN

Este trabajo presenta las propuestas de revisión de la Norma IRAM 11.605 consideradas por la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico del Instituto de Racionalización de Materiales (IRAM). Datos de características térmicas de paredes y techos, registrados durante un relevamiento de viviendas efectuado por el PIHE, indican un alto grado de incumplimiento de las normas y detectan posibilidades para lograr niveles aceptables de aislación térmica según tipologías de elementos constructivos. También se presenta un programa de investigación que tiene por objetivo profundizar estudios de comportamiento térmico de elementos constructivos, desarrollar propuestas de modificación de la norma mencionada y recomendar características térmicas adecuadas en climas cálidos con gran amplitud térmica.

## INTRODUCCION

La Norma IRAM 11605 [1] establece valores máximos de "K", transmitancia térmica de paredes y techos para cada subzona bioambiental, según la clasificación de la Norma IRAM 11603 [2]. Aunque el objetivo principal de la norma es asegurar condiciones de confort térmico en verano, su aplicación no llega a lograr ese propósito debido a falencias conceptuales de su formulación actual. Además, la norma requiere actualización, ya que su base teórica no incorpora conocimientos actualizados sobre transmisión de calor en régimen transitorio.

Durante 1989, la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de Edificios de IRAM analizó la propuesta desarrollada por el Departamento de Construcciones del INTI para modificar la norma como también evaluó otros enfoques y alternativas considerados en el contexto del conjunto de normas de acondicionamiento térmico de IRAM. Este trabajo incluye un análisis crítico de las mismas.

Se indican variantes de elementos constructivos convencionales que cumplen con la norma existente y las modificaciones propuestas en distintas zonas y subzonas. También se analizan los problemas conceptuales y prácticos del desarrollo de la norma y su aplicación, enfatizando las dificultades de ejecución detectadas en relevamientos de viviendas ya construidas.

Además se presenta el programa de la investigación cuyo objetivo es profundizar los estudios de comportamiento térmico de edificios y desarrollar propuestas de modificación de la norma. Finalmente se agregan algunas consideraciones finales y conclusiones.

(\*) Director, Centro de Investigación Habitat y Energía, FADU-UBA.

(+) Becario, Universidad de Buenos Aires.

## LAS NORMAS IRAM VIGENTES.

Las Normas IRAM de acondicionamiento térmico de edificios (Tabla 1) tienen los siguientes objetivos:

- Adecuar los proyectos a las condiciones climáticas de cada región bioambiental (11.603)
- Usar racionalmente la energía destinada a calefacción de edificios habitacionales en invierno (11.604).
- Controlar el riesgo de condensación superficial e intersticial (11.625).
- Obtener temperaturas confortables de verano en el interior de las viviendas (11.605)

Una serie de normas complementarias indican métodos de cálculo y ensayo, definiciones, unidades y factores de conversión. Aunque las normas no contemplan explícitamente el confort térmico en invierno, implícitamente suponen que ese fin se logra con su aplicación. La inclusión de valores máximos de "K" en la Norma IRAM 11.605 para las zonas bioambientales V y VI corresponde a problemas de confort invernal, conservación de combustibles y control de condensación.

Tabla 1. Síntesis de las Normas IRAM vigentes a la fecha (1989).

Norma	Fecha	Título y contenido
11.548	(1979)	Definiciones, Símbolos y Unidades.
11.601	(1988)	Propiedades Térmicas de los Materiales de la Construcción: Tablas de conductividad, resistencia, absorción y permeabilidad; método de cálculo.
11.603	(1980)	Clasificación Bioambiental de la República Argentina: Definición climática y geográfica de las zonas, pautas de diseño, datos para invierno y verano.
11.604	(1986)	Coefficiente Volumétrico Global "G" de Transmisión Térmica: Método de cálculo y valores máximos.
11.605	(1982)	Valores Máximos Admisibles "K" de Transmitancia Térmica: Valores según subzona y peso superficial.
11.625	(1983)	Verificación de Riesgo de Condensación de Vapor de Agua Superficial e Intersticial en Muros y Techos de Edificios: Método de cálculo y zonas de aplicación.

## DESARROLLO DE LA NORMA IRAM 11.605

La Norma 11.605 actualmente vigente fue aprobada en 1982; fue desarrollada en un plazo reducido a pedido de la Subsecretaría de Vivienda de la Nación, conjuntamente con las Normas 11.603 y 11.604, aprobadas como normas de emergencia. IRAM utiliza este mecanismo para publicar una norma requerida con urgencia. Los valores de la norma surgen de recomendaciones propuestas en una publicación estadounidense sobre vivienda rural (3). Ellos fueron ajustados en forma empírica para permitir el empleo de elementos constructivos tradicionales, tal como el ladrillo cerámico macizo, en las subzonas donde su comportamiento térmico fue considerado satisfactorio.

Los valores máximos varían según el peso superficial de cada elemento (peso / m<sup>2</sup>), con curvas características correspondientes a techos y paredes en distintas zonas o subzonas. Un análisis de los valores indica valores excesivos de "K" para elementos pesados en subzonas cálidas y templadas con gran amplitud térmica.

Debido a deficiencias en las condiciones de habitabilidad estival en viviendas que cumplían con la norma, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda encargó un estudio al INTI. Como resultado, la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico consideró un nuevo proyecto de norma incorporando las recomendaciones de este estudio, en 1987, con las siguientes características:

- Valores máximos de "K" según orientación, color externo, peso superficial y zona bioambiental (sin variaciones por subzonas).
- Limitaciones en el tamaño de aberturas para controlar el ingreso de radiación solar, aumentando la superficie en ventanas con protección eficaz.
- Exigencias que aseguren la inercia térmica del edificio, con un límite mínimo del peso de los elementos interiores.

La variación de "K" según color exterior y peso superficial surge de un programa de simulación térmica. Este indicaba combinaciones de variables que proporcionan condiciones interiores de confort estival equivalentes en las localidades más críticas de cada zona. La Fig. 1 muestra la propuesta para la zona bioambiental IV ( $\alpha = 0.7$ ), con valores de "K" según orientación y peso ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

Aunque, en opinión de los autores, estas propuestas representaban una mejora respecto a la norma anterior, no fueron aceptadas por la mayoría de la Subcomisión debido a su complejidad, valores muy exigentes para elementos constructivos livianos y limitaciones de la superficie de aberturas. Después de varias reuniones, la Subcomisión consideró una propuesta simplificada con el objetivo de mejorar la norma existente sin incorporar todos los requisitos para asegurar confort estival. Esta propuesta redujo el número de variables, estableciendo valores de "K" solo según zona y peso superficial.

Las siguientes modificaciones fueron discutidas para lograr compatibilidad con elementos constructivos existentes y simplificar su aplicación:

- Se consideró que la nueva norma deberá ser igualmente o más exigente que la norma vigente. En algunas zonas fue necesario ajustar la curva según los valores máximos de la norma anterior.
- No se consideraron variaciones de "K" para elementos con un peso superficial menor a  $50 \text{ kg}/\text{m}^2$ , evitándose así valores muy bajos de "K", correspondientes a elementos muy livianos. La Subcomisión estimó que sería difícil aplicar bajos valores en las condiciones económicas actuales.
- Se propuso una serie de elementos constructivos con características térmicas aptas que cumplan con la norma, sin necesidad de presentar cálculos de "K".
- Se incluyeron valores máximos de "K" para las zonas V y VI, considerando que valores orientativos compatibles con las normas IRAM 11.604 y 11.625 facilitarían la tarea del proyectista.

La Fig. 2 indica la propuesta simplificada para la zona IV, con las curvas de los valores máximos de "K" correspondientes a la norma vigente, las curvas de respuesta térmica equivalente propuestas por INTI y la modificación de valores mínimos para elementos livianos. Durante las últimas reuniones de 1989, se volvieron a cuestionar las curvas, ya que los conceptos y la documentación de los estudios originales realizados en 1984 perdían vigencia y la compatibilización de criterios empíricos con modelos matemáticos dificultaba su justificación.

La Subcomisión iniciará su actividad de 1990 evaluando los resultados de un relevamiento realizado por la Subsecretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental, de elementos constructivos considerados aptos en distintas regiones del país. También se requerirá una base teórica para integrar dichas propuestas.

#### CUMPLIMIENTO DE LA NORMA

En relevamientos sobre consumo de energía y características térmicas de viviendas realizados en el norte patagónico, se verificó un alto grado de incumplimiento de la norma IRAM vigente. La Fig. 3 indica valores de "K" de elementos constructivos convencionales, comparados con las curvas de "K" máximo de las zonas IVb y IVc.

Se registraron 20 elementos en 150 viviendas del sector privado, de programas municipales, provinciales y operatorias de FONAVI. Aunque solamente estas últimas deben cumplir con las Normas IRAM, se verificó escasa diferencia en el grado de cumplimiento entre programas alternativos. Se evidencia así que la obligatoriedad de la norma no asegura necesariamente mejores niveles de aislación promedio, respecto a sectores sin normalización.

Dicho relevamiento también señaló tres categorías de elementos constructivos, claramente diferenciados según su peso superficial:

- Pesados (< 350 kg/m<sup>2</sup>): paneles sandwich de hormigón de sistemas convencionales, losas de hormigón y paredes de ladrillos de 30cm.
- Medianos (150 - 250 kg/m<sup>2</sup>): bloques de hormigón con cámaras de aire, bloques cerámicos huecos, losa cerámica con hormigón liviano.
- Livianos (> 100 kg/m<sup>2</sup>): los techos con chapa de zinc, aluminio, tejas, pizarras con aislación, cielorraso de madera o yeso y los muros con bastidores de madera, revestimiento exterior de madera o chapa y paneles interiores de placas de yeso o madera.

Los elementos constructivos livianos necesitan capas de aislación térmica y barreras de vapor. El espesor de las cámaras de aire permiten mejorar la aislación sin necesidad de modificar las dimensiones de otros componentes. En general, los elementos de peso mediano no permiten mejorar significativamente sus características térmicas, aunque se puede aumentar levemente la resistencia eligiendo bloques cerámicos con más cavidades y menor espesor de las paredes internas o bloques de hormigón con cavidades rellenas con aislación. Aumentar la resistencia con capas adicionales de aislación implica costos importantes debido a la necesidad de proteger la aislación, incorporar barreras de vapor, etc.

La construcción convencional, conformada en general por elementos de peso mediano y estructuras de hormigón, incorpora inevitables puentes térmicos que no están contempladas en los valores de la Fig. 3 que indica las características de algunos elementos comparados con la propuesta de la Norma IRAM 11.605.

#### PROGRAMA DE INVESTIGACION

La Universidad de Buenos Aires otorgó una beca de investigación, cuyo objetivo es estudiar el comportamiento térmico de edificios en climas cálidos con gran amplitud térmica y desarrollar propuestas de modificación de la norma. Las etapas previstas son las siguientes:

- Relevamiento de normas y recomendaciones para diseño térmico, con énfasis en la influencia de inercia térmica.
- Relevamiento de elementos constructivos, su comportamiento y aptitud en distintas zonas.
- Simulaciones del comportamiento térmico de distintos elementos según sus características térmicas y condiciones externas.
- Conclusiones y propuestas para mejorar y modificar la norma.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de la Norma 11.605 presenta varios problemas prácticos y teóricos. Las zonas bioambientales corresponden a valores de grados días en invierno y temperaturas máximas de diseño en verano. Sin embargo, la necesidad de incorporar inercia térmica aumenta en climas con gran amplitud y heliofanía intensa. Esta variable climática cambia según las subzonas bioambientales. Por ejemplo, la necesidad de inercia y aislación para superar problemas térmicos estivales es más acuciante en Neuquén (Zona VIb) que en Mar del Plata (Zona VI d).

Muchos elementos constructivos convencionales se encuentran cerca de los límites máximos de "K" correspondientes a la norma existente. En estos casos, el mejoramiento de los niveles de aislación térmica implicará realizar cambios de elementos en vez de modificar levemente composiciones o espesores de sus capas.

La estructura de hormigón en climas fríos (Zonas V y VI) produce puentes térmicos donde se formará condensación superficial, defecto que requiere resolución de detalles constructivos con técnicas costosas y dificultosas. La mampostería autoportante sin estructura de hormigón no es una alternativa viable en zonas sísmicas.

La nueva norma deberá cumplir con los siguientes objetivos: factibilidad económica, facilidad de aplicación y verificación, compatibilización con elementos constructivos convencionales, bases teóricas claras y relevantes. El desarrollo de una propuesta para mejorar la norma que integre dichos aspectos y satisfaga múltiples requerimientos representa un gran desafío.

## NOTAS Y AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los aportes a este trabajo realizados por la Universidad de Buenos Aires (Beca de Investigación) y la Secretaría de Energía (relevamientos efectuados en el marco del convenio con la UBA). Aunque el primer autor es Secretario del Subcomité de IRAM, las opiniones expresadas aquí son exclusivas de los autores.

## REFERENCIAS

- 1). Norma IRAM 11.605, Valores Máximos Admisibles "K" de Transmitancia Térmica, IRAM, Buenos Aires, 1982.
- 2). Norma IRAM 11.603, Clasificación Bioambiental de la República Argentina, IRAM, Buenos Aires, 1980.
- 3). Comunicación personal de miembros de la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de IRAM.

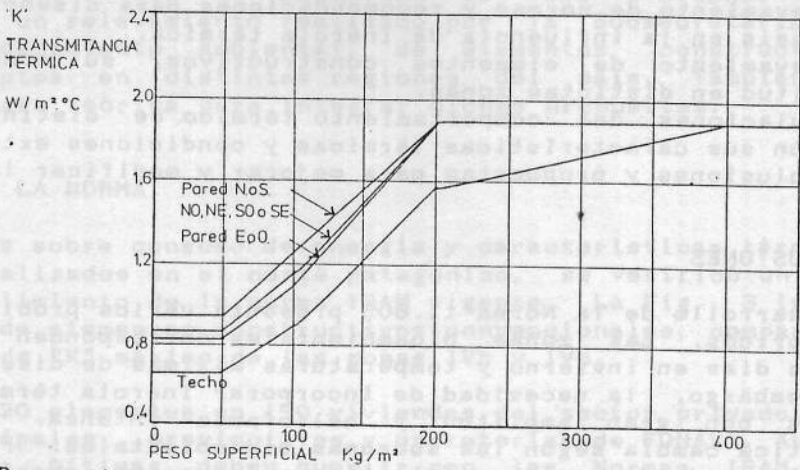


Figura 1. Propuesta para la Zona Bioambiental IV, alfa = 0.7, valores de "K" según orientación y peso (kg/m<sup>2</sup>).

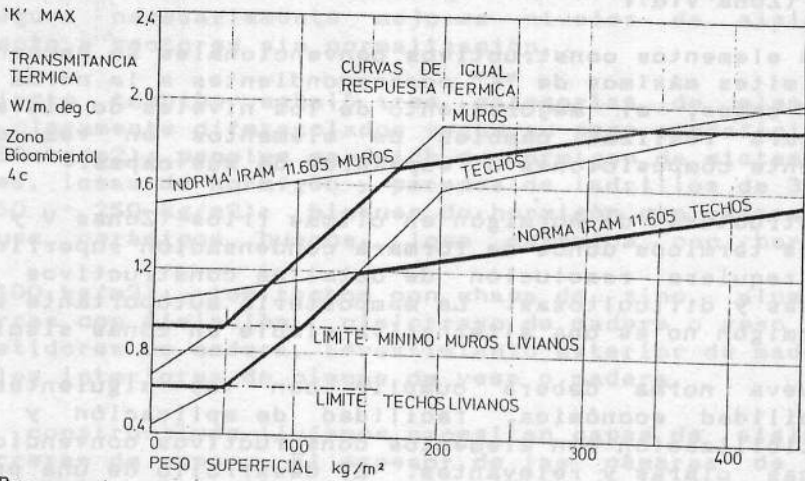


Figura 2. Propuesta simplificada para la Zona Bioambiental IV: curvas de la norma vigente, curvas equivalente y modificación para elementos muy livianos.

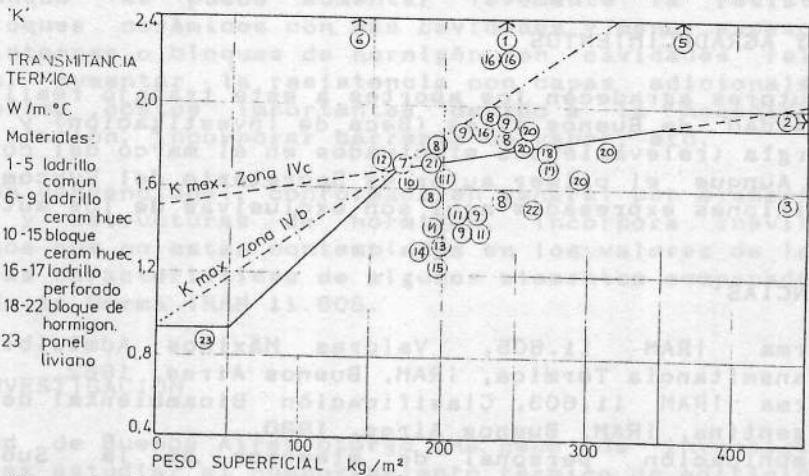


Figura 3. Características de elementos constructivos comparados los límites propuestos en el proyecto de modificación la Norma IRAM 11.605.