Informes de la Construcción Vol. 28, nº 279
Abril de 1976

# aislamiento, bienestar y ahorro de energía

ARTURO GARCIA ARROYO,
Dr. en Ciencias Físicas

190-1

**sinopsis**

**La continua aparición de nuevos materiales, la tendencia general al aligeramiento de las cargas estructurales, el incremento de los niveles individuales de bienestar, la extensión de los equipos mecánicos de acondicionamiento ambiental a la mayoría de las viviendas actualmente en construcción, y el ininterrumpido y sustancial crecimiento en los costos de los combustibles orgánicos, han dado lugar al replanteamiento, en extensión y profundidad, de las bases físico-constructivas en las que descansa la problemática funcional de los recintos habitacionales.**

**Se aborda aquí el estudio comparado de la reglamentación existente, nacional y extranjera, de las necesidades higrotérmicas que han de cumplir los elementos y los recintos que éstos delimitan, para la consecución del confort, dentro de los presupuestos de una efectiva economía.**

**Como ya se advirtió, éste es el último artículo de la serie de tres que han aparecido en números sucesivos de INFORMES DE LA CONSTRUCCION.**

## III. REGLAMENTACION NACIONAL Y EXTRANJERA SOBRE AISLAMIENTO TERMICO EN EDIFICACION *

### 1. INTRODUCCION

Apenas hace 10 años que, en los países más desarrollados de la Europa Occidental, aparecieron los primeros reglamentos y directrices referentes a las exigencias térmicas mínimas que debían cumplir los cerramientos de los locales habitados. Hasta esa fecha, únicamente existían algunas normas sobre el comportamiento físico-mecánico de los materiales de construcción. Así, el buen resultado higrotérmico de la obra descansaba, casi exclusivamente, en la experiencia o intuición de los proyectistas y técnicos que la realizaban.

* La reglamentación extranjera estudiada en este trabajo es, únicamente, la de los países miembros o asociados a la Union Européenne pour l'Agrement Technique dans la Construction (U.E.A.t.c.), es decir: Alemania Federal, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Holanda, Inglaterra, Italia, Noruega y Portugal.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Por un lado, la impetuosa aparición y el rápido desarrollo de la construcción industrializada junto al de un gran número de nuevos materiales básicos y la elevación de los niveles de confortabilidad de los individuos (en especial los de tipo higrotérmico, acústico y de iluminación), por otro, han dado lugar a que los distintos gobiernos dicten normas (de obligado cumplimiento unas y de carácter meramente recomendable otras) sobre las condiciones de aislamiento térmico que deben satisfacer los elementos de cierre de los edificios habitacionales.

Las primeras normas aparecidas son aquellas que fijan las resistencias térmicas mínimas de las paredes exteriores y las cubiertas, o su inversa (coeficientes máximos de transmisión de calor). Estos parámetros garantizan las pérdidas máximas de calor transmitido a través de dichos elementos en función de la diferencia de temperatura existente entre los dos ambientes que separan.

Posteriormente, se tomó en consideración el aspecto de la **habitabilidad** o del **confort térmico** de un local por ser un concepto más claro y completo que el del simple proceso físico del transporte de calor a través de un material, al tener en cuenta los medios activos que deben intervenir en la satisfacción de las exigencias humanas de bienestar, dentro de un criterio económico, como son la calefacción y el aire acondicionado. De esta manera se definieron los coeficientes globales de intercambio de calor en un local, una vivienda o un edificio. Hemos de aclarar que estos coeficientes no invalidan o sustituyen a aquéllos, sino que los complementan.

Los criterios seguidos por cada país para la obtención de esos parámetros fueron y siguen siendo, diversos, si bien convergen, de hecho, en la consecución del mismo fin: obtención de la protección térmica más económica o punto mínimo de la curva resultante de la suma, en cada caso, de las de gastos de calefacción (kilocalorías perdidas por hora y metro cuadrado de superficie) y de construcción (instalación + aislamiento + amortización).

En mayor o menor grado, las variables tomadas en cuenta son las siguientes: climáticas (temperatura exterior, orientación, duración de la temporada de calefacción, etc.), constructivas (resistencia térmica de muros y cubiertas, calidad y dimensiones de las ventanas, geometría del edificio, etc.), instalación (dimensiones, tipo de sistema calefactor, etc.) y económicas (coste de la energía, gastos de instalación y mantenimiento, amortización del edificio, etc.).



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Desgraciadamente, las funciones que ligan estas variables nos son desconocidas, ya que los países respectivos no han suministrado información suficiente, sobre todo en lo que se refiere a los criterios seguidos para la realización de las diferentes divisiones climáticas o para la evaluación financiera a través de los diversos factores económicos que intervienen en el problema. Este desconocimiento hace imposible un estudio comparativo completo de la normativa en nuestro poder. Sin embargo, trataremos de realizar un análisis de la española para enfrentarla, finalmente, con la de los otros miembros de la U.E.A.t.c. De esta confrontación de valores podrán deducirse conclusiones de orden comparativo muy valiosas *.

## 2. EXIGENCIAS TERMICAS DE LAS PAREDES O ELEMENTOS DE LAS MISMAS **.

Hasta el momento presente, el mejor procedimiento para definir el intercambio de calor que se produce entre dos ambientes de distinto nivel térmico, separados por un elemento constructivo de una superficie determinada y en un tiempo dado, es el que toma como factor de proporcionalidad del proceso al coeficiente global de transmisión de calor aire-aire **k**, o su inverso: la resistencia térmica del medio separador **R**.

Mediante la fijación oportuna de dichos parámetros se conseguirá controlar las pérdidas y ganancias caloríficas que se produzcan a través de la **superficie envolvente** de cualquier espacio habitacional, es decir, se habrá definido la capacidad de aislamiento térmico de dicha superficie.

La observancia de los límites fijados deja, sin embargo, un amplio margen de libertad a los arquitectos en la realización de sus proyectos, pues tales valores se podrán conseguir, bien mediante la utilización conveniente de las propiedades termofísicas y dimensionales de casi todos los materiales de construcción orgánicos e inorgánicos, actualmente en uso, o con la combinación apropiada en la obra de varios de ellos.

Antes de seguir adelante es conveniente llamar la atención sobre dos aspectos importantes a tener en cuenta en todo proyecto: existencia de puntos singulares y temperaturas superficiales de las paredes.

Se está hablando de coeficientes globales de transmisión de calor y resistencia térmica de elementos macroscópicamente considerados homogéneos, pero, si por el tipo de cerramiento (panel, sandwich de materiales ligeros, paneles pesados de hormigón, etc.) existen puntos singulares de mayor pérdida de calor, también llamados puentes térmicos (juntas, uniones, bastidores o anclajes metálicos, etc.) éstos deben ser considerados a la hora de determinar el coeficiente global **efectivo** de paso de calor o la resistencia térmica **útil** del cerramiento ***.

* Los datos aquí recogidos son los aportados a la Comisión de Aislamiento térmico de la U.E.A.t.c. por las distintas Delegaciones y, muy especialmente, por el ponente Prof. Uyttenbroeck, de Bélgica.

** Aquí se presentan las exigencias térmicas para condiciones invernales únicamente, puesto que para las estivales, aún no se ha reglamentado nada en ninguno de los países considerados.

*** Para mayor información al respecto pueden verse las Reglas útiles de transmisión de calor publicadas por el Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, de Francia.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

A la hora de fijar los valores que definan el aislamiento térmico de una pared ha de tenerse en cuenta para una zona climática dada, el límite de la temperatura superficial interior de la pared a la cual se corre el riesgo de que aparezcan condensaciones. La mayoría de los países europeos sitúan dicho límite en + 10° ó + 12° C, para una temperatura de confortabilidad del aire interior del local de + 20° C y una del aire externo de — 10° C.

## 2.1. Reglamentaciones españolas

El artículo 152, apartado 1, de las Ordenanzas Municipales de Madrid sobre uso del suelo y edificación, dice textualmente:
«En todo edificio, instalación o actividad de cualquier clase, se asegurará el aislamiento de la humedad, térmico, contra el fuego y acústico».

¿Cabe mayor ambigüedad? Todo y nada se exige a la vez. Evidentemente, los arquitectos madrileños no reciben mucha luz de estas Ordenanzas.

Si los usuarios de viviendas de esta ciudad conocieran y aplicaran este artículo con el mismo rigor con que últimamente se ha venido haciendo con el segundo de la Ley de Prensa actualmente vigente, tendrían derecho a exigir que su vivienda estuviera construida con materiales absolutamente ignífugos e impermeables al agua, aire, sonido y calor; tal material aún no existe.
Otra reglamentación existente en nuestro país es la Ordenanza para viviendas amparadas por el Estado, la cual, en su artículo XXX, dedicado a aislamiento térmico, dice textualmente:

«Hasta que se dicten las Ordenanzas comarcales, se dividirá España en dos grupos. El primero agrupará las regiones que comprende la isoterma de más de 30° o que están por debajo de la de menos 5°, agrupando el segundo grupo las restantes regiones.

»En el primer grupo, los muros tendrán una conductibilidad inferior a 1,4; las cubiertas, cuando no comprendan locales de habitación, una conductibilidad inferior a 1,8 y en caso de ser cubiertas planas o buardillas vivideras, inferior a 1,4.

»En el segundo grupo, los aislamientos de muros y cubiertas serán, respectivamente, los que garanticen conductibilidades de 1,8 y 2,5 (kilocalorías por grado por metro cuadrado por hora).

»Esto se conseguirá en los muros por los espesores suficientes, y en las cubiertas, por la elección del material de cubrición y elementos aislantes.

»La superficie de ventanas será siempre menor de 2/5 de la de muros de fachada.

»Las Ordenanzas comarcales pueden reducir esta superficie.

»Ya se entiende que las isotermas aludidas son la máxima y mínima.»



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

En esta Ordenanza, la diversidad climática del país se restringe a dos zonas solamente: la que podría denominarse **área continental** (condiciones de verano para isotermas superiores a la de + 30° C y la de invierno para las inferiores a la de — 5° C), y el **área costera** (que comprendería las de menor máxima y mayor mínima que la anterior).

Al considerar, de algún modo, las condiciones estivales, parece como si éstas hubieran influido en la definición de los valores máximos admisibles de los coeficientes de aislamiento térmico.
El párrafo cuarto, en el que se hace una referencia indirecta a la capacidad calorífica de los materiales de construcción que conforman los muros y las cubiertas, también puede inducirnos a pensar que así ha sido.
Sin embargo, hemos de negar tal posibilidad, entre otras, por las siguientes razones: no se ha tenido en cuenta la influencia del soleamiento ni el color de las superficies externas, se evita toda referencia cuantitativa a la densidad o peso del elemento de cierre como factor directamente proporcional a la inercia térmica del mismo y, por consiguiente, al amortiguamiento y desfase de la onda calorífica, etc. Esto nos obliga a creer que la redacción de aquel párrafo va dirigido a consideraciones de tipo estructural más que de carácter higrotérmico.

Es obvio que los coeficientes definidos en esa reglamentación no son, en ningún caso, los allí denominados de conductibilidad térmica, los cuales son una propiedad intrínseca de la materia a través de la cual se cuantifica su facultad conductora de calor, sino los **coeficientes globales de transmisión de calor** o de **aire-aire** * que expresan la proporcionalidad del paso total de calor (conducción + radiación + + convección) entre dos ambientes.

Por último, los valores elegidos son muy generosos, sobre todo para las regiones climáticas donde las condiciones de invierno, en lo que a temperatura, humedad y ventilación se refiere, son bastante rigurosas. Aquí, los edificios construidos con cerramientos dotados de un poder aislante próximo a los valores límites dados sufrirán una importante pérdida de calor y estarán en constante riesgo de que se produzcan condensaciones sobre las caras interiores de sus paredes. De todos modos, en tanto no se dicten nuevas normas al respecto **, estos coeficientes deben tomarse, bajo el aspecto técnico, con no pocas reservas, cualquiera que sea el área climática a que se apliquen.

* Para mayor información sobre la diferencia entre éstos u otros parámetros termofísicos de los materiales y elementos estructurales, ver el artículo de esta serie publicado en el número 277 de esta revista, sobre Aislamiento, bienestar y ahorro de energía.

** Una Comisión del Ministerio de la Vivienda está trabajando actualmente en la redacción de una norma básica sobre aislamiento térmico de edificios.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

## 2.2. Reglamentaciones extranjeras

En las tablas I y II se presenta una recopilación bastante amplia de las resistencias térmicas mínimas de los diversos elementos de cierre de edificios que se exigen en distintos países europeos pertenecientes a la U.E.A.t.c.

Aparte de las observaciones que al respecto se realizaron al principio de este trabajo, y a fin de que los lectores establezcan los análisis comparativos que estimen oportunos, se ha de hacer notar que:

a) La resistencia térmica considerada es la del elemento constructivo únicamente, es decir, la existente entre las caras exterior e interior del mismo sin tener en cuenta la debida a las capas de aire en contacto con aquéllas. Por ello, al pasar los valores españoles a las tablas siguientes se han deducido 0,18 $m^2 \cdot h \cdot {}^\circ C/kcal$ que es la magnitud estimada como suma de las resistencias superficiales.

b) En virtud de los diversos criterios seguidos en cada país para la división climática de los mismos es imposible establecer una correlación exacta entre las distintas regiones, sin embargo, en términos generales, pueden admitirse como bastante coincidentes.

c) Todos los valores presentados en las tablas siguientes vienen expresados en $m^2 \cdot K/W$.

**NOTAS A LAS TABLAS I Y II**

(1) Local habitado.

(2) Puntos entre los que deben calcularse las resistencias térmicas.

(3) Eventualmente para las diferentes zonas climáticas.

(4) Estos valores entrarán en vigor para todo el país a partir de 1975.

(5) Masa de la pared en kilogramos por metro cuadrado de superficie.

(6) **m** = moderada; **s** = suficiente y **b** = buena.

(7) Peso total en $kp/m^2$, incluyendo la cubierta.

(8) El valor de la resistencia térmica incluye la de la tierra de acuerdo con las reglas específicas de cálculo.

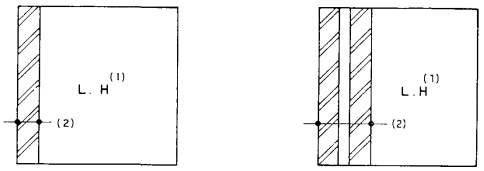


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

## TABLA I. PAREDES VERTICALES

### 1.1 MUROS EXTERIORES (macizos o con cámara de aire no ventilada)

**ESQUEMA GENERAL**




| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ALEMANIA** | En vigor (DIN 4 108-69) | I | II | III (4) | |
| | M (5) ≤ 20 kp/m² | 1,12 | 1,59 | 2,24 | |
| | 21 ≤ M ≤ 50 kp/m² | 0,86 | 1,20 | 1,72 | |
| | 51 ≤ M ≤ 100 kp/m² | 0,60 | 0,82 | 1,12 | |
| | 101 ≤ M ≤ 150 kp/m² | 0,47 | 0,56 | 0,77 | |
| | 151 ≤ M ≤ 200 kp/m² | 0,43 | 0,52 | 0,64 | |
| | 201 ≤ M ≤ 300 kp/m² | 0,39 | 0,47 | 0,56 | |
| | Para regiones situadas por encima de los 600 m sobre el nivel del mar, $R_{minima}$ | 0,64 | | | |
| **BELGICA** | M < 100 kp/m² | 1,29 | | | |
| | 101 ≤ M ≤ 175 kp/m² | 1,08 | | | |
| | 176 ≤ M ≤ 250 kp/m² | 0,64 | | | |
| | 251 ≤ M kp/m² | 0,45 | | | |
| **DINAMARCA** | M ≤ 100 kp/m² | 1,50 | | | |
| | M > 100 kp/m² | 0,83 | | | |
| | Excepción: Para muros de edificios con tres o más plantas | 0,60 | | | |
| **ESPAÑA** | | I | II | | |
| | Masas medias de 500 kp/m² | 0,31 | 0,45 | | |
| **FRANCIA** | Calefacción no eléctrica | C | B | A | |
| | Muros de casas individuales y piñones de inmuebles colectivos: | | | | |
| | M < 150 kp/m² | 0,70 | 0,70 | 0,70 | |
| | 151 ≤ M ≤ 250 kp/m² | 0,54 | 0,60 | 0,60 | |
| | 251 ≤ M ≤ 350 kp/m² | 0,43 | 0,54 | 0,54 | |
| | 351 ≤ M ≤ 450 kp/m² | 0,40 | 0,50 | 0,50 | |
| | 351 ≤ M ≤ 600 kp/m² | 0,37 | 0,43 | 0,43 | |
| | 601 ≤ M kp/m² | 0,33 | 0,40 | 0,40 | |
| | Fachadas de inmuebles colectivos: | | | | |
| | M < 150 kp/m² | 0,70 | 0,70 | 0,70 | |
| | 151 ≤ M ≤ 250 kp/m² | 0,50 | 0,54 | 0,60 | |
| | 251 ≤ M ≤ 350 kp/m² | 0,40 | 0,43 | 0,54 | |
| | 351 ≤ M ≤ 450 kp/m² | 0,33 | 0,40 | 0,50 | |
| | 451 ≤ M ≤ 600 kp/m² | 0,30 | 0,37 | 0,43 | |
| | 601 ≤ M kp/m² | 0,28 | 0,33 | 0,40 | |
| **HOLANDA** | En función de la calidad: | m (6) | s (6) | b (6) | |
| | M ≤ 100 kp/m² | 0,86 | 1,03 | 1,29 | |
| | 101 ≤ M ≤ 250 kp/m² | 0,60 | 0,86 | 1,29 | |
| | 251 ≤ M kp/m² | 0,43 | 1,03 | 1,29 | |
| **INGLATERRA** | También para cubiertas con pendiente superior a 70° y que separan un L.H del ambiente exterior | 0,82 | | | |
| **NORUEGA** | | IV | III | II | I |
| | M ≤ 100 kp/m² | 1,56 | 1,56 | 1,99 | 1,99 |
| | M ≥ 101 kp/m² | 0,79 | 0,79 | 1,06 | 1,28 |
| | Permitido en áreas muy restringidas | 0,62 | 0,62 | 0,79 | 0,91 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

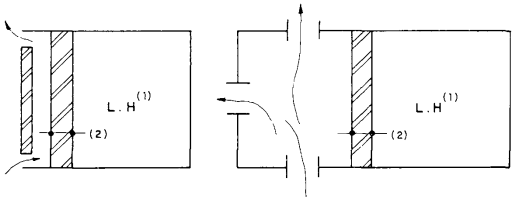
## TABLA I. PAREDES VERTICALES

**1.2**

MUROS EXTERIORES HUECOS ventilados

MUROS INTERIORES entre L.H y espacio no calefactado, no aislado y bien ventilado

**ESQUEMA GENERAL**

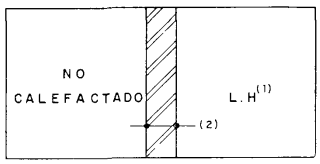



| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | |
|---|---|---|---|---|
| **ALEMANIA** | En vigor (DIN 4 108-69): | I | II | III (4) |
| | M ≤ 20 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,12 | 1,59 | 2,24 |
| | 21 ≤ M ≤ 50 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,86 | 1,20 | 1,72 |
| | 51 ≤ M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,60 | 0,82 | 1,12 |
| | 101 ≤ M ≤ 150 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,47 | 0,56 | 0,77 |
| | 151 ≤ M ≤ 200 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,43 | 0,52 | 0,64 |
| | 201 ≤ M ≤ 300 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,39 | 0,47 | 0,56 |
| | Para regiones situadas por encima de los 600 m sobre el nivel del mar, $R_{minima}$ ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 0,64 | |
| **BELGICA** | M < 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 1,29 | |
| | 101 ≤ M ≤ 175 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 1,03 | |
| | 176 ≤ M ≤ 250 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 0,54 | |
| | 251 ≤ M kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 0,28 | |
| **DINAMARCA** | Ver 1.1. La resistencia total debe calcularse teniendo en cuenta la de la cámara de aire y cualquier otro elemento interior de dicho espacio, como pantallas reflectantes, etc. | | — | |
| **ESPAÑA** | Ver 1.1. Tener en cuenta lo dicho para Dinamarca ... ... ... ... | | — | |
| **FRANCIA** | Calefacción no eléctrica. | C | B | A |
| | Muro de casas individuales y entre L.H y garaje no calefactado y no aislado ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,34 | 0,38 | 0,41 |
| **HOLANDA** | Ver 1.1. Tomar en cuenta las observaciones de Dinamarca ... | | — | |
| **INGLATERRA** | Muro entre L.H y desván ... ... ... ... ... ... ... ... | | 0,82 | |
| | Muro entre L.H y espacio no calefactado con paredes exteriores cuya proporción de huecos es: | | | |
| | > 30 % de la superficie de paredes exteriores ... | | 0,82 | |
| | < 30 % de la superficie de paredes exteriores ... | | 0,41 | |
| **NORUEGA** | Ver 1.1. Tomar en cuenta las observaciones de Dinamarca ... | | | |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

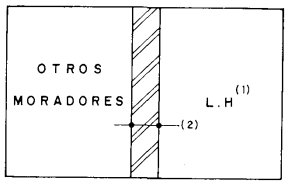
**TABLA I. PAREDES VERTICALES**

| 1.3 | MUROS INTERIORES entre L.H y espacios no calefactados, pero normalmente aislados y ventilados | |
|---|---|---|
| ESQUEMA GENERAL |   | |
| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) |
| ALEMANIA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — |
| BELGICA | Muro interior entre L.H y local no calefactado, pero aislado y normalmente ventilado, ocupado por el mismo morador que el L.H ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,26 |
| DINAMARCA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — |
| ESPAÑA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — |
| FRANCIA | Debe calcularse en cada caso la resistencia total (cara a cara) entre L.H y la cara exterior del local no calefactado. Satisfará a 1.1 ... ... ... ... ... ... ... ... | — |
| HOLANDA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — |
| INGLATERRA | Muro interior entre L.H y un espacio no calefactado del mismo edificio ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,41 |
| NORUEGA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — |

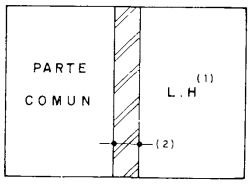


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

## TABLA I. PAREDES VERTICALES

| 1.4 | MUROS INTERIORES entre L.H y espacios ocupados por otros moradores | | | |
|---|---|---|---|---|
| ESQUEMA GENERAL |   | | | |
| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | |
| ALEMANIA | Edificios sin calefacción central ... ... ... ... ... ... ...<br>Edificios con calefacción central ... ... ... ... ... ... ... | 0,26<br>0,07 | | |
| BELGICA | Resistencia media a calcular en cada punto ... ... ... | 0,35 | | |
| DINAMARCA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| ESPAÑA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| FRANCIA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| HOLANDA | | m (6) | s (6) | b (6) |
| | | — | 0,17 | 0,34 |
| INGLATERRA | Muro interior entre L.H y un espacio de otro edificio. | 0,41 | | |
| NORUEGA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |

## TABLA I. PAREDES VERTICALES

| 1.5 | MUROS INTERIORES entre L.H y partes comunes del edificio (por ejemplo, cajas de escaleras) | | | |
|---|---|---|---|---|
| ESQUEMA GENERAL |   | | | |
| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | |
| ALEMANIA | La resistencia debe calcularse en cada caso ... ... ... | 0,26 | | |
| BELGICA | Debe considerarse como el caso 1.4 ... ... ... ... ... | — | | |
| DINAMARCA | Si la parte común está calefactada no existe ninguna exigencia; caso contrario, debe tratarse como en 1.3. | — | | |
| ESPAÑA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| FRANCIA | Si la parte común no está calefactada, la resistencia (cara a cara) entre L.H y la cara exterior de la parte común debe satisfacer a 1.1 ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| HOLANDA | Entre L.H y caja de escalera u otro espacio no perteneciente a la vivienda ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | m (6) | s (6) | b (6) |
| | | 0,26 | 0,26 | 0,52 |
| INGLATERRA | Igual que en 1.2 ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| NORUEGA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |

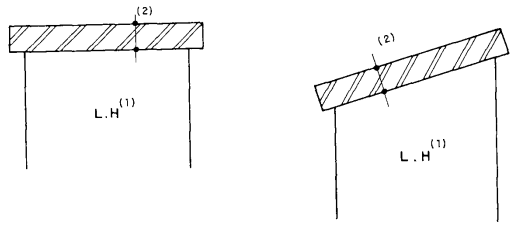


© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

## TABLA II. PAREDES HORIZONTALES

### 2.1 CUBIERTA HORIZONTAL O INCLINADA no ventilada (techo caliente)

**ESQUEMA GENERAL**

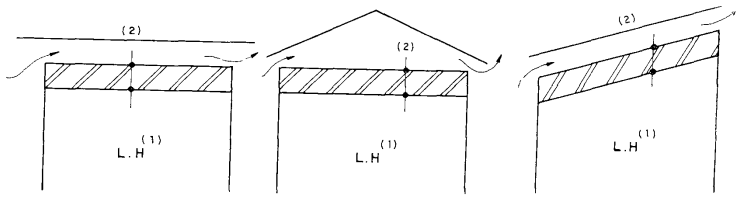



| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | |
|---|---|---|---|---|
| **ALEMANIA** | En vigor (DIN 4 108-69): | I | II | III (4) |
| | M ≤ 20 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,12 | 1,59 | 2,24 |
| | 21 ≤ M ≤ 50 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,07 | 1,20 | 1,72 |
| | 51 ≤ M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,07 | 1,07 | 1,12 |
| | 101 ≤ M ≤ 150 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,07 | 1,07 | 1,07 |
| | $R_{minima}$ en cada punto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,77 (4) | | |
| **BELGICA** | 40 ≤ M ≤ 70 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,47 | | |
| | 71 ≤ M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,29 | | |
| | 101 ≤ M ≤ 175 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,20 | | |
| | 176 ≤ M ≤ 250 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,03 | | |
| | 250 ≤ M kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,95 | | |
| **DINAMARCA** | | 2,05 | | |
| **ESPAÑA** | | I | II | |
| | | 0,18 | 0,45 | |
| **FRANCIA** | | C | B | A |
| | Calefacción no eléctrica ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,57 | 0,73 | 0,91 |
| **HOLANDA** | | m (6) | s (6) | b (6) |
| | M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,86 | 1,03 | 1,29 |
| | M ≥ 101 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,69 | 0,86 | 1,29 |
| **INGLATERRA** | Para $\alpha \geq 70°$ se considera como en 1.1 ... ... ... ... .. | 0,82 | | |
| | Para $\alpha < 70°$ ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,51 | | |
| **NORUEGA** | | IV | III | II | I |
| | Construcción de madera ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,99 | 1,99 | 2,30 | 2,30 |
| | Construcción no de madera ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,56 | 1,56 | 1,99 | 1,99 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

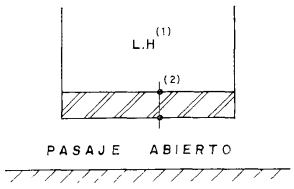
**TABLA II. PAREDES HORIZONTALES**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **2.2** | CUBIERTA VENTILADA (techo frío)<br>TECHO entre L.H y espacio no aislado, no calefactado y bien ventilado (por ejemplo, desván ventilado) | | | |
| **ESQUEMA GENERAL** |  | | | |
| **PAIS** | **OBSERVACIONES** | R = m²·K/W (3) | | |
| **ALEMANIA** | En vigor (DIN 4 108-69): | I | II | III (4) |
| | M (7) ≤ 20 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,12 | 1,59 | 2,24 |
| | 21 ≤ M ≤ 50 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,86 | 1,20 | 1,72 |
| | 51 ≤ M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,64 | 0,82 | 1,12 |
| | 101 ≤ M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,64 | 0,64 | 0,77 |
| | 200 ≤ M kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| | $R_{minima}$ en cada punto ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,43 (4) | | |
| **BELGICA** | M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,29 | | |
| | 101 ≤ M ≤ 175 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,16 | | |
| | 176 ≤ M ≤ 250 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,91 | | |
| | 251 ≤ M kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,78 | | |
| **DINAMARCA** | Caso comprendido en 2.1, siempre que se calcule la **R** total, teniendo en cuenta la resistencia del espacio de aire y cualquier otro elemento interior de dicho espacio como las pantallas reflectantes ... ... ... ... ... | — | | |
| **ESPAÑA** | | I | II | |
| | Resistencia de la cubierta (cara a cara) entre el desván y el ambiente exterior ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,18 | 0,31 | |
| **FRANCIA** | | C | B | A |
| | Calefacción no eléctrica<br>Si todo el aislamiento se coloca en el techo ... ... ... | 0,37 | 0,51 | 0,75 |
| | Si el aislamiento se reparte es necesario hacer el cálculo y satisfacer a 2.1 ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| **HOLANDA** | Igual que en 2.1 ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| **INGLATERRA** | Paredes entre L.H y espacios de desván ... ... ... ... | 0,82 | | |
| **NORUEGA** | | IV | III | II | I |
| | Techos entre L.H y áticos fríos: | | | | |
| | Techos de madera ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,99 | 1,99 | 2,30 | 2,30 |
| | Techos no de madera ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,56 | 1,56 | 1,99 | 1,99 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

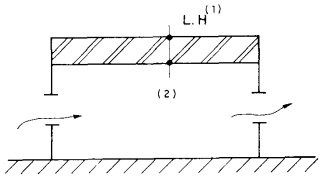
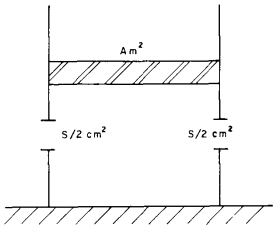
**TABLA II. PAREDES HORIZONTALES**

| 2.3 | FORJADOS entre L.H y ambiente exterior | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESQUEMA GENERAL |   | | | | |
| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | | |
| ALEMANIA | | I | II (4) | III | |
| | En vigor (DIN 4 108-69): | | | | |
| | Media ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,29 | 1,51 | 1,72 | |
| | En cada punto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,95 | 1,12 | 1,29 | |
| BELGICA | 40 ≤ M ≤ 70 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,47 | | | |
| | 71 ≤ M ≤ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,29 | | | |
| | 101 ≤ M ≤ 175 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,20 | | | |
| | 176 ≤ M ≤ 250 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... .. | 1,03 | | | |
| | 251 ≤ M kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,95 | | | |
| DINAMARCA | | 2,05 | | | |
| ESPAÑA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | | |
| FRANCIA | | C | B | A | |
| | Calefacción no eléctrica ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,73 | 0,83 | 1,03 | |
| HOLANDA | Igual que en 2.1 ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | | |
| INGLATERRA | | 0,73 | | | |
| NORUEGA | | IV | III | II | I |
| | | 1,94 | 1,94 | 2,25 | 2,25 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

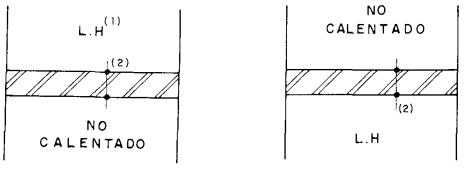
**TABLA II. PAREDES HORIZONTALES**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **2.4** | FORJADOS entre L.H y espacios no calentados, no aislados y bien ventilados (ejemplo, espacio sanitario ventilado) | | | |
| **ESQUEMA GENERAL** |  | | | |
| **PAIS** | **OBSERVACIONES** | **R = m²·K/W (3)** | | |
| | | **I** | **II (4)** | **III** |
| **ALEMANIA** | En vigor (DIN 4 108-69): | | | |
| | Media ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,29 | 1,51 | 1,72 |
| | En cada punto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,95 | 1,12 | 1,29 |
| **BELGICA** | M ⩽ 100 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 1,29 | |
| | 101 ⩽ M ⩽ 175 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 1,16 | |
| | 176 ⩽ M ⩽ 250 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 0,91 | |
| | 251 ⩽ M kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 0,78 | |
| **DINAMARCA** | | | 1,41 | |
| **ESPAÑA** | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | — | |
| **FRANCIA** | Calefacción no eléctrica: | **C** | **B** | **A** |
| |  No o muy poco ventilado **S/A** ⩽ 2 | — | — | — |
| | Débilmente ventilado 2 ⩽ **S/A** ⩽ 10 | — | — | 0,28 |
| | Muy ventilado 10 ⩽ **S/A** | 0,31 | 0,42 | 0,58 |
| **HOLANDA** | Igual que en 2.1. ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | — | |
| **INGLATERRA** | Si el forjado es estanco al aire y sin ventilación, no existe ninguna exigencia ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | 0,73 | |
| **NORUEGA** | Igual que en 2.3 ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | | — | |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc) http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

**TABLA II. PAREDES HORIZONTALES**

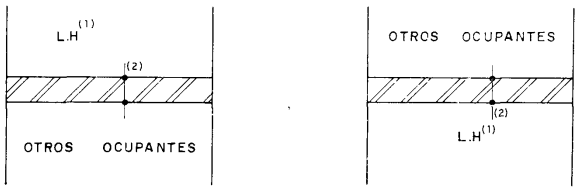
| 2.5 | TECHOS O FORJADOS entre L.H y espacios no calentados, pero normalmente aislados y ventilados, ocupados por los mismos moradores |
|---|---|
| **ESQUEMA GENERAL** |   |

| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ALEMANIA** | En vigor (DIN 4 108-69): | | | | |
| | Forjado entre L.H y sótano: | | | | |
| | Media ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,65 | | | |
| | En cada punto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,43 | | | |
| | Media ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,86 (4) | | | |
| | En cada punto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,43 (4) | | | |
| **BELGICA** | | 0,35 | | | |
| **DINAMARCA** | Sobre local no calentado ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,41 | | | |
| | Sobre local ligeramente calentado ... ... ... ... ... ... ... | 1,01 | | | |
| **ESPAÑA** | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | | |
| **FRANCIA** | Calefacción no eléctrica: | C | B | A | |
| | Forjado entre L.H y sótano cerrado, no calentado u otro tipo de local no calentado: | | | | |
| | Todo el aislamiento sobre el forjado ... ... ... ... | 0,31 | 0,42 | 0,58 | |
| | Aislamiento repartido entre el forjado y las paredes del local no calentado. Hacer el cálculo y cumplir las resistencias dadas en 2.3, es decir, | 0,73 | 0,83 | 1,03 | |
| **HOLANDA** | | m (6) | s (6) | b (6) | |
| | | 0,17 | 0,26 | 0,52 | |
| **INGLATERRA** | Forjados o techos entre L.H y locales no calentados del mismo edificio ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,41 | | | |
| **NORUEGA** | | IV | III | II | I |
| | | 1,09 | 1,09 | 1,38 | 1,38 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

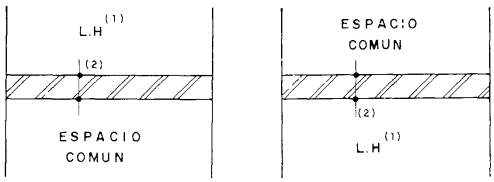
**TABLA II. PAREDES HORIZONTALES**

| 2.6 | TECHOS O FORJADOS entre L.H y espacios ocupados por otros moradores | | | |
|---|---|---|---|---|
| **ESQUEMA GENERAL** |   | | | |
| **PAIS** | **OBSERVACIONES** | **R = m²·K/W (3)** | | |
| **ALEMANIA** | Los dos L.H están calentados por calefacción central.<br>Los dos L.H están calentados independientemente ...<br>NOTA: **R** se calcula en cada punto. | 0,17<br>0,34 | | |
| **BELGICA** | Resistencia media ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,43 | | |
| **DINAMARCA** | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| **ESPAÑA** | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| **FRANCIA** | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| **HOLANDA** | | **m (6)** | **s (6)** | **b (6)** |
| | Independientemente de que los dos L.H estén calefactados por el mismo sistema, o no ... ... ... ... ... | — | 0,17 | 0,34 |
| **INGLATERRA** | | 0,41 | | |
| **NORUEGA** | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

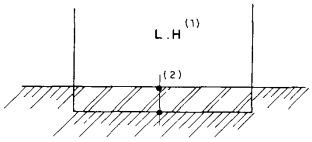
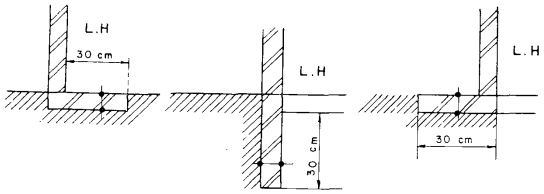
**TABLA II. PAREDES HORIZONTALES**

| 2.7 | TECHOS O FORJADOS entre L.H y espacios comunes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESQUEMA GENERAL |   | | | | |
| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | | |
| ALEMANIA | Igual que en 2.6 ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | | |
| BELGICA | Tipo no previsto que debe tratarse como en 2.6 ... ... | — | | | |
| DINAMARCA | Si el espacio común no está calentado ... ... ... ... ... | 1,41 | | | |
| | Si el espacio común está muy calentado (por ejemplo, sala de calderas) ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 1,41 | | | |
| | En otros casos no hay exigencia ... ... ... ... ... ... ... | — | | | |
| ESPAÑA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | | |
| FRANCIA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | | |
| | Si el espacio común no está calentado ver 2.5 ... ... | — | | | |
| HOLANDA | | m (6) | s (6) | b (6) | |
| | Separación entre L.H y caja de escalera o espacio común ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,26 | 0,26 | 0,52 | |
| INGLATERRA | Si el espacio común tiene paredes exteriores: | | | | |
| | Con menos del 30 % de huecos ... ... ... ... ... ... | 0,41 | | | |
| | Con más del 30 % de huecos ... ... ... ... ... ... ... | 0,82 | | | |
| NORUEGA | | IV | III | II | I |
| | Si la parte común no está calefactada ver 2.5 ... ... | 1,09 | 1,09 | 1,38 | 1,38 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

**TABLA II. PAREDES HORIZONTALES**

| 2.8 | FORJADOS en contacto con el terreno | | | |
|---|---|---|---|---|
| ESQUEMA GENERAL |  | | | |
| PAIS | OBSERVACIONES | R = m²·K/W (3) | | |
| ALEMANIA | Resistencia en cada punto ... ... ... ... ... ... ... ... ... | 0,86 | | |
| BELGICA | | 0,43 | | |
| DINAMARCA | Para forjados de < 400 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ...<br>Para forjados de > 400 kp/m² ... ... ... ... ... ... ... ... | 2,05 (8)<br>1,16 (8) | | |
| ESPAÑA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| FRANCIA | Calefacción no eléctrica:<br>Se prevé una banda de aislamiento alrededor de todo el edificio de, al menos, 30 cm de ancho, cuya resistencia térmica mínima será de ... ... ... ... ...<br>Ejemplos:<br>  | C | B | A |
| | | — | 0,30 | 0,45 |
| HOLANDA | | m (6) | s (6) | b (6) |
| | | 0,17 | 0,26 | 0,52 |
| INGLATERRA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |
| NORUEGA | Tipo no previsto ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... | — | | |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

## 3. EXIGENCIAS TERMICAS A NIVEL DE RECINTO HABITACIONAL

Las normas de aislamiento térmico de los edificios, presentadas en el apartado 2, proporcionan las exigencias relativas a la protección que debe ser conseguida a fin de garantizar unas condiciones ambientales interiores de bienestar, así como evitar la aparición de fenómenos de condensación de vapor de agua sobre las superficies interiores de las paredes envolventes en todo recinto habitable, pero sin tener en cuenta el consumo de energía que sería necesario para el mantenimiento del equipo mecánico acondicionador, imprescindible, en la mayoría de los casos, para la consecución de dicha confortabilidad.

La aparición de la crisis de energía en el otoño de 1973, no por menos esperada más sorprendente, junto a la tendencia continuamente alcista del precio del crudo, vino a plantear un problema fundamental en el terreno de los procedimientos y sistemas generadores de calor y frío de los edificios, ya que, a fin de cuentas, en el consumo de distintos productos petrolíferos descansaba la mayor fuente de alimentación de estos sistemas.

Esta situación produjo honda preocupación en todos los gobiernos de los países carentes de grandes reservas petrolíferas y, muy particularmente, a los del área desarrollada de la Europa Occidental, donde el nivel de consumo había alcanzado las cotas del despilfarro.

Tan pronto como sus intereses nacionales y su agilidad burocrática se lo permitieron, comenzaron a dictar normas tendentes a contener o regular la adquisición de tales productos en todas las áreas de la vida comunitaria donde esto fuera posible, y, evidentemente, la edificación lo era. Durante años se había construido con la mayor alegría y despreocupación; la moda, el capricho y la incompetencia permitieron que se levantaran miles de edificios térmicamente inadecuados para el lugar donde se ubicaban o para la función que debían desempeñar, fiando la obtención del bienestar, en el mejor de los casos, a un equipo acondicionador de elevadísimo precio y oneroso mantenimiento *.

Partiendo pues de un mismo fin, como era el de ahorrar energía, dentro del campo de la edificación, cada país siguió un criterio propio en el modo de alcanzarlo; si bien, todos coincidieron en que a través de la definición y limitación de un **índice global máximo de pérdida de calor** en un recinto habitacional, tal objetivo se conseguiría de la manera más rápida, exacta y oportuna.

Así, unos definieron el índice global del local térmicamente más desfavorable del edificio, como es el caso de Bélgica e Inglaterra; otros, el de una vivienda, como en Francia e Italia **, o el de todo el edificio, como en Alemania y España ***.

* A principios de 1968, el autor de este trabajo escribía: «Téngase presente que si una mala construcción, térmicamente considerada, ahorra dinero a alguien es un sumidero inagotable para la economía nacional.» Monografía del I.E.T.c.c., número 72, pág. 8.

** Los índices definidos por la reglamentación de estos países incluyen las pérdidas de calor por ventilación o renovación de aire.

*** En cualquier caso, toda la reglamentación internacional existente hasta el momento se ha realizado para condiciones climáticas invernales, estando en estudio actualmente su extensión a la época estival.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

### 3.1. Reglamentación española

El día 11 de julio de 1975 el «Boletín Oficial del Estado» publica el Decreto de la Presidencia del Gobierno número 1.490/1975, por el que se establecen las medidas a adoptar en las edificaciones de futuro visado con objeto de reducir el consumo de energía en calefacciones.

Aparte de ciertas reglamentaciones sobre aislamiento de conductos, permeabilidad al aire de ventanas, regulación automática de instalaciones, etcétera, el Decreto incluye la definición y límites máximos admisibles de un coeficiente de transmisión global de calor en un edicio en función de las cuatro zonas climáticas en que se divide el país y de un factor de forma con el que se determina la relación existente entre la superficie total envolvente de un edificio y el volumen que ésta encierra.

Según el mencionado Decreto, el coeficiente global de transmisión de calor de un edificio se define como la media ponderada de los coeficientes de transmisión de calor de los distintos elementos de separación del edificio y que se determina por la expresión siguiente:

$$\mathbf{k}_G = \frac{\Sigma\, \mathbf{k}_{ej} \cdot \mathbf{S}_{ej} + 0{,}5\, \Sigma\, \mathbf{k}_{in} \cdot \mathbf{S}_{in} + 0{,}8\, \Sigma\, \mathbf{k}_{tq} \cdot \mathbf{S}_{tq} + 0{,}5\, \Sigma\, \mathbf{k}_{sp} \cdot \mathbf{S}_{sp}}{\Sigma\, \mathbf{S}_{ej} + \Sigma\, \mathbf{S}_{in} + \Sigma\, \mathbf{S}_{tq} + \Sigma\, \mathbf{S}_{sp}}$$

medido en kcal/h · °C · m$^2$ o en W/°C · m$^2$, estando, cada uno de los cuatro términos del segundo miembro, referidos, respectivamente, a cada uno de los elementos siguientes: verticales y suelos sobre espacios abiertos; de separación entre edificios contiguos y locales no calefactados; de techo o cubierta, y de separación con el terreno.

Los valores máximos admisibles de $\mathbf{k}_G$ son los dados en la tabla III.

La división climática del país se ha realizado teniendo en cuenta las isotermas de invierno y los grados-día de cada lugar *.

**TABLA III**

| Factor de forma, f (m$^{-1}$) | ZONA CLIMATICA | | | |
|---|---|---|---|---|
| | W | X | Y | Z |
| 0,20 | 2,00 | 1,70 | 1,55 | 1,45 |
| 0,25 | 1,80 | 1,45 | 1,35 | 1,20 |
| 0,30 | 1,60 | 1,30 | 1,20 | 1,10 |
| 0,35 | 1,45 | 1,20 | 1,10 | 1,00 |
| 0,40 | 1,35 | 1,10 | 1,00 | 0,95 |
| 0,50 | 1,20 | 1,00 | 0,90 | 0,85 |
| 0,60 | 1,10 | 0,90 | 0,85 | 0,78 |
| 0,80 | 1,00 | 0,82 | 0,75 | 0,70 |
| 1,00 | 0,95 | 0,78 | 0,72 | 0,67 |
| 1,20 | 0,90 | 0,76 | 0,70 | 0,65 |

* Grado día = suma, a lo largo de todo el año, del valor para cada jornada de la diferencia entre la temperatura interior de base (15° C) y la temperatura media exterior diaria (valor medio de las temperaturas máxima y mínima de cada día):

En la zona W los grados-día son < 800.
En la zona X los grados-días son 800 - 1.200.
En la zona Y los grados-día son 1.200 - 1.800.
En la zona Z los grados-día son > 1.800.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Los valores de los coeficientes máximos de transmisión de calor se han fijado considerando que el último centímetro de aislamiento colocado en el cerramiento de un edificio produce el mismo ahorro energético, cualquiera que sea la zona climática considerada, o lo que es lo mismo, a partir de las curvas de igual productividad del aislamiento.

Para ver, a título de ejemplo, la repercusión económica que representa la aplicación de este decreto sobre el precio de costo, del metro cuadrado de superficie construido de un edificio, se muestra en la tabla IV el cálculo realizado por un Grupo de Trabajo del equipo de Normas del Ministerio de la Vivienda * para las condiciones siguientes:

* Este grupo está integrado por los ingenieros Alamán y Cordero y el arquitecto Rodríguez-Rueda.

**TABLA IV**

| Tipo de edificio | Zona climática | Hipótesis consideradas | | | k necesaria en el muro | Espesor en cm de aislante necesario | | Aumento de costo por m² de superficie construida (ptas./m²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Vidrio | k de la cubierta | k del suelo | | En muro | En cubierta | |
| 1 | W | Sencillo | 1,2 | 1 | 1,40 | 0 | 0 | 0 |
| | X | Sencillo | 1,2 | 1 | 0,85 | 1,5 | 0 | 45 |
| | | Sencillo | 1 | 1 | 0,90 | 1 | 0,5 | 53 |
| | Y | Sencillo | 1 | 0,8 | 0,74 | 2 | 0,5 | 63 |
| | Z | Sencillo | 0,8 | 0,8 | 1,08 | 3 | 1,5 | 75 |
| | | Doble | 0,8 | 0,8 | 0,61 | 0,5 | 1,5 | 255 |
| 2 | W | Sencillo | 1,2 | 1 | 1,00 | 0,5 | 0 | 56 |
| | X | Sencillo | 1 | 1 | 0,62 | 2,7 | 0,5 | 104 |
| | | Sencillo | 1,2 | 1 | 0,56 | 3,3 | 0 | 91 |
| | Y | Sencillo | 1 | 0,8 | 0,46 | 4,7 | 0,5 | 132 |
| | | Doble | 1 | 0,8 | 0,90 | 1 | 1 | 316 |
| | Z | Sencillo | 0,8 | 0,8 | 0,42 | 5,4 | 1,5 | 142 |
| | | Doble | 0,8 | 0,8 | 0,85 | 1,5 | 1,5 | 325 |
| 3 | W | Sencillo | 1,2 | 1 | 0,63 | 2,6 | 0 | 82 |
| | X | Sencillo | 0,8 | 0,8 | 0,53 | 3,7 | 1,5 | 195 |
| | | Sencillo | 0,7 | 0,8 | 0,64 | 2,6 | 2,0 | 182 |
| | | Doble | 0,8 | 0,8 | 1,03 | 0,5 | 1,5 | 450 |
| | | Doble | 0,7 | 0,8 | 1,14 | 0 | 2,0 | 400 |
| | Y | Sencillo | 0,7 | 0,8 | 0,40 | 5,8 | 2,0 | 235 |
| | | Doble | 0,7 | 0,8 | 0,90 | 1 | 2,0 | 460 |
| | Z | Sencillo | 0,5 | 0,8 | 0,42 | 5,3 | 4,0 | 267 |
| | | Doble | 0,7 | 0,8 | 0,71 | 2,0 | 2,0 | 475 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

**a) Tipos de edificios**

1.ª Bloque de 6 plantas con 4 viviendas por planta y 400 $m^2$ construidos por planta.

2.ª Bloque de 4 plantas con 4 viviendas por planta y 500 $m^2$ construidos por planta.

3.ª Chalet de 1 planta de 200 $m^2$ construidos.

**b) Precio medio del aislamiento por $m^2$ colocado**

| Espesor, cm . ... ... | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ptas./$m^2$ ... ... ... ... | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |

## 3.2. Reglamentación extranjera

### 3.2.1. República Federal Alemana

En el mes de septiembre de 1974 se publicó en este país un suplemento a la Norma DIN 4 108 del año 1969 sobre protección térmica en la construcción. Esta extensión de la Norma contiene una serie de recomendaciones sobre las exigencias térmicas de los elementos constructivos (cerramientos opacos y acristalados) tendentes a disminuir el consumo energético de las instalaciones de calefacción. Según allí se dice, su observancia puede representar un ahorro estimativo del orden del 20 al 30 % del gasto total de combustible.

Las exigencias se describen a través de unos coeficientes medios de máxima transmisión de calor $\mathbf{k}_{m,\,max}$, referidos a todas las superficies envolventes exteriores de un edificio **S** y el volumen que dicha superficie encierra **V.** Estos coeficientes, que representan una medida relativa de las pérdidas de energía de calefacción, se definen por la misma expresión dada en el apartado 3.1 para España.

Los valores de $\mathbf{k}_{m,\,max}$ exigidos en todo este país, cualquiera que sean las condiciones climáticas del lugar, se presentan en la tabla V, en función de la relación **S/V.**

**TABLA V**

| S/V ($m^{-1}$) | $k_{m,\,max}$ (kcal/$m^2$·h·°C) |
|---|---|
| ⩽ 0,195 | 1,35 |
| 0,20 | 1,30 |
| 0,25 | 1,16 |
| 0,30 | 1,07 |
| 0,35 | 1,00 |
| 0,40 | 0,95 |
| 0,45 | 0,91 |
| 0,50 | 0,87 |
| 0,55 | 0,84 |
| 0,60 | 0,81 |
| 0,65 | 0,78 |
| 0,70 | 0,76 |
| 0,75 | 0,74 |
| 0,80 | 0,72 |
| 0,85 | 0,70 |
| 0,90 | 0,69 |
| 0,95 | 0,68 |
| 1,00 | 0,67 |
| 1,05 | 0,66 |
| 1,10 | 0,65 |
| 1,15 | 0,64 |
| ⩾ 1,20 | 0,63 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

El cumplimiento de esta normativa no impide que alguna parte del edificio pueda quedar insuficientemente aislada (relación superficie acristalada/superficie opaca muy elevada por ejemplo). En estos casos, deberá determinarse el valor del coeficiente de transmisión de calor máximo, separadamente para las distintas partes del edificio.

Finalmente, hay que hacer notar la necesidad de utilización de ventanas dobles (con un coeficiente de transmisión térmica máximo de 2,8 kcal/m$^2$ · h · °C).

El empleo de ventanas con triple acristalamiento daría lugar a una reducción de las pérdidas de calor por transmisión a través de ellas, del orden del 50 % de las que se producirían en las de doble acristalamiento. Esto las hace, consideraciones económicas aparte, muy convenientes en regiones frías.

### 3.2.2. Bélgica

La norma belga NBN-B-62-001 sobre higrotérmica de edificios dice: «en cualquier habitación o local habitado, prácticamente calentado continuamente, las pérdidas de calor por transmisión que se produzcan a través de 1 m$^2$ de superficie envolvente del local, para una diferencia de temperatura de 1° C, debe ser inferior a 0,9 W/K · m$^2$ (0,78 kcal/m$^2$ · h · °C)».

Esta pérdida máxima de calor se denomina **índice de transmisión T**, y se calcula según la expresión:

$$\mathbf{T} = \frac{\Sigma\, \mathbf{k}_{ej} \cdot \mathbf{S}_{ij} + \frac{2}{3} \Sigma\, \mathbf{k}_{in} \cdot \mathbf{S}_{in}}{\mathbf{S}_{tot}},$$

donde los subíndices **ej** identifican a todas las paredes exteriores (opacas o acristaladas) del local considerado, mientras los **in** se refieren a todas las paredes interiores que separan el local considerado de otros vecinos no calefactados.

Esta norma apareció en Bélgica antes de presentarse la crisis energética a la que hemos hecho referencia más arriba; sin embargo, en su concepción también se tuvo en cuenta la necesidad de ahorrar combustible en calefacciones, si bien, el fin principal que la inspiró, descansa, sobre todo, en la obtención del grado de confortabilidad mínimo admisible en un local habitado.

Ultimamente, los técnicos de este país, a la vista de la nueva situación energética, proponen como requisito complementario del anterior que, a nivel de edificio, cualquiera que sea su forma o situación, el cerramiento envolvente del mismo debe tener un coeficiente medio de transmisión térmica inferior o igual a 1,8 kcal/m$^2$ · h · °C *.

* Esta propuesta aún no ha sido aprobada oficialmente por los organismos administrativos competentes.

### 3.2.3. Francia

Junto a España, Francia es el único país miembro de la U.E.A.t.c. que ha desarrollado una reglamentación de aislamiento térmico como respuesta a la situación energética. Su decreto número 74.306 del 10 de abril de 1974, impone los valores máximos admisibles del coeficiente volumétrico de pérdida de calor en una vivienda. Este coeficiente se define como: la relación que existe entre las pérdidas térmicas totales (tranmisión + ventilación) por unidad de tiempo, para una variación de la temperatura de un grado centígrado, y el volumen habitable de la vivienda.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

Analíticamente:

$$G = \frac{\Sigma\, k_{perd} \cdot S_{perd} + 0{,}3\, V_r \cdot 1{,}16}{V_{log}}$$

donde: los subíndices **perd** se refieren a todos los elementos superficiales envolventes (opacos y acristalados) por donde se producen pérdidas de calor, $V_r$ es el volumen de renovación de aire y $V_{log}$ el volumen habitable de la vivienda.

Los coeficientes máximos de pérdida volumétrica de calor del decreto francés se dan en función de cuatro parámetros: tipo de independencia de la vivienda, zona climática donde ésta se ubica, volumen habitable y relación de superficies horizontales. Una vivienda es independiente si no está en contacto con otras, o no tiene paredes comunes con locales no calefactados, o cuando las superficies de las paredes comunes con locales calefactados es inferior a 15 m².

Las zonas climáticas en que se ha dividido el país son las realizadas por la U.E.A.t.c. en base a las temperaturas medias mensuales del mes de enero.

Se define el volumen habitable como el producto de la superficie útil de la vivienda por la altura del techo.

La relación de superficies horizontales es aquella que se establece entre la superficie horizontal de las paredes exteriores y la superficie total horizontal habitable.

En el decreto se dan los valores de **G** para aquellos proyectos que deberían visarse entre la fecha de publicación del mismo y el día 1.° de julio de 1975, y para los que lo harían a partir de esa fecha. En la tabla VI se presentan estos últimos solamente.

### 3.2.4. Inglaterra

Aquí se está estudiando la posibilidad de fijar un único coeficiente medio de transmisión de calor para el edificio en su conjunto, el cual se define como: la relación existente entre la cantidad total de calor transmitido a través de toda la superficie envolvente del edificio, por unidad de tiempo y grado centígrado, y la superficie total del mismo.

El valor máximo propuesto es de 1,8 W/m² · K (1,55 kcal/m² · h · °C).

**TABLA VI**

| Clases | Tipo de vivienda | Relación de superficies horizontales | Volumen habitable | Zonas climáticas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | A | B | C |
| I | Independiente | Indiferente | < 150 m³ | 1,60 | 1,75 | 2,00 |
| II | Independiente | Indiferente | ⩾ 150 m³ y < 300 m³ | 1,45 | 1,60 | 1,90 |
| | Dependiente | > 1,75 | < 150 m³ | | | |
| III | Independiente | Indiferente | ⩾ 300 m³ | 1,30 | 1,45 | 1,75 |
| | Dependiente | > 1,75 | ⩾ 150 m³ | | | |
| IV | Dependiente | > 1,25 y ⩽ 1,75 | Indiferente | 1,20 | 1,35 | 1,60 |
| V | Dependiente | > 0,75 y ⩽ 1,25 | Indiferente | 1,10 | 1,20 | 1,45 |
| VI | Dependiente | > 0,25 y ⩽ 0,75 | Indiferente | 0,95 | 1,05 | 1,25 |
| VII | Dependiente | ⩽ 0,25 | Indiferente | 0,85 | 0,95 | 1,10 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

### 3.2.5. Italia

En este país existe un proyecto de reglamento de aplicación de la ley regional de aislamiento térmico de edificios en Lombardía.
En dicho proyecto, la calidad del aislamiento se define por un coeficiente máximo de pérdida de calor volumétrico exactamente idéntico al impuesto en Francia, si bien aquí el término vivienda comprende tanto un edificio completo, como un local independiente, o un conjunto de éstos.

Los tipos de viviendas se dividen en tres clases, según su independencia y su volumen habitable.
La tabla VII muestra los valores máximos admisibles de **G** para dos zonas climáticas (las de isotermas medias inferiores y superiores, respectivamente, a — 5° C).

### 3.3. Resumen

De la panorámica general ofrecida aquí de la reglamentación europea sobre el aislamiento de edificios con vistas al ahorro de energía, puede resumirse que:

a) El cumplimiento de las resistencias térmicas mínimas de los elementos estructurales de un recinto habitacional son insuficientes para controlar las pérdidas caloríficas totales del conjunto. Es imprescindible la definición de un parámetro global que pondere todos los elementos que intervienen en el proceso.

b) Tal parámetro, sea el referido a un edificio, a la vivienda o al local más desfavorable, dará resultados comparativos bastante satisfactorios al aplicarlo en unas circunstancias climáticas parecidas.

c) La extensión de los estudios realizados para la época invernal a las condiciones de verano, y la integración de ambos en unos parámetros únicos (puesto que un edificio debe «trabajar» del modo más óptimo a lo largo de todo el año) se hace imprescindible, sobre todo en países como España, donde el soleamiento y las variaciones diarias de temperatura son factores muy importantes a tener en cuenta.

**TABLA VII**

| Clases | Tipo de vivienda | Volumen habitable | Zonas climáticas | |
|---|---|---|---|---|
| | | | A | B |
| I | Independiente | $< 250$ m³ | 0,93 | 1,10 |
| II | Independiente | $\geqslant 250$ m³ | 0,81 | 0,99 |
| III | Dependiente<br>Independiente | Indiferente<br>$> 600$ m³ | 0,69 | 0,81 |



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es

## résumé

### Isolation, confort et économie d'énergie

Arturo García Arroyo, Dr. ès Sciences physiques

L'apparition constante de nouveaux matériaux, la tendance générale à l'allègement des charges structurales, l'accroissement des niveaux individuels de confort, l'application des équipements mécaniques d'aménagement d'ambiance à la plupart des logements actuellement en construction, l'augmentation ininterrompue et substantielle des coûts des combustibles organiques ont donné lieu à la considération et à l'étude approfondie des bases physico-constructives sur lesquelles repose la problématique fonctionnelle des locaux d'habitation.

On aborde ici l'étude comparée de la réglementation existante, espagnole et étrangère, des exigences hygrothermiques auxquelles doivent répondre les éléments et les enceintes que ceux-ci délimitent, pour l'obtention du confort, dans le cadre d'une économie effective.

Comme il a été déjà indiqué, cet article est le dernier de la série de trois articles publiés dans numéros successifs d'INFORMES DE LA CONSTRUCCION.

## summary

### Insulation, comfort and energy saving

Arturo García Arroyo, Dr. Physics

The continuous appearance of new materials, the general tendency towards lighter structural loads, the increased personal welfare levels, the extended use of mechanical equipments for environmental conditioning in most of the housings presently being constructed, and the incessant and considerable increase of the organic fuel costs have given rise to a new study, both in scope and precision, of the physical and construction basis of the fundamental problems of living spaces.

A comparative study is here carried out of the existing national and foreign Norms on the hygrothermal requirements that the members, and the spaces they form, have to comply with, so as to obtain comfort within the budget limits of an effective economy.

As already mentioned, this is the last one of three articles published in consecuetive issues of INFORMES DE LA CONSTRUCCION.

## zusammenfassung

### Isolierung, Komfort und Energieersparnis

Arturo García Arroyo, Dr. Physik

Die ständige Erscheinung neuer Materialien, die allgemeine Tendenz zu leichteren Baulasten, die erhöhten persönlichen Komfortansprüche, der immer mehr übliche Gebrauch von mechanischen Anlagen für die Klimatisierung der heutzutage konstruierten Wohnungen und die ununterbrochene und erhebliche Steigerung der Kosten der flüssigen Brennstoffe, haben ein erneutes Studium, sowohl in Umfang als auch in Präzision, der physischen Basis und der Konstruktionsbasis der grundlegenden Probleme der Wohnfläche verursacht.

Dieses vergleichende Studium behandelt die existierenden nationales wie internationalen Normen in Bezug auf die hygrothermischen Anforderungen, die die Bauteile und die von ihnen abgegrenzten Räume entsprechen müssen, um innerhalb des Budgetrahmens einer effektiven Ökonomie Komfort zu erlangen.

Wie bereits erwähnt ist dieser der letzte von drei, in drei aufeinanderfolgenden Nummern veröffentlichen Artikeln von INFORMES DE LA CONSTRUCCION.


---


publicación del i.e.t. c.c.

# protección química de la construcción

**HANS KÖLZOW**
Dr. Químico Dipl.
Stadtbaurat a.D.

La importancia creciente que se concede a la protección química de las obras de fábrica y la carencia de un tratado que reúna toda la literatura dispersa que existe sobre el tema, han llevado a la publicación de este libro, que debe leerse con atención en todas y cada una de sus páginas a fin de que nada resulte incomprensible.

En la Technische Akademie de Wuppertal el autor celebró, durante los últimos años, ocho seminarios, de tres días de duración cada uno, sobre protección de obras. Los participantes a estos seminarios han sido arquitectos e ingenieros procedentes de organismos oficiales y de empresas privadas, así como químicos de las industrias dedicadas a la fabricación de sistemas y método químicos protectores. De las conferencias y de los coloquios consiguientes se han obtenido resultados importantes y esperanzadores que merecen ser conocidos por círculos mucho más amplios. Por todo ello se ha creído conveniente la publicación del presente resumen, indicando expresamente que, de ningún modo, se trata de un manual ni de un libro de recetas.

**Encuadernado en rústica, de 17×24 cm, compuesto de 74 páginas. Madrid, 1971.**

**Precios: España: 300 pesetas. Extranjero, $ 6.**




© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es