

# hombre, calor y aislamiento



RICHARD J. NEUTRA

Con los nuevos tipos estructurales y con los adelantos de las ciencias biológicas en lo que se refiere a los procesos orgánicos, mis ideas sobre aislamiento, y las de casi todos los demás arquitectos y constructores, han sufrido una evolución interesantísima en los últimos veinticinco años. Y me complace subrayar que los que, como yo, estudiamos el decorado humano, podemos hacer mucho en beneficio de nuestros clientes. No hace aún mucho tiempo toda la protección de una casa contra el peligro de transferencia térmica se confiaba exclusivamente a muros y cubiertas no aislantes. Los propietarios se limitaban a culpar al tiempo de su falta de confort. Pero esta falta de comodidad en cuanto a calefacción no era la única consecuencia; tras ella aparecían daños de efectos duraderos y patológicos.

Hoy el aislamiento es una necesidad. El problema no es ya el de aislar o no, sino el de elegir el procedimiento de aislamiento a utilizar. Y aquí entra en juego una gran variedad de consideraciones.

La primera consideración a tomar en cuenta en este tipo de análisis es la de la función que se pretende que juegue el aislamiento. Esta función depende del clima. Si la vivienda está emplazada en una zona fría, el propósito primordial del aislamiento es mantener el calor dentro de la casa. Por el contrario, en las zonas cálidas la función del aislamiento es mantener el calor fuera de la vivienda. En el bochornoso ambiente de Belén; en las bocas del Amazonas; en Guam, el fideicomiso americano en los mares del Sur, e, incluso, en el valle del bajo Mississipi, el aislamiento tiene un cometido muy distinto del que desempeña en Anchorage o en los dos Dakotas.

Quizás sorprenda a muchos saber que en más de la mitad de los Estados Unidos tiene mayor importancia evitar el calor que conservarlo. En una cuarta parte de nuestro país he podido comprobar, con verdadero interés, que el único propósito del aislamiento es mantener el calor fuera de la casa.

Siendo una gran parte de mi trabajo la construcción de casas de todo tipo en California meridional (y también en Europa meridional y en Venezuela, así como en Africa del Sur, en donde me he colegiado como arquitecto, tras las pruebas pertinentes) estoy vitalmente interesado en el estudio de los métodos de aislamiento para evitar el calor. ¿Qué ocurre exactamente en un edificio durante el curso de un día caluroso? Comencemos por la mañana temprano y sigamos el lento desplazamiento del sol por el cielo para observar lo que a veces he oído calificar por algunos arquitectos e ingenieros como "efecto de volante regulador".

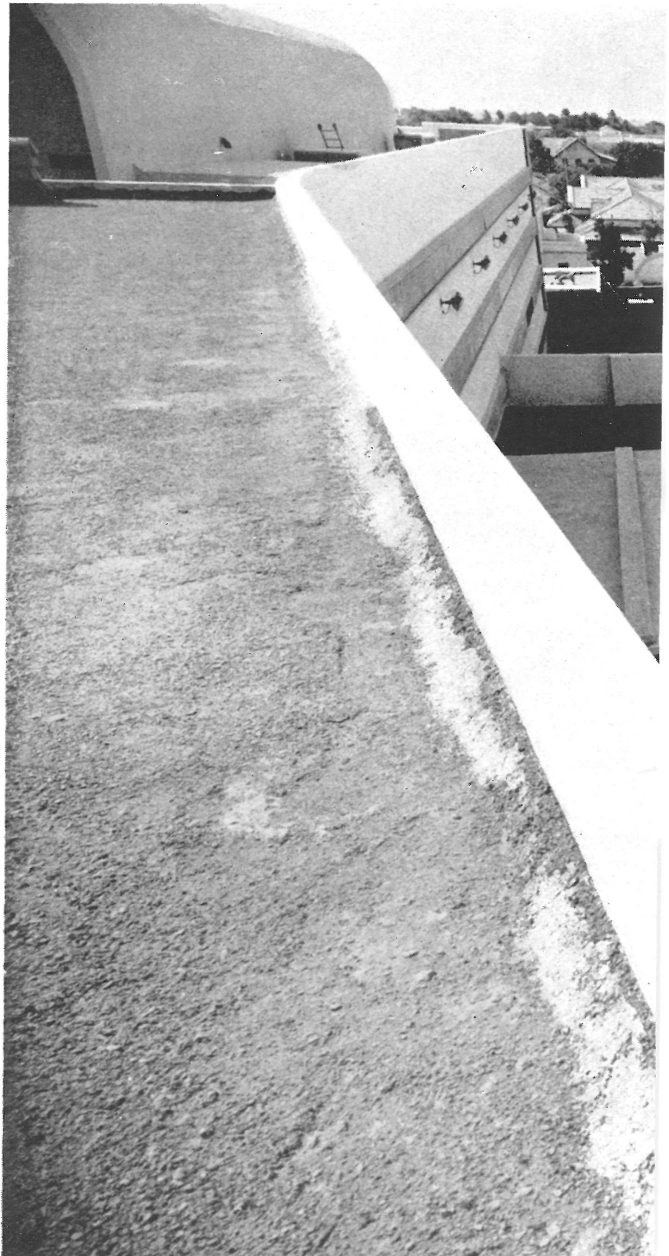
Al levantarse el sol, sus rayos inciden, como es natural, sobre el muro oriental de la vivienda, calentando sólo las paredes de ese lado. El tejado y los restantes muros no están aún expuestos a la radiación solar directa.

Luego, a medida que nos acercamos al mediodía, los rayos del sol empiezan a calentar también el tejado, con lo cual se inicia un curioso fenómeno térmico acumulativo. La pared oriental, que ha sido calentada durante toda la mañana, conserva su calor y continúa calentando los espacios habitables interiores más próximos. Pero ahora que el tejado empieza a calentarse, el calor emitido por el tejado se une al impacto calórico procedente del muro oriental. En consecuencia, el espacio habitable del interior recibe calor de dos fuentes en lugar de una.

Al iniciarse la puesta del sol, sus rayos dejan de incidir sobre la superficie del tejado. Empiezan a calentar, en cambio, los muros sur y oeste, si nos referimos a un edificio colocado al norte del Ecuador.

El calor procedente de estas dos nuevas paredes se viene a sumar al almacenado anteriormente del techo y del muro oriental.

En la Embajada de U. S. A. en Karachi, Neutra recurre al empleo de celosías, voladizos y cubiertas especialmente protegidos de la acción solar.



Por ello, el interior de la vivienda tiene una temperatura más elevada, y los dos sentidos humanos de percepción del calor, el que detecta el calor por radiación y el que percibe el calor por contacto, registran y transmiten esta sensación al cerebro medio. Todo nuestro sistema emocional se ve afectado por esta percepción. Sería muy interesante trazar una gráfica diaria de la indolencia y de la falta de atención estival en relación con el I. Q. (Cociente intelectual) y con el rendimiento laboral.

Aún después de la puesta del sol, las paredes y el tejado conservan el calor. En realidad, constituyen verdaderos radiadores que siguen calentando la vivienda durante las primeras horas de la noche. La falta de sueño nocturno a causa del calor puede tener malos efectos acumulativos.

La mayor parte de las veces las ventanas expuestas a la brisa no sirven de mucha ayuda para conseguir efectos evaporadores. En muchos de los casos que yo he comprobado, sólo se puede esperar una ligera refrigeración por movimientos de aire en las primeras horas de la mañana.





Al salir el sol al día siguiente, vuelve a repetirse el eterno proceso de "volante", y con su repetición suelen presentarse muy pronto fenómenos de depresión emocional.

Desde luego se puede impedir la entrada del calor con un sistema de aislamiento. Pero los diversos tipos existentes de aisladores realizan esta función con marcadas diferencias en cuanto a su eficacia. Esto se debe a ciertos principios técnicos básicos de la transferencia de calor.

Requisito indispensable para toda transferencia de energía térmica es la existencia de una diferencia de temperatura fácilmente apreciable. El calor se desplaza de una zona caliente, templada e incluso, fría, a otra de menor temperatura. En una región cálida, el calor se desplaza del templado exterior del edificio al espacio interior más frío. Es un proceso unidireccional e irreversible, análogo al del tiempo, que avanza siempre en la misma dirección sin vuelta atrás posible (aunque en el pensamiento de Einstein y en la mecánica cuántica no sea éste el caso).

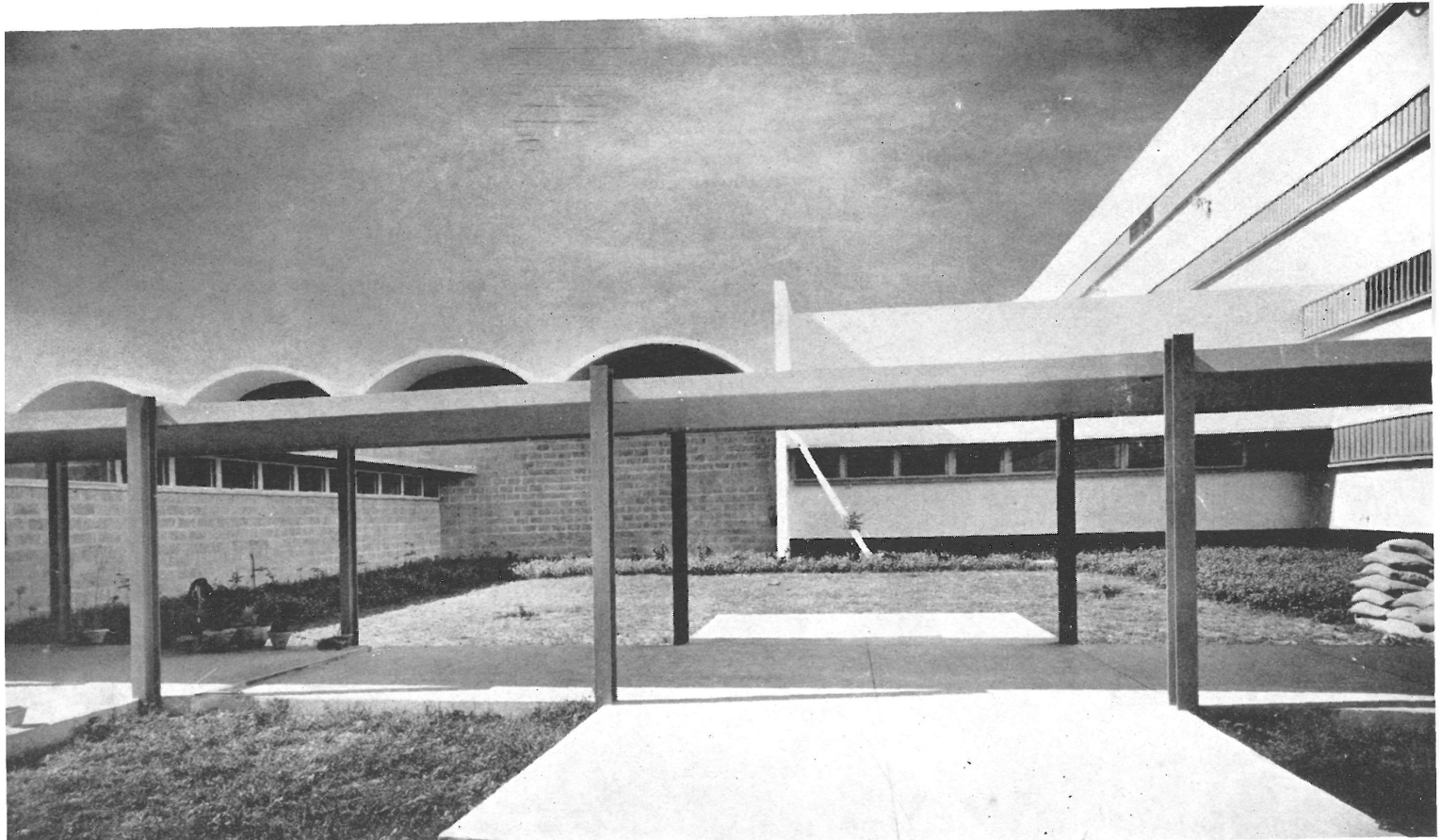
El curso unidireccional del tiempo se refleja, no obstante, en la Física moderna por medio de la segunda ley de la Termodinámica. De acuerdo con esta ley, todos los procesos tienen una tendencia marcada a desarrollarse sólo en un sentido: hacia la igualación de todas las temperaturas y el establecimiento de un equilibrio en el nivel más bajo de energía. Nuestra vida es, fundamentalmente, un proceso de energía calórica, a través de los días y de los años. Nuestra experiencia del tiempo se realiza dentro de ese proceso térmico, y en él crecemos, y en él maduramos, envejecemos y, finalmente, dejamos de existir, mientras las transferencias térmicas continúan. ¡Gran tema para divagar filosóficamente el de la Vida, el Tiempo y el Calor! Evidentemente, un arquitecto no es solamente un artista plástico y visual. Es alguien que maneja y trata la vida en su conjunto.

El calor se desplaza de tres modos: por radiación, conducción y convección. Nuestros millones de receptores de radiación constituyen un sistema muy diferente del que registra la temperatura de la envoltura de aire y de los objetos que palpamos.

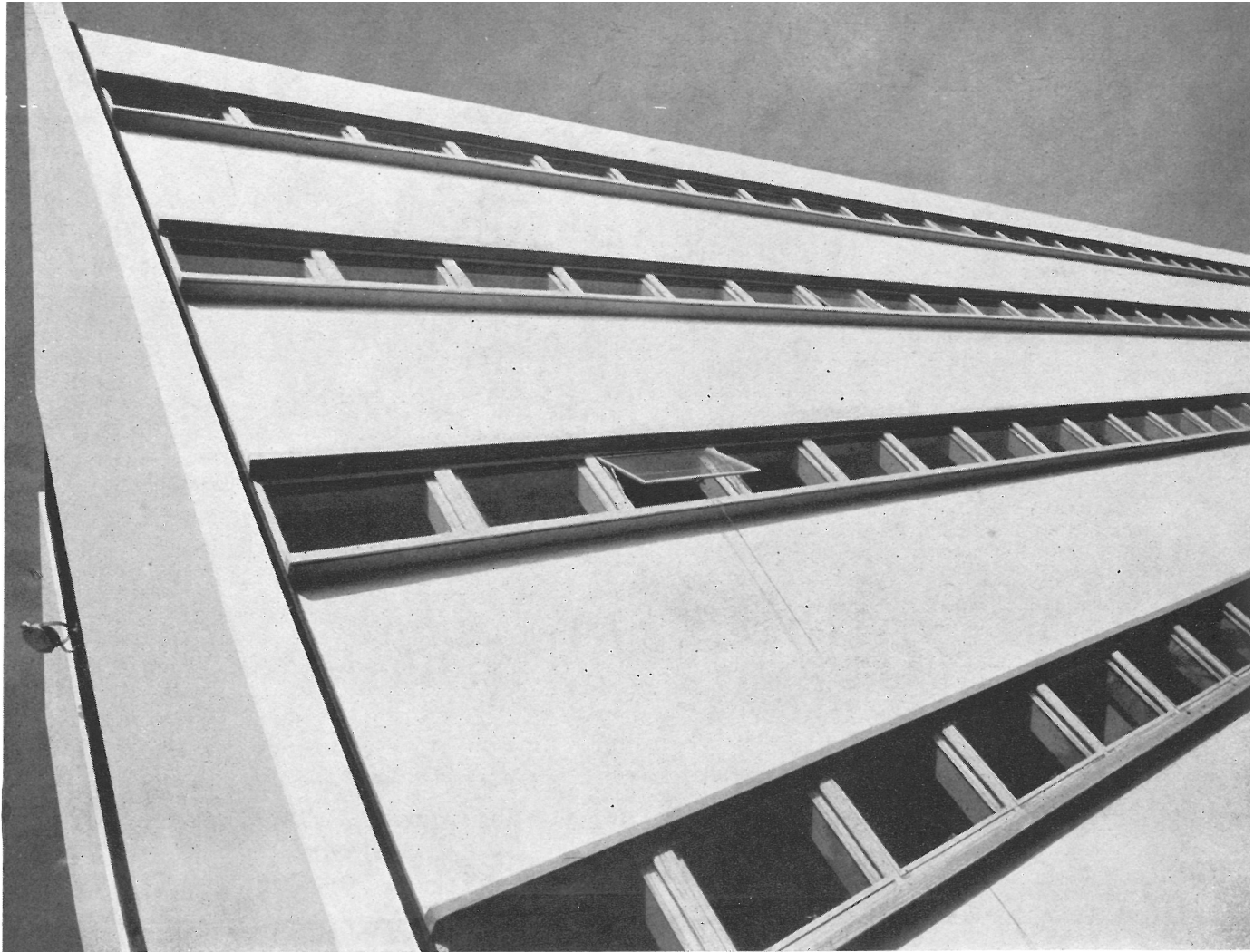
A la radiación le corresponde del 50 al 80 % de la transferencia térmica total. Radiación es la transmisión del calor en forma de rayos de energía a través del espacio.

Mientras se desplaza, esta energía no se manifiesta en forma de calor. El calor es la resultante del impacto de la energía sobre una masa sólida, y del movimiento molecular consecuencia del mismo.

Así, la energía solar que viaja a través del espacio vacío penetra la atmósfera e incide sobre el tejado y paredes de nuestra casa, se convierte en calor sólo al producirse esta incidencia. Las moléculas de esas superficies sólidas se agitan al impacto, transmitiendo, a su vez, su movimiento al aire frío del interior de la casa. El modo más eficaz de evitar la entrada de calor radiante será emplear una superficie que lo devuelva







por reflexión en la dirección por donde vino. Yo he usado hace treinta años espejos térmicos ocultos en todas las paredes expuestas al sol de mi propia casa, que se llamaba entonces V. D. L. Research House (Casa de Experimentación V. D. L.), en honor de Mr. Van Der Leeuw, de Rotterdam, que me suministró los fondos para dicho experimento. Superficies reflejantes deben incorporarse a cualquier sistema de aislamiento contra climas cálidos. Pero también he conseguido ciertas rebajas en la factura de la calefacción durante estas tres décadas, gracias al empleo de espejos térmicos orientados hacia dentro en las paredes exteriores.

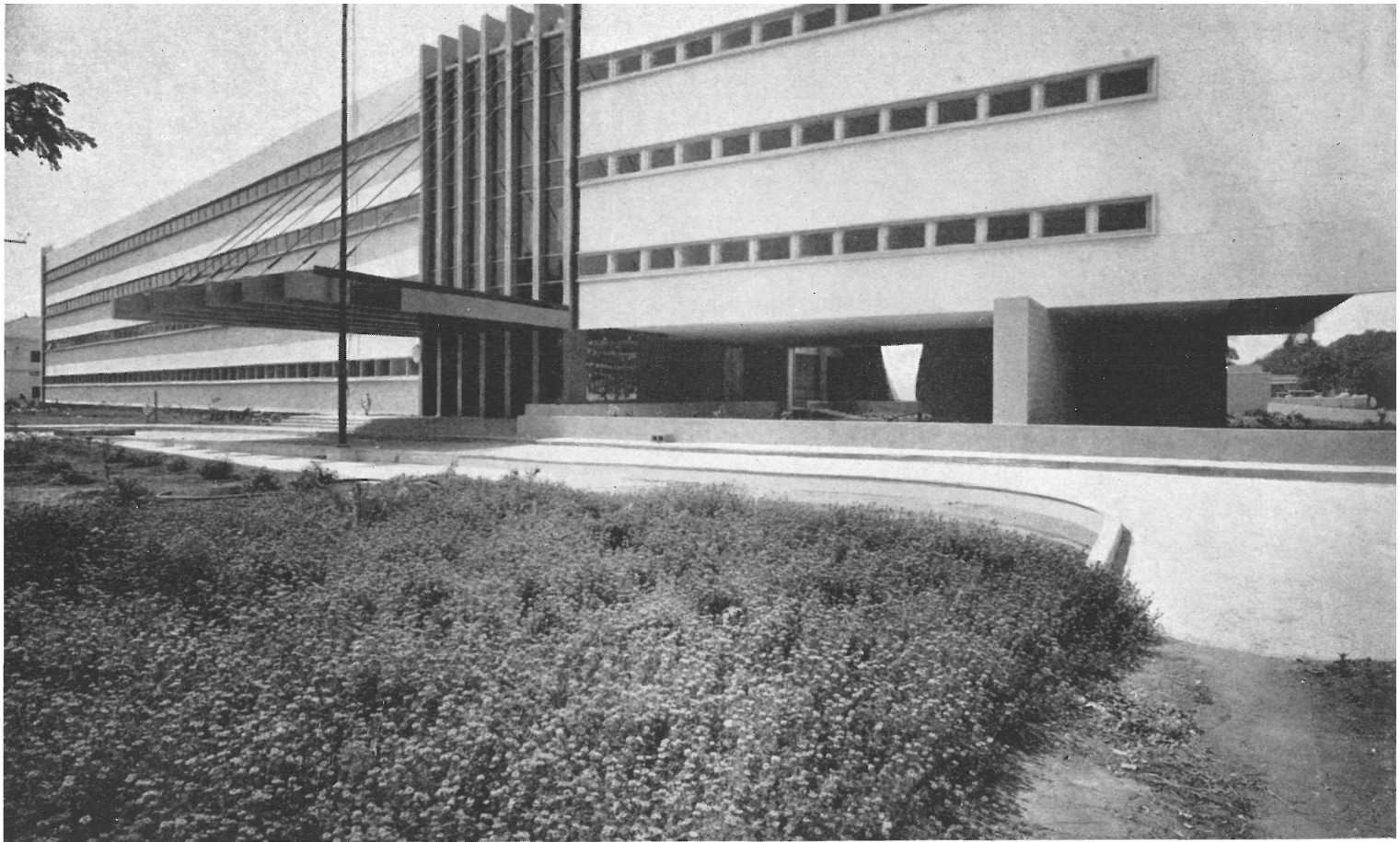
El calor viaja también por conducción. Conducción es el flujo directo del calor a través de la materia. No requiere movimiento alguno de la materia y se desplaza por transferencia de energía de molécula a molécula. Normalmente, cuanto más denso es el material, mejor conduce el calor. El aire tiene una densidad muy baja. De aquí que el uso de cámaras de aire en los materiales aislantes ofrezca una gran resistencia a la conducción. Observemos de pasada que la transmisión por conducción, normalmente supone de un 5 a un 10 % de la pérdida total a través de paredes aislantes.

La convección, el tercer procedimiento de transferencia térmica, representa de un 15 a un 40 % del calor total adquirido. Convección es la transferencia térmica producida por el movimiento de un fluido o un gas, como, por ejemplo, una corriente de aire. Respecto de ella, el papel del aislamiento se limita a impedir el movimiento del aire a través de las paredes, suelos y techos del edificio mediante la creación de espacios aislados del aire exterior.

Fijadas así las bases generales de un aislamiento eficaz, veamos algunos puntos particulares.

Puesto que la energía radiante es responsable de la mayor parte de transferencia térmica, es evidente que en un sistema de defensa contra climas cálidos se debe insistir especialmente en la reflexión térmica. La mayor parte de los materiales, especialmente los que se usan con más frecuencia en la antigua arquitectura clásica, tienen un índice de reflexión muy bajo, por lo que entre un 90 y un 98 % del calor transmitido al tejado y a los muros es absorbido en el interior.

Por lo demás, hay muy pocas superficies que ofrezcan un alto índice de reflectividad. El oro, la plata, el aluminio y algunos otros metales, en superficies pulimentadas, presentan esta cualidad. El más económico y práctico, con gran diferencia, es el aluminio: el más reciente de los metales de construcción.



Independientemente de su grosor, el aluminio tiene un índice de reflectividad de 95. Es decir, del calor total que incide sobre una superficie de aluminio, un 95 % es rechazado por reflexión hacia su origen exterior. Por ello, un aislamiento por reflexión a base de hojas de aluminio resulta—como yo he experimentado por un uso continuado en mi propia casa—el medio más práctico y eficaz de mantener el calor ambiente fuera de las habitaciones interiores de la casa y, en general, de cualquier edificación destinada a albergar cualquier actividad de hombre, niño o mujer.

Naturalmente, este aislamiento debe estar en condiciones de hacer también frente a la conducción y a la convección. Un buen aislamiento por reflexión debe componerse de múltiples capas de hojas de aluminio, que no sólo reflejarán el calor, sino que suministrarán también las cámaras de aire necesarias para detener la conducción.

En lo que concierne a la convección, tenemos que considerar dos fenómenos. Uno es el de la convección en las paredes laterales. Si el aislamiento de las paredes laterales incluye una serie de cámaras de aire aisladas unas de las otras, las corrientes de convección por movimientos de aire no pueden alcanzar las cámaras de aire. Por medio de un sistema de capas múltiples se consigue mayor número de espacios de aire y la convección se ve más frenada aún. Un buen sistema de aislamiento por reflexión puede tener, según el tipo, hasta tres de estas barreras de convección.

Es interesante observar que la convección a través de un tejado es prácticamente inapreciable en las regiones cálidas. El tejado aparece siempre provisto de un sistema más o menos automático de refrigeración de aire. Los rayos de sol calientan el tejado, y éste, a su vez, calienta el aire de la capa inmediatamente superior a su superficie. Este aire así calentado, al tener una temperatura superior a la de las capas más alejadas por arriba del tejado, se eleva y es reemplazado por el aire más fresco de alturas mayores. Este nuevo aire, a su vez, es calentado por el tejado, y vuelve a elevarse y a ser reemplazado por otro. Resulta así, una constante corriente de aire que actúa como refrigeradora sobre la superficie del tejado.

A la vista de estas consideraciones, cualquier tipo de aislamiento por reflexión se recomienda como el sistema más adecuado para llenar todas las exigencias.

El aislamiento de grosor o bulto, previsto primariamente para conservar el calor en el interior de la vivienda, no nos sirve con esta otra finalidad.

En realidad, el *efecto de volante* se produce gracias a las desventajas del aislamiento de grosor. Mientras el sol calienta las paredes y el tejado de la casa durante el día, el aislamiento sólido se opone eficazmente a la conducción y a la convección; pero, en los grosores que normalmente se utilizan o que resulta práctico utilizar, no ofrece suficiente protección contra la energía radiante. Si usamos un manto aislante de suficiente grosor, el problema se hace aún más grave.



Marquesina protectora.





Interiores de la Embajada de U. S. A. en Karachi protegidos con revestimientos de función acústica, térmica y estética.

El aislamiento en grosor, al contar con una masa relativamente grande, es objeto de un concienzudo calentamiento a lo largo de las horas de sol. Durante la noche, al enfriarse las zonas habitables del edificio, el calor acumulado en la masa aislante pasa a estas zonas del mismo modo que el aire se precipita a llenar un vacío. Hay, pues, una transmisión térmica retardada en lugar de un auténtico aislamiento.

Así, la casa se calienta durante toda la noche y conserva aún el calor cuando, a la mañana siguiente, vuelve a comenzar el calentamiento solar "de volante". Unos pocos días caniculares producen, de este modo, el desagradable resultado de una temperatura interior muy alta con carácter permanente.

Naturalmente, esta adquisición y acumulación de calor se puede evitar con un sistema de aire acondicionado. Al menos así se nos afirma frecuentemente con cierta ingenuidad. No obstante, si el aislamiento usado no es de la mayor eficacia posible, habrá que recurrir a un tonelaje adicional de aire acondicionado. Es más, este acondicionamiento adicional deberá funcionar durante mayor número de horas al día, con lo que el precio inicial de compra de la casa resulta innecesariamente sobrecargado por la necesidad de un sistema de refrigeración de volumen extraordinario, y su coste de funcionamiento se eleva también como consecuencias de la necesidad de usarlo casi constantemente.

No hay modo de escapar al inexorable engranaje de las leyes termodinámicas, que en todo caso nos harán pagar nuestro confort en dólares y centavos. Pero siempre existe la posibilidad de pagar precios más moderados y, lo que es más, de conseguir que nuestra vida se desarrolle en un ambiente más confortable desde la cuna a la sepultura, si tenemos conciencia clara—o la tiene nuestro arquitecto—de la importancia de la temperatura, en lugar de dejar que el calor se nos imponga según sus propias leyes. En nuestros edificios y ciudades nos encontramos ya muy lejos del paisaje prehumano o de las fases primeras del proceso de adaptación a ritmo lento. Nuestra supervivencia vital exige que, en adelante, nos opongamos a que la naturaleza siga su curso libremente. Siendo seres extraordinariamente cerebrados como somos, nosotros, los humanos, tenemos que sobrevivir, sobre la tierra o sobre una plataforma espacial, por medio del planeamiento racional.

