

LAS HUMEDADES DE CONDENSACION

III

Aparejador: J. L. CABRERA FERNANDEZ-PUJOL.

NOTA.—En los dos números anteriores de ARQUITECTURA presentábamos algunos de los fenómenos más importantes que intervinen en las humedades de condensación y explicábamos cómo los remedios clásicos—calefacción, los enlucidos absorbentes y los aislamientos térmicos—eran insuficientes o inoperantes.

LA CAUSA: EL VAPOR DE AGUA

Como decíamos, el hecho fundamental de las humedades de condensación es la *acumulación del vapor de agua*.

Por tanto, la causa de las condensaciones es el vapor de agua y el efecto es dichas humedades. Lógicamente comprendemos que si no existe vapor de agua, éste no puede condensarse y, por tanto, no aparecerán humedades.

Analicemos detenidamente qué pretendían eliminar los remedios propuestos normalmente: calefacción, enlucidos absorbentes y aislamiento térmico. Los tres pretendían hacer desaparecer las humedades sin tener en cuenta el vapor de agua que las producía. Con la calefacción se intenta elevar la temperatura ambiente y, por tanto, *aumentar la capacidad de admisión de vapor de agua* de dicho ambiente. Con los enlucidos absorbentes, *aumentar la capacidad de admisión de agua condensada* de las paredes. Y, por último, con los aislamientos térmicos, *elevar el punto de rocío del vapor de agua del ambiente*.

Es decir, los tres remedios propuestos sólo intentan eliminar el efecto (las humedades), y, sin embargo, no tratan de evitar la causa (acumulación del vapor de agua).

Por esto mismo, decíamos que Vitrubio había encontrado una solución al caso especial de humedades de condensación en los baños, ya que disponía una bóveda doble por la cual circulaba el vapor de agua, *eliminandolo*. Luego Vitrubio atacaba el problema en su causa, no en sus manifestaciones, y aunque ya explicábamos que el caso por él resuelto era muy especial y de distinta índole que el actual problema,

hay que reconocer que supo dar con la fuente del problema, la acumulación del vapor de agua, resolviéndole mediante su eliminación con un elemental sistema de ventilación.

Admitimos en principio como solución eficaz la ventilación, por otra parte necesaria fisiológica e higiénicamente; pero, sin embargo, difícil de realizar, ya que debe ser una ventilación continua, regular y no molesta para los ocupantes de las viviendas.

¿Por qué la ventilación, es decir, la renovación del aire interior es en principio de gran eficacia contra las condensaciones?

Contestaremos con un ejemplo: cuando se sustituye 1 m³ de aire interior (a 15° y 80 %) por 1 m³ de aire exterior (a + 5° y 100 %) se arroja al exterior 3,4 g. de vapor de agua. Suponiendo que se llegase a renovar dos veces por hora todo el volumen del aire interior de una vivienda de 150 m³, se arrojaría al exterior, en veinticuatro horas, 2. (3,4. 150.24) = 24.480 g. de vapor de agua. Esta renovación de dos veces el volumen por hora nos permitiría equilibrar una producción de vapor interior igual a 24.480 g., y durante el tiempo en que la producción de vapor sea constantemente igual a dicha cifra, el grado higrométrico interior Wi quedaría estabilizado en un 80 por 100 debido a la ventilación.

Pero no es fácil ventilar correctamente una vivienda cuando se encuentra ocupada, y menos aún cuando esta vivienda ocupada se compone de habitaciones pequeñas.

Las corrientes de aire más o menos frías producidas por los sistemas de ventilación son motivo de incomodidad y malestar de los ocupantes. Pueden ser intolerables a muchas personas, máxime para los ancianos y niños. Una corriente de aire frío es acusada por el organismo incluso a pequeñas velocidades, como 0,20 m/s.

Hemos comprobado de forma general que la gente procura evitar la ventilación y se esfuerza en man-

tener las ventanas cerradas a cal y canto. Si obran así es en parte por falta de educación higiénica y por ignorancia de los inconvenientes derivados del aire viciado. Pero con frecuencia es también debido a que la ventilación resulta realmente incómoda y a veces francamente insoportable en viviendas sin calefacción y sin tener sistema alguno de calentar el aire frío que les entra por la ventilación.

Como la producción de vapor de agua en las viviendas económicas de reducido volumen y superocupadas puede alcanzar del orden de 30 kilogramos de vapor al día, para que la ventilación sea eficaz contra las condensaciones es preciso alcanzar un tanto por ciento de renovaciones bastante elevado. En el ejemplo numérico anterior, en el que se ha supuesto una renovación de dos veces el volumen de la vivienda, que ya es superior a lo normal, no se llega a evacuar por ventilación más que 25 kilogramos diarios de vapor de agua aproximadamente, quedando el ambiente interior con un $W_i = 80$ por 100, lo que aún es excesivo y que no evitará condensaciones sobre paredes con un aislamiento normal.

Sin embargo, si la ventilación se hace de una forma más racional bastaría, para evitar las condensaciones, una renovación de una vez y media el volumen en las habitaciones de estar y dormitorios y, naturalmente, muy superior a esta cifra en las cocinas y servicios donde se utilice el agua.

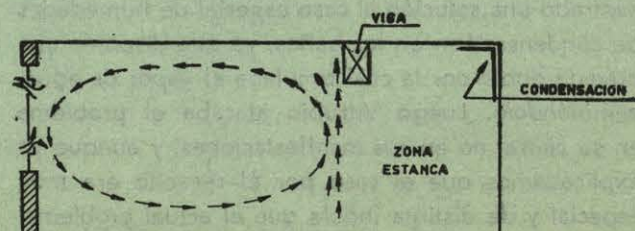
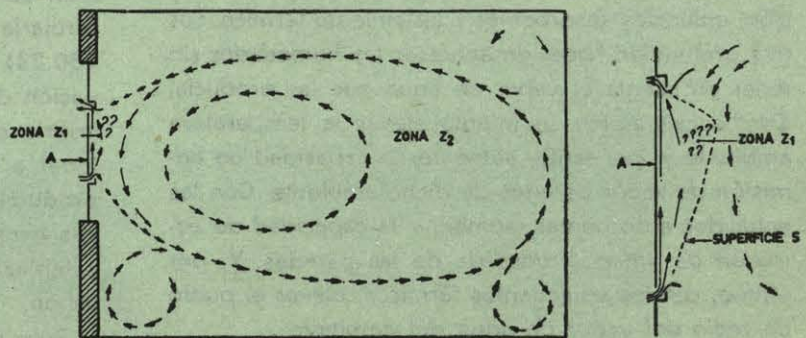
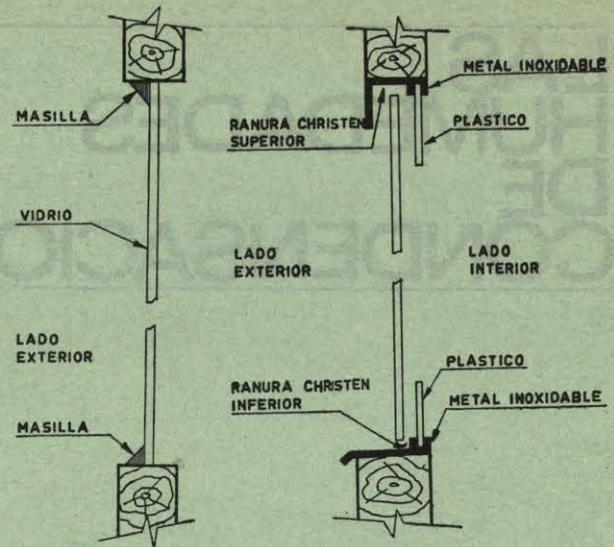
Esta mayor renovación en cocinas y servicios es la que nos permite reducir la del resto de la vivienda.

Ahora bien: esta renovación o ventilación de las viviendas se debe conseguir a ventana cerrada, es decir, la vivienda debe llevar incorporado un sistema de ventilación independiente de la que se conseguiría abriendo ventanas y puertas.

Hemos podido comprobar cómo muchos técnicos recomiendan a los ocupantes de una casa con humedades de condensación el que ventilen abriendo las ventanas. El primer problema que se plantea es el de la continuidad de la ventilación, ya que las ventanas podrán estar abiertas durante ciertos momentos del día, pero no de forma constante, en viviendas sin calefacción, lo que implicaría el vivir a temperaturas similares a las del exterior.

Cualquier sistema de ventilación adoptado, natural o forzado, implica un sistema de calefacción que permita calentar el aire frío que entra del exterior, lo que nos lleva a un campo de economías fuertes y no de casas modestas que, de por sí, no llevan sistema de calefacción.

Dentro de los sistemas de ventilación natural se encuentra el llamado Christen, concebido por dos franceses de Lyon, padre e hijo, dedicados a la bio-



logía. Este sistema, del cual pueden encontrar amplia información en la conferencia pronunciada por M. Fournol el 24 de junio de 1958 sobre "Remède pratique à l'humidité des constructions", está concebido especialmente para evitar las condensaciones. La ventilación tan enérgica que efectúa, así como las dificultades de su puesta a punto, lo convierten en un sistema teórico y no práctico.

Hay que tener en cuenta que el sistema Christen puede ser manejado por los ocupantes de las viviendas, los cuales, al notar el aire que entra por la ranura inferior (fig. 1), tapan no sólo la inferior, sino también la superior. Todas estas causas son motivo para rechazar tal sistema como solución de las humedades de condensación.

LA CALEFACCION, LOS ENLUCIDOS ABSORBENTES, EL AISLAMIENTO TERMICO Y LA VENTILACION, COMO SOLUCIONES INDEPENDIENTES, NO ELIMINAN LAS HUMEDADES DE CONDENSACION

Estas cuatro soluciones, invocadas como infalibles, no resuelven el problema de las humedades de condensación del vapor de agua que aparecen en viviendas económicas sin calefacción por las diferentes razones expuestas anteriormente, razones que son confirmadas por numerosos ensayos en viviendas con humedades de condensación.

Cuando desarrollamos el estudio sobre los diferentes factores que intervenían en la humedad de condensación, decíamos que *a priori* no se podían saber las causas que las motivaban y, por tanto, tampoco sabríamos la solución correcta, que el problema podía ser factor de una, dos o tres causas y que en cada caso había que tratar todos los factores para eliminar las humedades.

Por tanto, si las cuatro soluciones aplicadas independientemente (calefacción, enlucidos absorbentes, aislamiento térmico y ventilación), no han dado resultados, quiere decir que el problema es función de más de un factor.

FUNDAMENTOS DE LA UNICA SOLUCION

Vamos a analizar los diferentes factores en una vivienda económica sin calefacción, teniendo en cuenta:

- Que, para el clima de España, los cerramientos exteriores son suficientes térmicamente con un coeficiente K de aislamiento comprendido entre

$$1,8 \text{ y } 1,4 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}}, \text{ ya que un K inferior a } 1,4$$

tendría razón de ser buscando una mayor economía de instalación y consumo de un sistema de calefacción, pero hemos puntualizado ya que se trata de viviendas sin calefacción.

- Que no llevan incorporados ningún sistema de ventilación general, siendo excepciones las que lo tienen en cuartos de aseo y retretes.
- Que las superficies interiores de techos y paredes están guarnecidas de yeso, sobre el cual se aplica una pintura al temple preparada a base de colas vegetales o animales.

Estas tres circunstancias debemos tenerlas muy presentes, ya que la *solución de las humedades de condensación* va a girar alrededor de ellas, que sólo bastará introducir pequeñas modificaciones para eliminar dichas humedades.

Para mayor facilidad vamos a explicar detalladamente el proceso que siguen las humedades de condensación desde que aparecen por primera vez hasta que invaden la mayor parte de las superficies de cerramientos exteriores, techos y tabiques.

PROCESO DE FORMACION DE LAS HUMEDADES DE CONDENSACION

Las primeras condensaciones aparecen, siempre de una forma casi absoluta, en los cristales de las ventanas de la cocina y de los dormitorios, cuando las temperaturas exteriores de otoño llegan a bajar de los $+5^\circ\text{C}$, y antes en la ventana de la cocina que en la de los dormitorios, pues en los momentos en los cuales se preparan los alimentos se producen grandes cantidades de vapor de agua en corto espacio de tiempo y con las intermitencias a que obligan las horas de las comidas. Debido a estos dos últimos factores, las condensaciones en la ventana de las cocinas son menos aparatosas que las de los dormitorios, pues la producción de vapor de agua en éstos se realiza de una forma constante durante toda la noche, y el total de vapor de agua producido en un dormitorio por dos personas durante ocho horas de sueño es superior al producido en la cocina en el tiempo que se tarda en preparar una comida o una cena. Esta diferencia aumenta si los menús son a base de platos fritos y disminuye si son guisos y sopas.

Estas primeras condensaciones sobre los cristales de las ventanas desempeñan un papel muy importante en la formación de las humedades de condensación que luego aparecen en paredes y techos.

Para demostrarlo tenemos que hallar antes la cantidad de vapor de agua que puede llegar a condensarse en una ventana.

Es de uso normal en viviendas económicas el vidrio sencillo para ventanas cuyo coeficiente K es de

$$5 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ h}^\circ \text{C}}.$$

Por otra parte, un gramo de vapor de agua desprende al condensarse 0,6 Kcal.

Suponemos una temperatura interior de los dormi-

torios $T_i = 14^\circ \text{C}$ y una temperatura exterior media durante la noche $T_e = 4^\circ \text{C}$ y que la superficie de la ventana es de un metro cuadrado, con lo cual calculamos el número de Kcal que pasan por el vidrio en una hora será:

$$K. (T_i - T_e) = 5 (14 - 4) = 50 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}},$$

y el número de g. de vapor de agua que puede condensar será:

$$w = \frac{50}{0,6} = 83,33 \text{ g./m}^2 \text{ h.}$$

Si consideramos un período de ocho horas para la noche, el total de g. de vapor de agua que se condensa en la ventana del dormitorio de un metro cuadrado de superficie será:

$$w = 83,33 \times 8 = 666,64 \text{ g.}$$

Ahora bien: estos 666,64 g. de vapor de agua condensados en la ventana de un dormitorio caen por el antepecho de la misma y se depositan en el suelo, dando origen a las primeras manifestaciones de humedad en las paredes, ya que el agua depositada en el suelo corre a lo largo del rodapié y sube por capilaridad en el yeso, siendo más pronunciada esta subida en los rincones, por efectos elementales de tensión superficial.

A partir de este momento es cuando empiezan a manifestarse las humedades de condensación en las paredes del dormitorio, por lo que hemos podido comprobar con numerosas experiencias que si se evita que caiga al suelo el agua condensada en las ventanas, no aparecen luego condensaciones en paredes y techos.

La solución es por sí misma elemental, ya que consiste en disponer, en la carpintería de las ventanas, un evacuador de agua de condensación, evacuadores conocidos desde hace muchos años en Europa y de los cuales tengo como primera referencia un tipo de ventana diseñado en el año 1828 por el francés Dumas.

Estos evacuadores no sólo tienen la ventaja de eliminar el agua de condensación de los cristales, sino que facilitan un mayor caudal de condensación debido a que entonces se produce la llamada condensación "en gotas", mientras que si no se elimina el agua de condensación del cristal queda éste recubierto por una película de agua de reducido espesor que disminuye la capacidad condensadora del vidrio, llamándose a este tipo de condensación en film.

Con estos evacuadores de agua de condensación en las ventanas tenemos parte del problema resuelto, ya que nos servimos precisamente de las ventanas

como reguladores de la producción interior del vapor de agua, pues los cristales usados como condensadores permanentes producen una cantidad de agua que es eliminada por los evacuadores al exterior.

Por otra parte, ya no se mojarán los antepechos de ventanas ni se encontrarán charcos de agua en el suelo.

De momento sabemos eliminar el agua de condensación de las ventanas y que como hemos visto nos sirve para remediar, en parte, el problema de las condensaciones.

Pero recordemos el elemental principio de Física llamado de la pared fría y que dice: *"en todo recinto en el cual existe vapor, la presión del mismo es la que corresponde a la pared más fría"*.

Con otras palabras, este principio viene a decir: *que en todo recinto donde existe vapor, éste siempre se condensará en la pared más fría del recinto.* En este principio están basados los aparatos llamados condensadores.

Con las condiciones que encontramos en las viviendas, y sobre todo en los dormitorios, condiciones que son tres: recinto cerrado, existencia de vapor y una pared más fría que el resto—los vidrios de las ventanas—, podemos inmediatamente hacernos una pregunta: ¿Por qué no se verifica el principio de la pared fría en las viviendas?

Para que no se pueda realizar el principio de la pared fría en las viviendas encontramos, como principal inconveniente, el no cumplimiento de la condición de recinto cerrado de forma hermética, pero téngase en cuenta que una de las experiencias de laboratorio, con la cual se demuestra el principio de la pared fría, consiste en dos matraces a diferentes temperaturas, unidos por un conducto, y en el interior de los cuales existe vapor de agua, viéndose cómo se condensa el agua en el matraz más frío.

Sin embargo, un dormitorio con la ventana y la puerta cerrada puede ser comparable a un matraz, en comunicación con el resto de la vivienda; el otro matraz, a través de las rendijas de la puerta.

Por otra parte, no cabe duda que existe una pared más fría que las restantes, y esta pared es precisamente la superficie de cristales de la ventana.

No cabe duda que esta superficie de cristales es la más fría de todo el dormitorio y que no puede existir otro elemento más frío en el cerramiento, incluso si se piensa en puentes térmicos, bien por elementos estructurales del cerramiento, bien por puentes térmicos en rincones.

Por tanto el principio de la pared fría se tiene que verificar en las viviendas, y, sin embargo, se producen condensaciones en otras superficies que no son las más frías. ¿Cómo se puede explicar esta excepción del principio de la pared fría?

(Continuará.)