



Situación patológica: humedades en viviendas adosadas

ANTONIO GARCIA VALCARCE
FRANCISCO ORTEGA ANDRADE

NOTA: Recordamos que las situaciones patológicas que comentaremos en esta sección, no serán nunca identificadas ni localizadas, pues ello nada aporta y en muchas ocasiones ni siquiera responderán a las condiciones de partida, sino que estos datos, aunque reales, serán ligeramente modificados a fin de dar un mayor juego científico y ponderación de la situación, en comparación con la normativa vigente.

lo cual es digno de mención porque no siempre se dan estas circunstancias.

El informe se realizó en el año 1978 y ahora se escribe con ligeras modificaciones de revisión para que recobre valor actual.

doble de 24 x 11,5 x 9 cm., tomados por mortero de cemento portland M-40 (1:6) enfoscada a ambas caras con el mismo mortero, cámara de aire de 4 cm., cerrada interiormente con ladrillos huecos sencillos de 24 x 11,5 x 4 tomados con mortero de cemento portland M-40 (1:6) y colocados a pandere, revestidos por su cara exterior con tendido de yeso Y-20.

ANTECEDENTES

DATOS DE LA EDIFICACION

Arquitectos:

Localización:

Morfología: El proyecto objeto de este informe trataba de un conjunto residencial de viviendas adosadas en grupos de 12 viviendas desarrolladas en dos plantas, que en su desarrollo lineal componían amplias zonas verdes. Por la forma en que se retranqueaban las plantas altas para la formación de terrazas y por la manera de asociación de dichas agrupaciones, se producían abundantes piñones ciegos o muros transversales vistos.

La construcción se estructura con muros transversales de carga, formados por bloques SAN PABLO, de micro-hormigón vibrado, de 20 x 20 x 40 cms., tomados con mortero de cemento portland 1:6, aparejados a soga de forma que estos muros perpendiculares a fachadas toman un espesor de 20 cm.

El cerramiento de fachada principal o de acceso a la vivienda está formado por una citara de ladrillos hueco

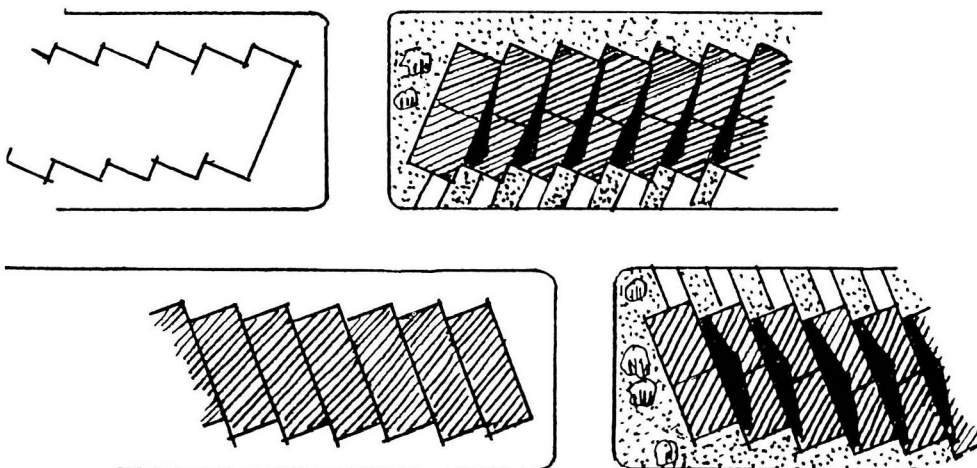
El cerramiento posterior o de patio y garage se forma como se ha descrito para los muros transversales, es decir, con bloques SAN PABLO y la cubierta de la edificación se realiza mediante forjado plano inclinado, formado por viguetas auto-resistentes y bloque aligerante prefabricado de micro-hormigón prensado, siendo el canto total del plano de forjado de 23 cm. Sobre éste y tras una capa de regularización de mortero de cemento, se tomaron las tejas curvas cerámicas de 42 x 20/15 x 10 con mortero de cal.

En la parte central, donde se sitúa, en el primer cuerpo, el cuarto de baño y rellano de desembarco de escalera y en el cuerpo segundo, donde se localizan el distribuidor de dormitorios y armarios empotrados, se ha dispuesto un falso techo horizontal de escayola que produce un quiebro en los techos de los dormitorios, salvo en el de padres que, todo él, queda horizontal.

Para fijar el artículo que en esta sección introducimos, en cada número de nuestra publicación, revisamos en ese momento nuestro archivo de casos en los que hemos intervenido. En esta ocasión hemos pensado en uno que no tratase de patología del hormigón, ni tampoco de problemas derivados del suelo, en los cuales hemos insistido repetidas veces. Por ello, exponemos aquí un tema en relación con las humedades en viviendas y porque, desde luego, nos ha parecido lo suficientemente interesante, en su desarrollo, como para figurar en esta publicación.

El informe base de este trabajo fue solicitado por la Comunidad de propietarios del conjunto residencial, los arquitectos autores del proyecto y la empresa constructora que había realizado la edificación y este hecho de buenas disposiciones por solucionar el problema, nos ayudó a realizar un estudio serio, reposado y sin ninguna presión ni visión subjetiva de partida,

FIGURA 1



ASOCIACION

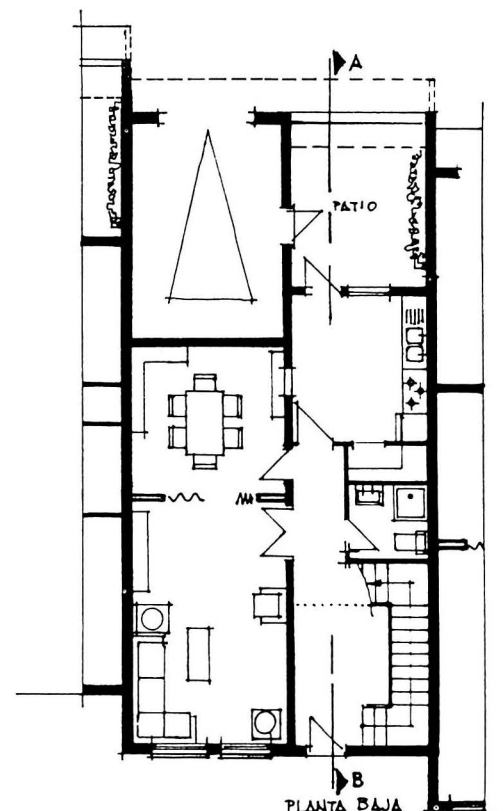


FIGURA 2

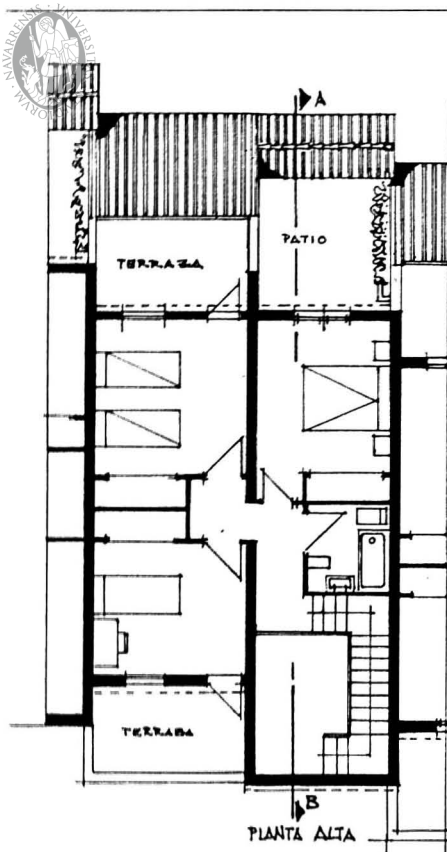


FIGURA 3

El revestimiento exterior de toda la edificación se ha llevado a cabo mediante enfoscado y tirolesa de marmolina con cemento blanco y una capa de pintura de polifilm impermeable.

DAÑOS OBSERVADOS

La visita se realizó uno de los últimos días de marzo del año ya citado. Más tarde y con el fin de la realización del trabajo, se realizaron repetidas visitas. Se trataba de analizar los síntomas y características que presentan las humedades existentes en diversas áreas y elementos constructivos de determinadas viviendas, y llegar a de-

terminar las probables causas que producían los daños y en su caso dar soluciones constructivas para corregirlas.

La impresión general, a primera vista, es la de un conjunto de viviendas de construcción correcta, normalmente realizada con las características constructivas ya explicadas. En la Urbanización, había viviendas habitadas y otras deshabitadas. Las humedades eran más intensas en las viviendas no ocupadas y en las habitadas intermitentemente, que en las habitadas de forma permanente. Las características de la sintomatología eran bastante homogéneas y se distribuye en la forma siguiente:

- Manchas de humedad de gran oscurecimiento y población abundante del hongo gris-verdoso de olor característico a podrido, que se localizan en amplias áreas de forjado inclinado del hall de entrada y en la parte más próxima al encuentro con el cerramiento de la fachada principal.
- Manchas de iguales características a las descritas en el apartado anterior, aunque de menor intensidad y con carácter más aislado en el cerramiento de la referida fachada principal y en su parte alta.
- Manchas de humedad, también de similar origen a las reseñadas en los apartados b y c, reflejando la geometría o recuadros de la geometría de la estructura del bloque de hormigón, en amplias áreas del muro posterior o cerramiento trasero que presenta su fachada al patio.

d) Asimismo aparecen dibujadas por manchas de humedad de idéntico aspecto, los rectángulos que definen las paredes transversales de los bloques de micro-hormigón, en grandes zonas de los muros transversales y fundamentalmente en las porciones de estos muros que constituyen cerramientos exteriores, costados de terrazas, medianeras vistas y piñones ciegos de grupos de viviendas. Con mayor intensidad en estos últimos años.

e) Manchas de humedad localizadas debajo de algunas ventanas de los cerramientos de las fachadas, principal y a patio, producto de infiltraciones, aunque esta patología no puede decirse que se encuentre generalizada.

f) Manchas aisladas de pequeños diámetros en fase de desecación, localizadas en el falso techo de escayola que ocupa la parte central de la planta alta de la vivienda, que puede ser originada por unas goteras o filtraciones aisladas de las tejas o por principios de condensación.

POSIBLES CAUSAS DE LOS SINTOMAS

Como casi siempre, encontramos en este caso la aptitud de los propietarios de asegurar a todas luces, que el agua que allí producía la mancha, era procedente del agua de lluvia que infiltrada del exterior por fisuras, defectos de ejecución y absorción de los materiales y revestimientos porosos, llegaba hasta el interior de la edificación, mostrando así aquellos síntomas que a ellos perturbaban.

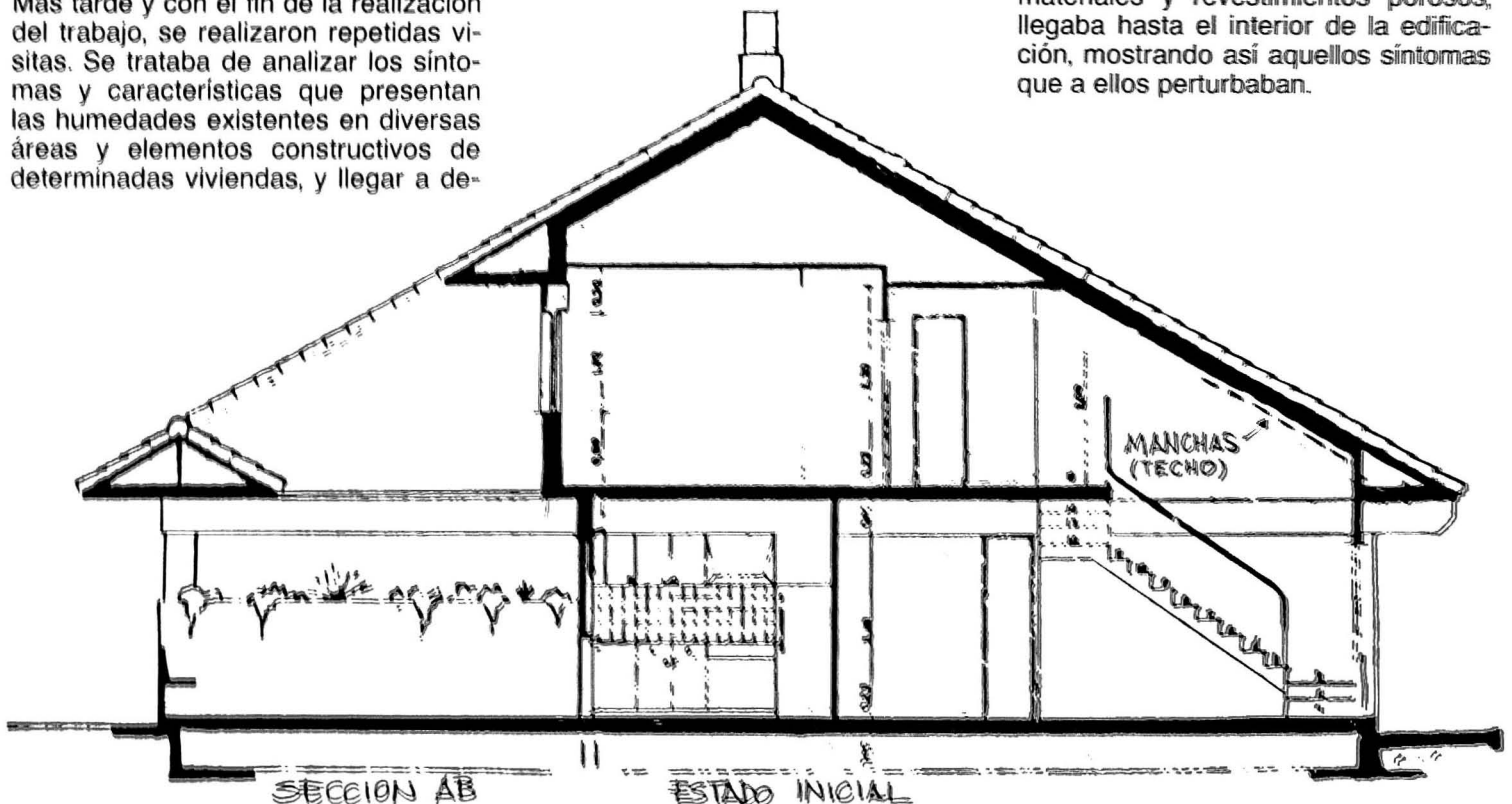


FIGURA 4



Por otro lado, el carácter de la sintomatología, por sus hongos de olor característico y por el aspecto que el puente término de los propios bloques mostraba al dibujar su estructura o enrejado, daba una clara lectura de un problema de condensación interior.

Como todos sabemos, la condensación se produce cuando la temperatura de la cara interior del muro, llega a tomar valores inferiores a la temperatura de saturación del aire, del alto contenido en humedad relativa, que tenemos en el interior del local. También conocemos que el muro puede enfriarse por la alta conductividad térmica del material seco y que este enfriamiento se incrementa fuertemente si el muro se encuentra húmedo, por penetración de agua de absorción exterior.

Por todo lo anterior, nuestra investigación tenía que orientarse hacia el conocimiento de: primero, el valor que podía alcanzar la humedad relativa en los distintos locales y consecuentemente establecer la temperatura de saturación, condensación o rocío del aire en dichos locales; y segundo, establecer la temperatura en la superficie interior del cerramiento.

Encontrar la temperatura de saturación del aire interior es inmediato, como veremos, a partir de conocer por un termo-higrógrafo la temperatura y la humedad relativa y referir estos datos al ábaco psicométrico. Para conocer la temperatura de la superficie interior

del muro, necesitamos mayor investigación. Se requiere para ello, conocer una amplia información meteorológica del entorno, la conductividad de los materiales y el grado de saturación de humedad del cerramiento.

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES INTERIORES

Para determinar las condiciones o calidad del aire ambiental del interior de la vivienda, se mantuvo en funcionamiento a lo largo de una semana y en distintos puntos de la vivienda, el termo-higrógrafo de Salmoiraghi que dibujó la gráfica que aparece en la figura. La curva inferior registra la humedad relativa en cada instante, mientras que la superior refleja el valor del nivel térmico o temperatura a que tiene lugar dicha humedad en el mismo momento.

Del estudio de dichas gráficas se obtienen las conclusiones siguientes:

1. La temperatura se mantiene bastante regular, marcando los períodos diurnos/nocturnos, aunque algo baja para la época o período del año considerado. Como medias se puede obtener que la más baja se da en el entorno comprendido entre las 6 h. y 7 h. de la mañana y cuyo valor es de 17° C., mientras que la más alta se tiene en el espacio de tiempo definido por las 12 h. (medio

día) y las 5 h. de la tarde, con valores de 21° C.

2. El valor medio de la temperatura del aire interior es de 19° C.
3. La humedad relativa con una gráfica más movida e irregular nos dice cómo a partir de las 8 h. de la tarde, deja de ventilarse la vivienda, aumenta el número de personas que ocupan la misma y aumenta la humedad relativa hasta el 86% en el período nocturno y este valor enlaza, y llega a valores del 88%, con el período de fregado del suelo y cocción de alimentos, hasta las 2 h. del mediodía en que empieza a bajar, para mantenerse en un 65% en el espacio de tiempo definido por 3 h. hasta las 7 de la tarde.
4. Las puntas peligrosas, desde el punto de vista de la condensación, se obtienen a las 7 h. de la mañana con una temperatura de 17° C. y H.R. del 85% y al mediodía cuando la temperatura es de 20° C. y la H.R. del 88%.
5. El termo-higrógrafo dibujó la primera mitad de la gráfica situado en la zona de dormitorio (planta alta) y la segunda en la zona de estar, (planta baja).

Con los valores señalados para las puntas de riesgos de condensación (7 h.; H.R. = 86%, T = 17° C y 13 h., H.R. = 88%, T = 20° C.) y ayudados por el ábaco psicométrico, podemos decir que las temperaturas de saturación o

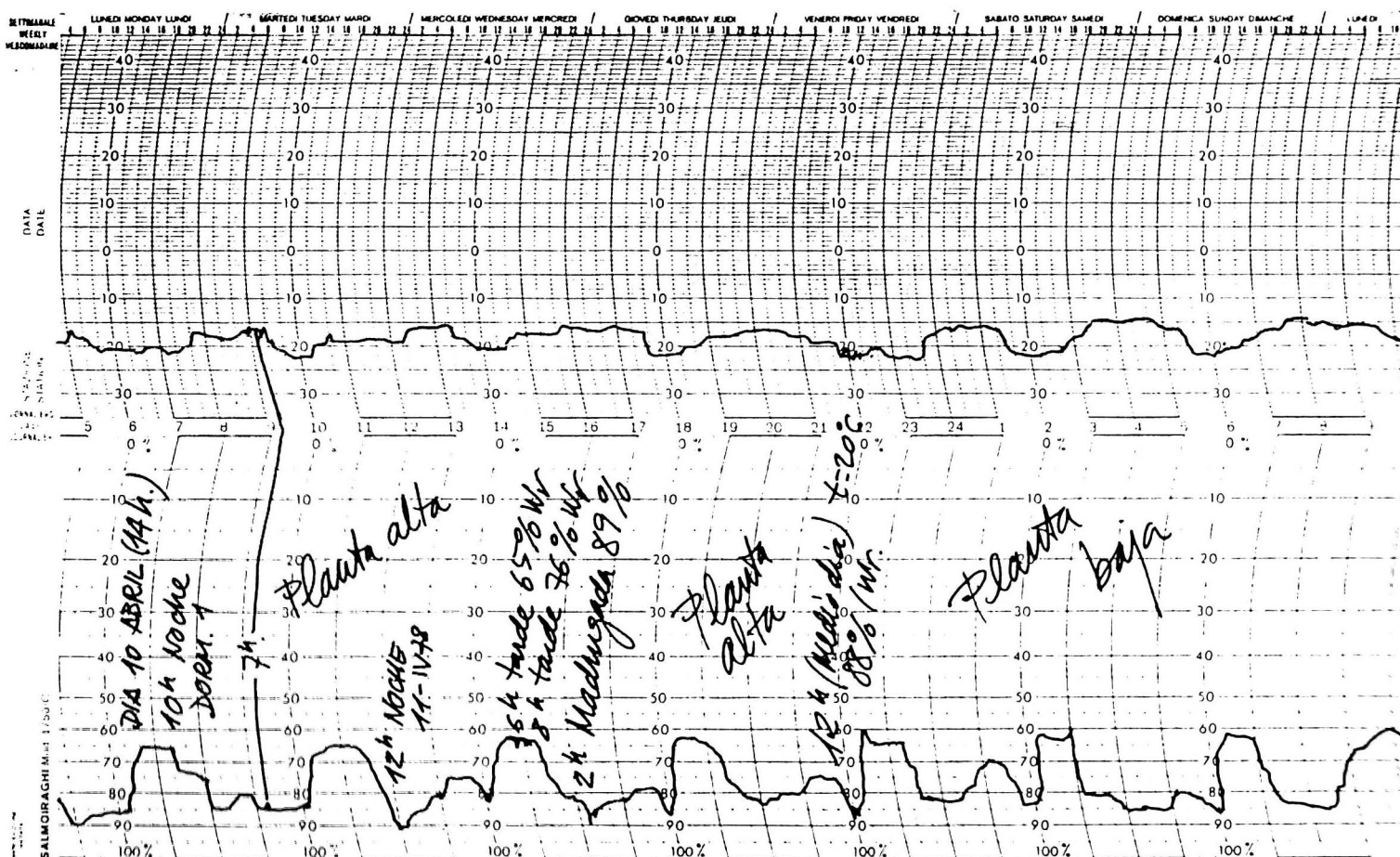


FIGURA 5



de rocío para el aire interior, en los citados momentos son, de 14,7° C. y 18,2° C. respectivamente y que si, en esos instantes, la temperatura superficial de los paramentos interiores de los puentes térmicos baja de estos últimos valores, el fenómeno de la condensación tiene todas las condiciones favorables para que se produzca.

CALCULO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERIOR EN LOS PUENTES TERMICOS

Para ello necesitamos calcular previamente el coeficiente de transmisión de calor en los puentes térmicos que, lógicamente, será en aquellos puntos del cerramiento interior que son atravesados por las paredes transversales de los bloques y juntas de mortero de cemento y en aquellos otros del forjado inclinado en los cuales se cruzan las viguetas autorresistentes con las canales de la cubierta de teja.

a) en el cerramiento

Capa	e	λ	e/λ
Revestido mort. cem. (1:6) ext.....	0,020	1,20	0,016
Pared del bloque mortero de cem.....	0,200	1,15	0,174
Tendido de yeso.....	0,015	0,26	0,058
Resistencia superf. interior (1/hi).....			0,130
Resistencia superf. exterior.....			0,070
			1/K = 0,448
			Kcal/h x m ² °C K = 2,232

b) En el forjado inclinado

Capa	e	λ	e/λ
Teja cerámica.....	0,012	0,80	0,015
Mortero de cal de agarre.....	0,020	0,75	0,026
Vigüeta de hormigón.....	0,200	1,40	0,140
Tendido de yeso.....	0,015	0,26	0,057
Resistencia superf. exterior (inclinado).....			0,060
Resistencia superf. interior (1/hi).....			0,110
			1/K = 0,408
			Kcal/h x m ² °C K = 2,451

Para el cálculo de la temperatura superficial del paramento interior en los puntos presumibles de condensación o puentes térmicos, aplicamos la fórmula siguiente:

$$t_i = T_i - \frac{1}{h_i} \times \frac{1}{h_i} (T_i - T_e) = T_i - K_e (T_i - T_e) \times \frac{1}{h_i}$$

Veáse punto 4.2. del Anexo 4 de la N.B.E. CT-79.

Para el cerramiento:

A las 7 h. de la mañana (HR = 86%; T_i = 17° C.; T_e = 7,4° C.)

$$t_i = 17 - 2,232 (17 - 7,4) 0,13 = 14,2° C.$$

A las 13 h. mediodía,

$$t_i = 20 - 2,232 (20 - 13,5) 0,13 = 18,1° C.$$

Para el forjado inclinado:

A las 7 h. de la mañana,

$$t_i = 17 - 2,451 (17 - 7,40) 0,11 = 14,4° C.$$

A las 13 h. mediodía,

$$t_i = 20 - 2,451 (20 - 13,5) 0,11 = 18,2° C.$$

Los valores de la temperatura exterior están tomados de los datos facilitados por el Observatorio del Aeropuerto de San Pablo.

Si se comparan estos valores de las temperaturas superficiales con los obtenidos anteriormente para las temperaturas de rocío, vemos que coinciden casi exactamente en lugar y hora y que por ello, aunque debe darse la condensación, ésta no debería ser tan abundante. Lo anterior no es del todo cierto en razón de que el coeficiente de transmisión térmica del cerramiento aumenta fuertemente en cuanto que adquiere un alto grado de humedad por el propio vapor de agua del aire cargado del espacio interior y, en consecuencia, baja de forma considerable la temperatura interior. Ello justifica suficientemente las grandes humedades que se dan en esta edificación.

OBSERVATORIO METEOROLOGICO DEL AEROPUERTO DE SAN PABLO. SEVILLA

AÑO	MES	TEMPERATURAS °C			
		Min.	Med.Min.	Max.	Med. Mens.
1976	Oct.	6,4	11,8	22,9	17,4
"	Nov.	0,4	5,6	17,9	11,7
"	Dic.	1,4	8,7	16,4	12,5
1977	Ene.	1,2	7,4	14,8	11,1
"	Feb.	2,2	8,2	16,6	12,4
"	Mar.	1,6	7,6	21,8	14,7

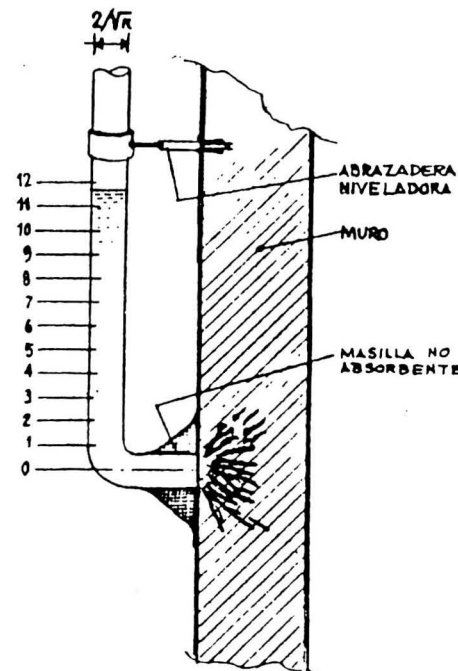


FIGURA 6

HUMEDADES DE ABSORCION (AGUA-VIENTO)

Para los propietarios, todas las manchas de humedad son siempre producto de entradas de agua del exterior, infiltraciones; y convencerles de que la condensación del vapor interior puede ser la causa de la patología es siempre difícil. En cualquier caso, lo frecuente es que la causa no sea única y que la superposición de ellas sea el parámetro suficiente que establece el desequilibrio funcional. Por ello, nos pareció necesario estudiar la posible penetración del agua de lluvia en el material del cerramiento.

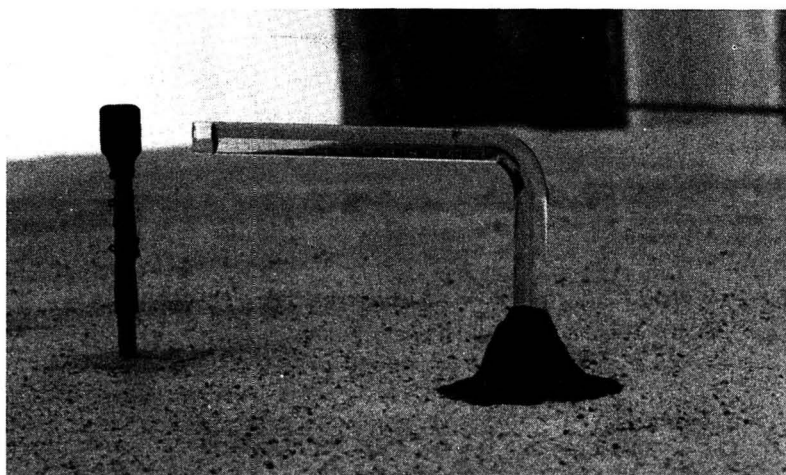


FIGURA 7



Para el estudio de la permeabilidad del revestimiento de fachada al agua bajo presión de viento, se llevó a cabo el ensayo propuesto por el profesor Edvard B. Grunau y desarrollado ampliamente por El Departamento de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, que simula la acción de lluvia en situación agua-viento y que consiste en conectar con el revestimiento un tubo manométrico de vidrio de 1 cm² de sección, el cual está graduado en milímetros sobre la vertical de la columna de agua que produce la presión sobre un cm² del paramento. El peso de la columna de agua nos da la presión en cada momento sobre dicha área y el descenso de la columna nos facilita el agua que penetra en la unidad de tiempo.

Para una altura de columna inicial de 12 cm., se tiene una presión de 12 cm³/cm², equivalente a 100 kg/m², que

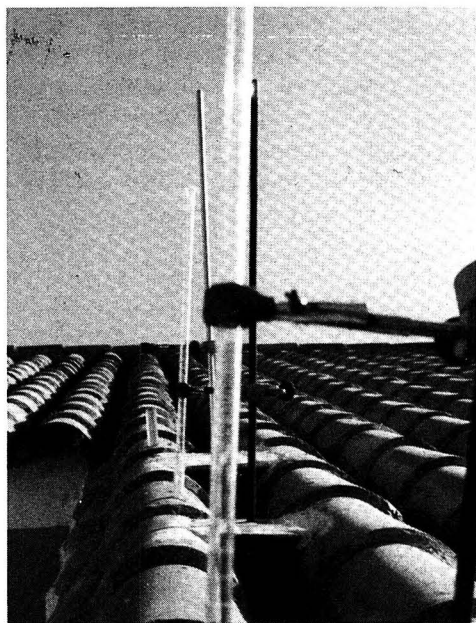


FIGURA 8

llevado a la fórmula de Marvin que relaciona la presión con la velocidad de viento ($p=V^2/16$), nos da un viento azotando al agua contra el paramento, de 144 km/hora. Esta velocidad del viento es superior a la que puede esperarse en la latitud de la edificación que estamos ensayando.

Se controla la velocidad con que desciende el agua en el tubo graduado, efectuando lecturas de minuto en minuto y si el descenso es lento se pasa a duplicar el tiempo de registro. Nuestro Departamento ha experimentado ampliamente este ensayo y estima que los valores obtenidos han de entenderse como indicativos de la permeabilidad y para ello ha establecido la siguiente escala tomada la medida de numerosas pruebas de penetración.

Penetración en cm. ³ en 10 min.	Estimación
Menor a 0,1	Sin actividad capilar
de 0,1 a 0,2	Impermeable
de 0,2 a 0,4	Permeabilidad muy baja
de 0,4 a 1,0	Baja permeabilidad
de 1,0 a 2,4	Mediana permeabilidad
de 2,4 a 3,0	Alta permeabilidad
Superior a 3,0	Permeabilidad muy alta

Los resultados obtenidos en los puntos ensayados en la edificación que estudiamos, fueron los siguientes:

PUNTO 1 (Paramento de terraza)

Tiempo de lectura	Descenso
1 minuto	0,0 cm.
3 minutos	0,20 "
7 "	0,45 "
10 "	0,60 "
15 "	0,65 "
20 "	0,70 "
30 "	0,80 "

PUNTO 2 (Muro piñón)

Tiempo de lectura	Descenso
1 minuto	0,00 cm.
3 minutos	0,30 "
7 "	0,50 "
10 "	0,66 "
15 "	0,70 "
20 "	0,80 "
30 "	1,20 "

PUNTO 3 (Tejas)

Tiempo de lectura	Descenso
1 minuto	0,20 cm.
3 minutos	0,40 "
7 "	0,80 "
10 "	1,00 "
15 "	1,15 "
20 "	1,20 "
30 "	1,30 "

Los resultados anteriormente expuestos nos llevaron a calificar a la edificación como de paramentos de permeabilidad baja y bien protegidos frente al problema de la humedad de absorción de agua de lluvia, por lo que nos pareció correcto no actuar en este sentido y nos confirmaba aún más la teoría de humedades de condensación.

Por otra parte, el hecho que el muro no sea absolutamente impermeable al agua líquida, nos pone de manifiesto que la difusión de vapor puede realizarse a través de la capa de pintura y permitir por tanto, la transmisión de vapor del interior al exterior de la vi-

vienda, cuando las condiciones de presión del vapor y la temperatura lo permitan (fenómeno conocido y que se dice normalmente que el muro "respira").

Con estas características del muro no se deben producir humedades de infiltración por la acción de la lluvia.

Como consecuencia de la pequeña variación de la humedad relativa del muro, varía también muy poco el coeficiente de aislamiento térmico y por tanto, la influencia en la producción de humedades de condensación, por este motivo, es muy pequeña. Debe conservarse el muro con un revestimiento de pintura de calidad análoga a la existente.

PROPUESTAS DE SOLUCIONES O REPARACIONES

Se trata aquí de apuntar las formas en que estimamos puede actuarse, a fin de corregir las distintas lesiones por humedad que hemos venido estudiando o señalando.

Dado que la lesión o humedad más importante, por persistente, es la de condensación y también porque estimamos que es el problema que origina o facilita el resto de los otros tipos de humedades que se nos presentan, así como que también esta humedad, va a ocasionar las reparaciones de mayores complicaciones y costos, empezamos por ella.

De los puntos en que aparecen las condensaciones, es en el vestibulo-escalera, como muestran las fotos que ilustran este trabajo, donde lo hacen con mayor importancia. Para evitar la aparición de esta condensación y la consiguiente formación de hongos y mohos, se propone la creación de una cámara constituida por una superficie inclinada de escayola, donde se aloja un plano conteniendo espuma rígida de poliestireno expandido, en la forma que se dibuja en la FIGURA 9.

Esta cámara, como puede observarse por el dibujo de la sección citada, debe quedar perfectamente ventilada, conectándola por el plano de fachada con el exterior, bien por una rejilla o bien por unas perforaciones situadas en el enfoscado de retacado de las bocatejas y a través de la cámara de tabiquillos conejeros del vuelo de la fachada y debe conectarse por la parte superior con la cámara, existente en la planta superior, en la forma que se indica; con lo cual, ambas cámaras quedan favorecidas al quedar ventiladas.

Asimismo, la cámara o falso techo inclinado que se propone, se colocará de forma que no enteste en los planos

verticales laterales del vestíbulo, es decir, que la ventilación forzada, que en dirección a estas rendijas laterales se crea, elimine las humedades de estos muros laterales en la zona de escalera.

TRATAMIENTO DE LOS PARAMENTOS INTERIORES

Debería aplicarse una impregnación de las existentes en el mercado y que reúna como propiedades principales, las siguientes:

Ha de tratarse de un revestimiento plástico, es decir, una disolución o emulsión de altos polímeros de síntesis, los cuales se encuentran en las sustancias obtenidas por copolimerización de ésteres acrílicos.

Deberá ser flexible a fin de que siga los movimientos de los materiales y sea buen adherente y lavable.

Esta pintura o tratamiento ha de disponer de una estructura micro-porosa de manera que permita la respiración de las paredes, ésto es, que permita o sea permeable al paso del vapor que circula por diferencia de presión, directamente proporcional a la temperatura, desde el interior al exterior.

Asimismo, este revestimiento se tratará de una pintura anti-moho. Estos tipos de pinturas existen en el mercado y aunque siga produciéndose un relativo grado de condensación, impiden la formación del hongo y consiguiente olor característico que es propio de estas manchas de condensación.

REVISION DEL ESTADO DE LA CUBIERTA

Por último y a fin de completar el presente estudio, creemos necesario una cuidadosa revisión de todos los faldones de cubierta, a fin de sustituir las tejas que pudieran presentar fisuración, rotura o desplazamiento, tomándolas con mortero elástico, constituido por cal y arena limosa y retacando o repasando todas las bocatejas que presenten el mortero actual fisurado.

Esta operación habrá de llevarse a cabo con gran cuidado, dada la fragilidad y limitada resistencia mecánica de la teja cerámica. La reparación en este punto, sería menos delicada si la teja fuese de cemento, la cual está dotada de mayor resistencia mecánica.

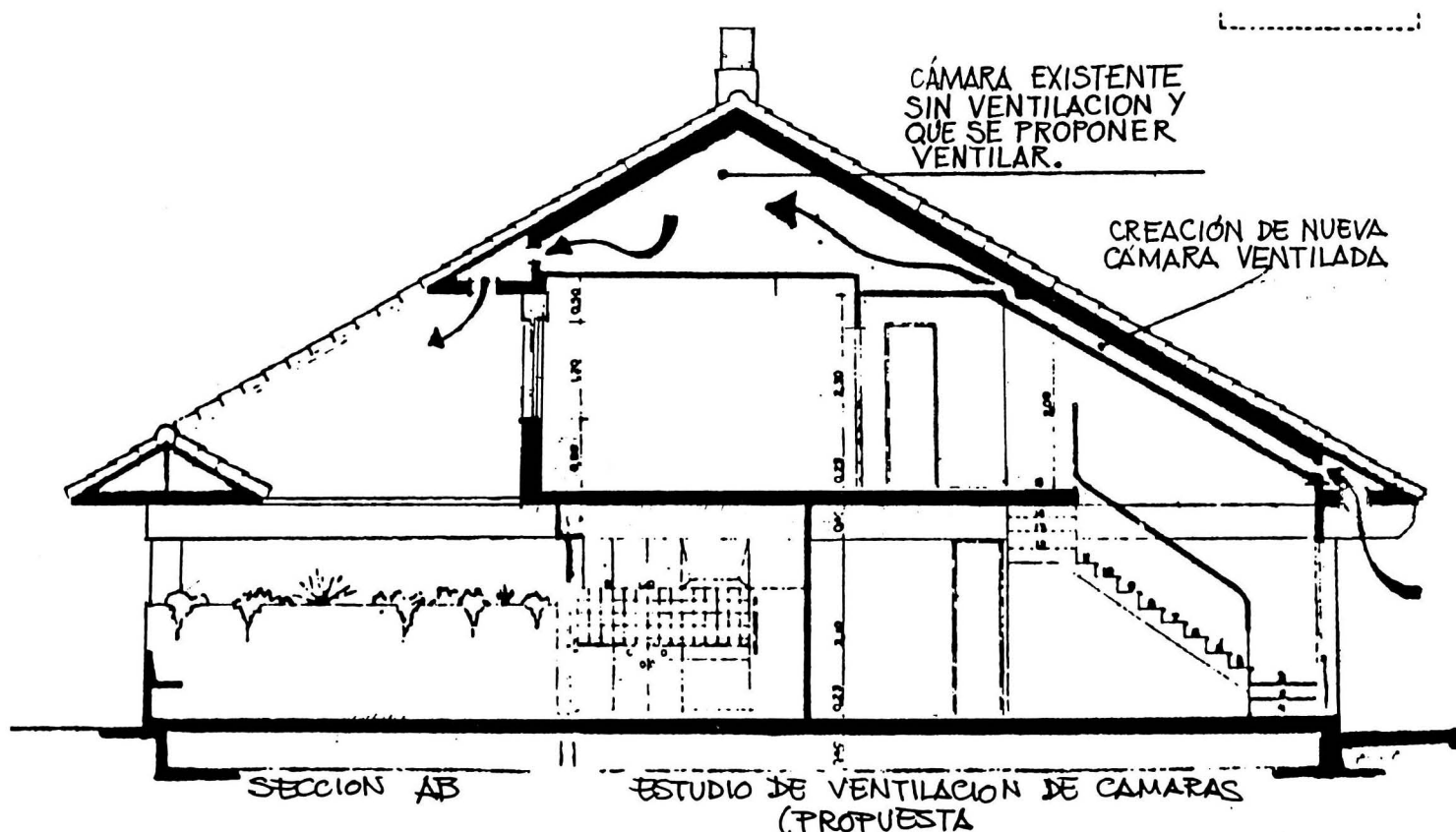


FIGURA 9