

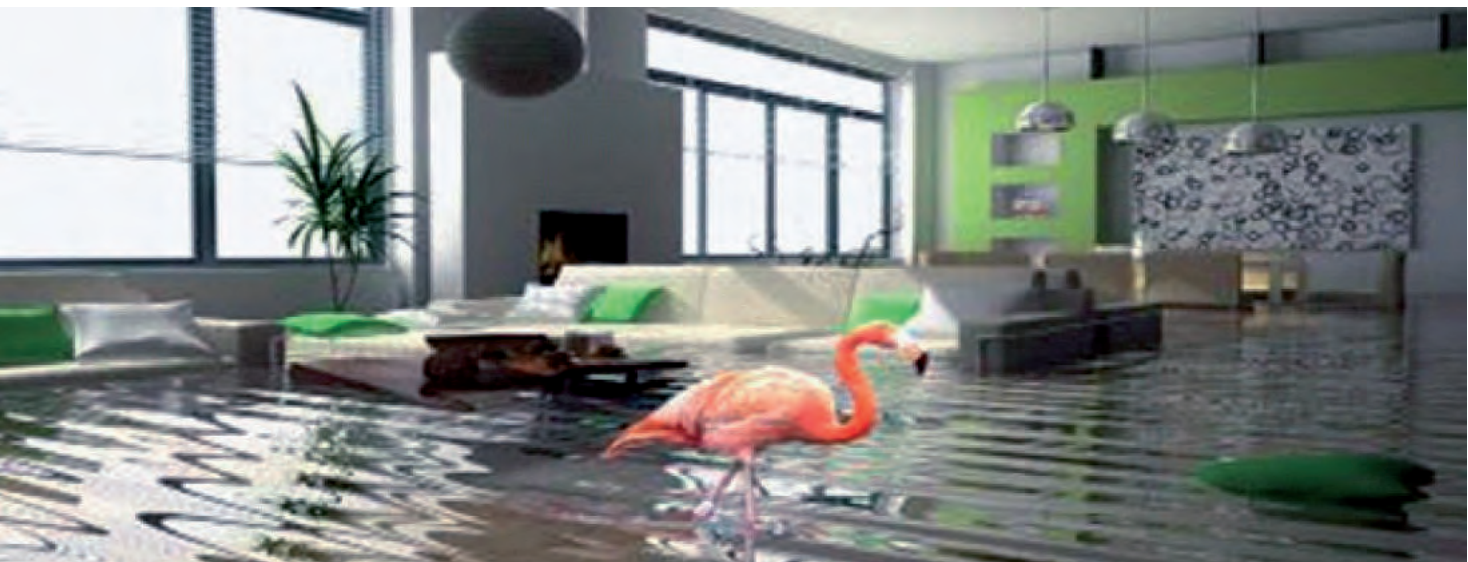
REPARACIÓN DE HUMEDADES

La humedad en las edificaciones es un problema difícil de comprender. Frecuentemente se aplican pinturas, estanqueidades y otros tratamientos a menudo de forma empírica, arbitraria, bien por hábito, bien por costumbre o, peor todavía, por el solo interés comercial.

Los problemas de humedad en las edificaciones son normalmente recurrentes y encontrar la solución correcta es una empresa ardua que los numerosos productos presentes en el mercado la hacen más difícil.

Cualquier solución a un problema de humedad debe dar respuesta a las causas que la originan, las cuales pueden ser producto de:

- Presencia de agua, que puede ser líquida o en forma de vapor. En un ambiente seco no es posible la humedad.
- Falta de aislamiento entre el elemento constructivo y el agua. Esta carencia permite que el agua esté en contacto con él y lo deteriore.
- Presencia de vías de penetración en los elementos constructivos, en forma de aberturas, juntas, grietas y/o poros que permiten la entrada, circulación y difusión del agua en ellos.
- Imposibilidad o dificultad de secado o eliminación del agua presente que permanece en el interior de los materiales o en su superficie.



Para dar solución a un problema de humedad es primordial contar con un buen diagnóstico que identifique la fuente o fuentes y permita afrontarlo de manera integral, sin olvidar que pueden existir varias, y sus manifestaciones superpuestas que harán que se camuflen unas a otras. Las reparaciones deben estudiarse con criterios técnicos y los tratamientos deben haberse comprobado previamente, pues los resultados varían con las circunstancias materiales y ambientales para cada caso.

La reparación de una patología por humedad ya sea ésta interna o superficial implica una serie de acciones que dependerán de:

- Comprobar el estado del elemento o la parte afectada y su acabado, tanto a nivel general como en las zonas lesionadas; es decir, deberá hacerse una revisión del contorno inmediato del área afectada.
- Demoler parcial o totalmente el elemento o parte afectada y su acabado, sanearla, lo cual contempla no sólo la parte lesionada sino además los contornos y, ante la duda, la totalidad de éste o ésta donde reside la lesión.
- Aplicar o colocar el acabado en la zona saneada.
- Como recomendación genérica, se su-

giere, la sustitución de todo elemento, sobre todo cuando su acabado sea de adherencia continua, en los casos de adherencia por anclajes puntuales, se podrá reparar sin la necesidad eminente de su demolición.

De las cinco fuentes de humedad (humedad de filtración, capilar, de condensación, accidental o de uso, de obra o de construcción), cada una obedece a fenómenos distintos, por lo que no hay un tratamiento universal para ser aplicado. Sólo un análisis de cada caso, considerando el clima, la zona, el destino de la edificación, el tipo de materiales, el diseño, entre otros factores, permite dar una solución adecuada al problema.

A continuación, en el Diagrama 4.1 se muestra el proceso que se debe seguir, el cual comprende: la inspección, el reconocimiento, el análisis y el diagnóstico del estado de la edificación en relación con las lesiones, causas y efectos producto de la presencia de humedad y el plan de acción para su corrección.

La importancia de la prevención es extrema, no basta con un mantenimiento correctivo de la edificación, es necesario, también, un mantenimiento preventivo. La preven-

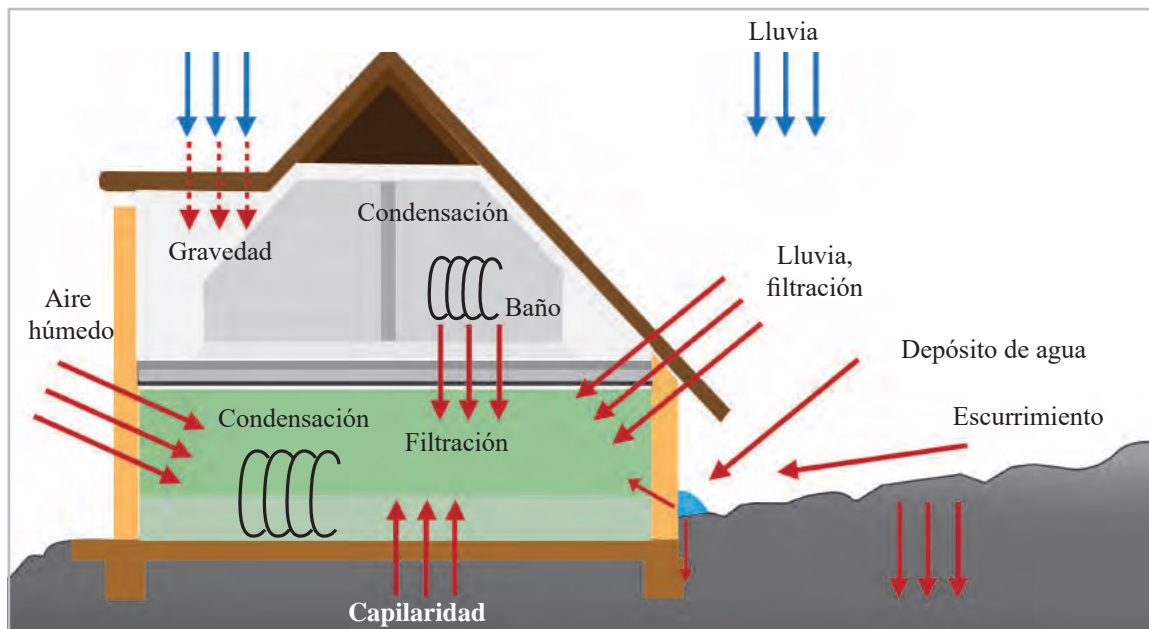
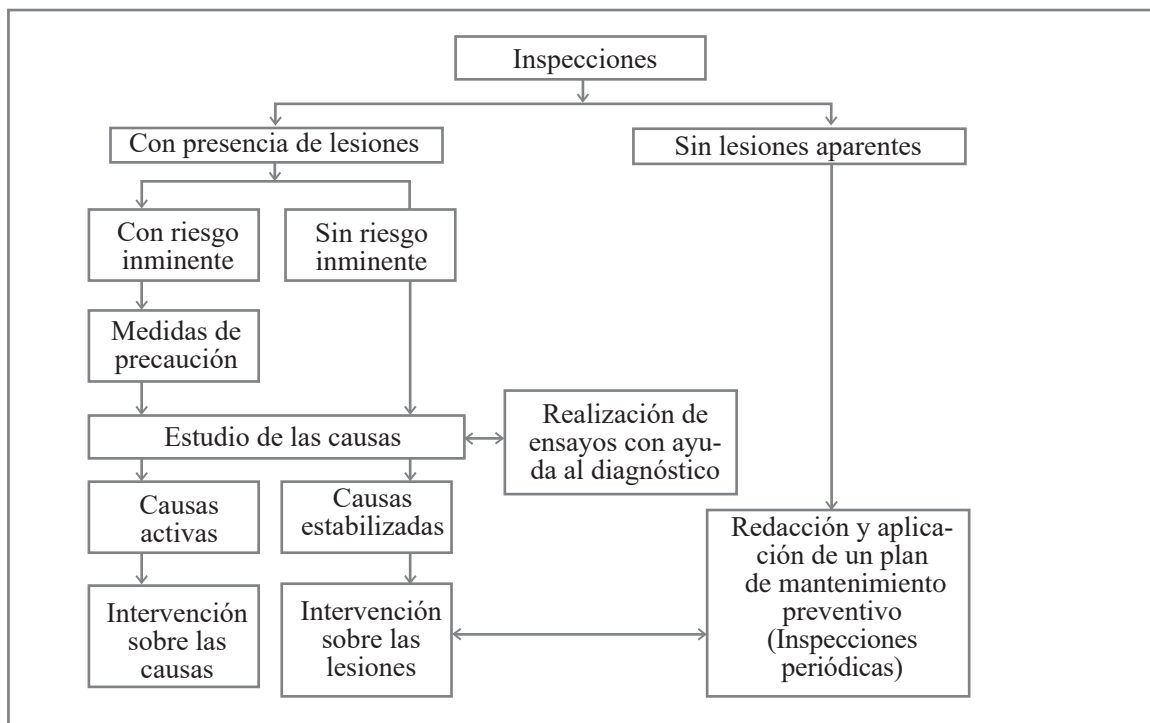


Figura 4.1 Fuentes y factores de humedad

Diagrama 4.1 Inspección, reconocimiento y diagnóstico

ción es la clave; si durante el diseño del proyecto no se toman los debidos cuidados para evitar esta patología, una vez que ésta ya en uso manifieste síntomas de humedad será casi imposible curarla del todo.

Los distintos tipos de humedad y sus respectivos métodos de intervención, serían:

HUMEDAD POR FILTRACIÓN

Se trata de una lesión muy típica de materiales porosos. Las humedades por filtración son varias y conviene definir las y clasificarlas a fin de establecer los parámetros que cada una de ellas demanda para su reparación.

Se debe determinar, del mejor modo, una relación causa-efecto para la investigación de hechos o circunstancias concurrentes antes o después de la aparición de la lesión. Establecer el carácter periódico o permanente; la relación con fenómenos naturales o no naturales.

Una vez detectada una humedad es importante repararla; las humedades son degenerativas y acaban afectando las estructuras,

y en ocasiones la reparación acaba siendo mucho más costosa de lo que pudiera haber sido en un principio.

Evidencias

La humedad por filtración generalmente se presenta en superficies sin impermeabilizar o con impermeabilización deficiente que permite el paso de agua a través de la fachada, muros de contención y cubiertas. Es frecuente que se produzca en los encuentros de muros de sótanos con la solera y la losa o forjado superior, así como en juntas constructivas entre distintos elementos, por rotura de los cerramientos o acabados.

El agua presente en el suelo que está en contacto directo con los muros, se filtra a través de éstos, generando una serie de problemas en los materiales de construcción con el consiguiente daño estructural de la edificación, fallos en las instalaciones eléctricas, desprendimiento de los revestimientos interiores y, sobre todo, entrada de agua al interior de la edificación, creando un ambiente con humedad, insalubre y no habitable.

Las manchas por entrada de agua siempre marcan una línea de contorno y en su centro se sitúa la filtración; si la entrada es generalizada, la forma puede ser alargada. Los cielos falsos pueden engañar el sitio de penetración al aparecer estas últimas muy lejos del lugar donde se producen. Las paredes alicatadas o forradas de materiales impermeables pueden llevar a engaño de dónde se produce la humedad, ya que al no poder salir el agua, va empapando el muro, hasta encontrar el lugar donde pueda evaporarse.

Lo más importante e imprescindible para solucionar el problema de humedades por filtración es encontrar la zona de entrada, y no el lugar de salida, que es el que se suele ver.

Guiados por la humedad observada en el interior, se examinan los paramentos exteriores buscando en el lugar correspondiente defectos en el acabado, grietas y otras fallas por las cuales podría entrar el agua. Se analizará el diagnóstico en las diferentes situaciones señaladas en cuanto a humedades por filtración en fachadas, muros de contención y cubiertas.

Humedades en fachadas

Las aguas de lluvia pueden filtrarse de varias formas en las fachadas: por los poros o por las fisuras y ranuras del material. Generalmente, los elementos de fachada más amenazados son aquellos que están frente al viento dominante, ya que este último añade fuerza a la caída del agua. Los muros con humedad pierden todo su brillo y estética. Los poros superficiales se ensucian, y no sólo se resquebraja el cemento en la superficie sino que la pintura se desconcha; en el interior, los papeles pintados se despegan, la pintura se descuelga y hay demasiada humedad en el ambiente. Las humedades en fachadas suelen presentarse en los paños ciegos, en los remates superiores de los muros, en los relieves, en los vanos.

a. En los paños ciegos: Puede confundirse con humedades de obra, condensación, capilaridad (cerca de los arranques) e incluso con humedades accidentales. Para ver las

posibilidades de la filtración, habrá que conocer la porosidad de los materiales constitutivos de la fachada y, sobre todo, el coeficiente de absorción de la capa exterior.

b. En los remates superiores: Las filtraciones en albardillas, cornisas y petos de terrazas no suelen ofrecer dudas, ya que difícilmente coinciden con otro tipo de humedad. Si la albardilla es insuficiente o poco impermeable, con escaso vuelo en los dos frentes, con juntas abiertas entre las piezas que la conforman, se suele presentar filtración, bien por los bordes o por las juntas.

c. En todo tipo de relieves: En el encuentro entre el plano de fachada y cualquier elemento perpendicular a éste, ya sean molduras, salientes, etc. se puede producir acumulación de agua que facilita su filtración hacia el interior. Con estas plataformas horizontales suele presentarse confusión en relación con las llamadas “microcapilaridades”, aunque estas últimas pueden permanecer en la capa exterior del cerramiento, las filtraciones tienden a penetrar hacia el interior de la edificación. Para su identificación es necesario hacer una pequeña “cala” para observar el recorrido.

d. En vanos de puertas y ventanas: Las filtraciones también se presentan en el encuentro de planos perpendiculares que forman diedros en los que coinciden las juntas constructivas entre materiales distintos, paramento y carpintería. Si falla el material de sellado la junta facilita la penetración del agua hacia el interior. Por otro lado los vanos de puertas y ventanas tienen otros dos puntos de filtración, el dintel que si no tiene gotero la hace posible y las juntas practicables de la propia carpintería, que si no tiene resuelta la estanqueidad también facilita su entrada.

Humedades en muros de contención

Se presentan humedades por filtración lateral en muros por debajo de la rasante o nivel. Estas humedades se producen gene-

ralmente en plantas bajas semienterradas, en muros o paredes donde en la zona posterior de estas hay un contacto directo con el terreno y no existe un sistema de aislamiento adecuado que impida el paso de humedades; son producidas comúnmente por climatología y en otras ocasiones por anomalías en instalaciones adyacentes, en otros casos menos comunes por cambios en el curso de pequeños acuíferos.

La presencia del terreno puede hacer que la humedad atraviese los muros y provoque daños en las bodegas, sótanos y garajes situados debajo del nivel del suelo. Si estos muros están en contacto directo con él, se produce un paso lateral de la humedad del terreno a los muros, afectándolos seriamente.

La infiltración lateral provoca un desgaste acelerado de los materiales de construcción y de las juntas, lo cual puede ser un peligro para la resistencia estructural de la edificación, además conllevan una amplia lista de problemas como riesgos con la instalación eléctrica, daños en muebles, marcos de madera, puertas, ventanas, parquet, objetos almacenados, aparatos eléctricos y

electrónicos (ordenador, equipo hi-fi), etc. También genera graves problemas estéticos, haciendo caer cualquier revestimiento que se aplique; además, tener filtraciones laterales en la edificación aumenta la factura de calefacción entre un 15 y un 30%, así como ocasiona desagradables sensaciones de incomodidad (escalofríos, ropa y sábanas húmedas...) (Figura 4.2).

Humedades en cubiertas

Se presentan como goteras y manchas. Las encontramos bajo las losas y pueden perdurar mucho tiempo, hasta que toda el agua se evapora de los materiales. Se manifiestan creando círculos, en cuyos extremos aparecen eflorescencias de las sales arrastradas por el agua que ha disuelto los materiales empapados como el mortero de pendientes.

Se debe partir de la consideración de que la cubierta es más un elemento de protección que de separación y sin duda el más expuesto a las acciones de agentes agresivos tales como la lluvia, hielo, nieve, la radiación solar, el viento o la contaminación.

La entrada de la lluvia en las edificaciones se evita, en primer lugar, mediante la cubierta, que puede ser plana o inclinada, dependiendo de la técnica constructiva que se use. Además de evitar que el agua penetre directamente es necesario conducirla y alejarla del edificio, para impedir de este modo su entrada al interior a través de diferentes mecanismos o de elementos de protección. Pueden emplearse elementos tales como aleros, pretiles, cierres de vanos.

a. Aleros. Se usan igualmente en cubiertas planas o inclinadas y también en el caso de varios niveles, pueden situarse en alturas intermedias. Su función es evitar que el agua llegue a la fachada y pueda penetrar a través de cierres de vanos o por alguna cavidad. Se procura a su vez evitar que el agua al caer al terreno salpique los muros y penetre por absorción; para lograrlo se hacen aleros con un vuelo tal que aleje la caída del agua o se les sitúa canales y bajantes de agua lluvia.

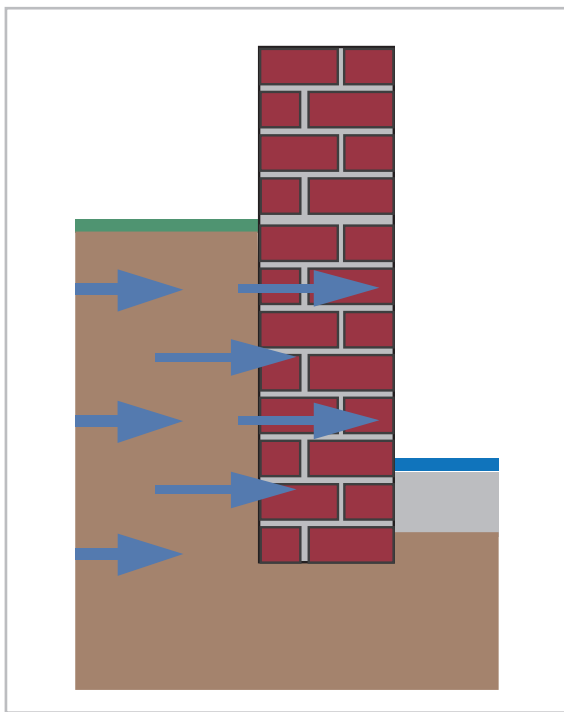


Figura 4.2 Infiltración lateral

b. Pretilos. En los techos planos se puede dar caída libre al agua o situar unos muretes o pretilos, o antepechos en todo el perímetro de la edificación para evitar que el agua de lluvia baje sobre los muros exteriores; el agua se conduce mediante pendientes y se extrae por bajantes de agua lluvia.

c. Cierres de vanos. Los cierres de vanos se construyen para, entre otras funciones, no permitir la entrada del agua de lluvia que sobrepase las protecciones anteriormente mencionadas. En los lugares de lluvias intensas combinadas con viento, los cierres de vanos tienen que estar diseñados para estas condiciones desfavorables.

Anulación de la causa

A continuación, dependiendo de la fuente o fuentes y los sitios donde se originan, se plantean soluciones tendientes a anular la causa o causas. Frente a estas múltiples causas posibles no hay una receta de aplicación general, pues la medida de corrección depende de cada situación. Sin embargo, una vez que se sabe por dónde penetra el agua, el resto es sencillo. Para la corrección de la filtración de las aguas de lluvia se continuará con la metodología anteriormente utilizada en las evidencias, filtración en las fachadas, en los muros de contención y en las cubiertas.

Humedades en fachadas

Si la edificación sufre de humedad en los muros, ésta los destrozará, romperá las tuberías de agua potable, dañará los cables de electricidad, teléfono y hasta los tomacorrientes, cajetines y tapones por donde sale con frecuencia. Para acabar con esta humedad, no se debe seguir con los remiendos tradicionales, ya que esto podría “ahogarla”, haciendo luego que reviente por encima de los mismos, perdiendo como consecuencia el trabajo realizado y volviendo a quedar con el problema inicial.

Cuando se hayan secado los muros es aconsejable utilizar para las reparaciones el mismo tipo de materiales o bien otros compatibles con los originales, para que se com-

porten de modo similar frente a los cambios climáticos.

Por otra parte, en la medida de lo posible, es preferible utilizar materiales porosos que permitan que los muros “respiren”, es decir, que intercambien humedad con el ambiente, absorbiendo en los días húmedos y eliminando en los secos.

Una vez verificado que los muros se han secado, se deben eliminar todos los repellos o revoques flojos hasta el ladrillo en una extensión que abarque los firmes adyacentes. Al retirar éstos se encuentran sales depositadas, que deben ser removidas en seco con cepillos de alambre o de cerda dura; de no hacerlo, por su carácter higroscópico, absorberán humedad ambiente y aumentarán de volumen ocasionando nuevamente deterioros. Dependiendo del elemento de fachada y de su función en ella se expresan a continuación acciones para su corrección.

a. En los paños ciegos. La filtración se elimina según su causa. En el caso de elementos con superficie porosa y en situación expuesta, se tratará de impermeabilizar el elemento, teniendo en cuenta que su condición impermeable no impida al cerramiento respirar. Este tratamiento se podrá llevar a cabo por medio de pintura hidrófuga de poro abierto, idealmente de tipo “mineral” o de un aplacado con elementos de chapa metálica o fibrocemento, también podrá hacerse mediante simples enfoscados o revocos de índole también hidrófugo; en su defecto se podrán emplear alicatados o chapados de piedra.

Si la porosidad es el resultado de una profunda degradación del acabado existente, con principios de erosión o desprendimiento, se procederá a su correspondiente saneado y reparación, lo que en un principio deberá terminar con la lesión.

Es muy probable que por tratarse de superficies exteriores, pintadas o no, sufran la presencia de formaciones o colonias de hongos, verdín, etc. Para eliminarlas será necesario lavar la superficie mediante el uso de una lavadora de presión o lavado y cepillado manual.

Una vez limpia, verificar la existencia de fisuras y/o grietas. Aquellas de pequeño tamaño, menores a 1 mm, directamente no se tratan, dado que el impermeabilizante, si es que se usa elastómero, las cubre y protege.

Si las paredes se encuentran con pinturas viejas descascaradas, resulta necesario eliminar totalmente las partes flojas hasta llegar a una superficie firme. Aplicar una mano de fijador al aguarrás diluido convenientemente de manera que al secar la superficie no quede con brillo. Dejar secar 8 horas y aplicar la pintura de terminación, como veremos más adelante.

Si las superficies no están pintadas, pero se encuentran entizadas, calcinadas, etc., también es necesario aplicar previo a la pintura una mano de fijador al aguarrás. Si por el contrario se trata de paredes nuevas o que están firmes, no es necesaria la aplicación de ningún fijador.

Cuando la superficie está limpia y correctamente acondicionada, si fuese necesario, aplicar emplaste o mástico para exteriores, se recomienda aplicar el menor espesor necesario y una vez seco y lijado imprimir nuevamente con fijador al aceite. Una vez concluida la preparación de la superficie, y como lo que se está haciendo es impermeabilizar, no sólo pintar, se debe apelar a un coating acrílico elastomérico para uso en exteriores, que forma “piel”, o sea que cubre formando una membrana micrométrica elástica.

En los muros pintados o enlucidos se aplica un revestimiento después de una capa de fondo del mismo producto diluido y extendido con la brocha. La capa no diluida se puede aplicar algunas horas después. El aspecto del acabado dependerá del utensilio utilizado. Sobre una pared de piedra o de ladrillos, pase un producto de estanqueidad incolora con la brocha, el rodillo o la pistola; aplíquelo en dos o tres capas sucesivas, por tramos cortos, mientras el fondo absorbe el producto y hasta que se sature.

Si el problema radica en la presencia de grietas o fisuras, primero habrá que reparar éstas para dar paso al posterior recubrimien-

to. Se debe rellenar la grieta para que el agua no siga entrando y empeore la situación. Como los movimientos de dilatación y contracción se repetirán, la argamasa no sirve como material obturante, de modo que luego de picar la grieta y dejar un espacio entre 7-8 mm de ancho y 1 cm en profundidad y de desempolvar ésta, se la llena hasta el fondo con una masilla elástica que pueda pintarse; la pistola con que se aplica permite extraer la masilla del cartucho; por lo tanto, después de introducirla se alisa la superficie con la cuchilla de enlucido, y posteriormente se pinta o trata la pared con el material de acabado. En caso de sólo llenar la grieta hay que ser conscientes de que ésta no tendrá un buen acabado, pero ayudará a asimilar estos movimientos.

El revestimiento de las paredes exteriores puede entrañar un gran número de fisuras superficiales; si su tamaño es relativamente pequeño, deberá tratarse la fachada enseguida con un revestimiento antifisuras impermeable, elástico y a su vez cobertor. Por lo general, estos son de un blanco fresco.

Así mismo, se realizarán reparaciones puntuales en aquellos puntos conflictivos analizados donde se encuentre existencia de grietas o fisuras, falta o defecto del material de acabado exterior, existencia de acumulaciones de agua importantes como jardineras, embalses, etc.

En el caso de despegado de piezas de revestimientos y manchas en piedras se pueden presentar dos situaciones:

- Cuando la humedad se instala bajo los revestimientos de piedra o cerámicos, produce el despegado de piezas, sean éstas pequeñas o grandes. Si el fenómeno se produce en zonas de clima templado, dicha humedad reacciona formando cristales que se expanden y desprenden las piezas de revestimiento. Existen casos donde se aprecian chorreaduras de carbonato de calcio producido por dicha humedad en reacción con la cal del mortero de soporte, las que se solidifican y son rebeldes para su remoción. Si, por el contrario, el fenómeno se pro-

duce en zonas de clima fríos, el agua de la humedad se congela y se expande, causando el despegado de piezas, inclusive piezas de gran porte. La solución al problema se encuentra sellando las juntas y los bordes del revestimiento, con un sellador siliconado adecuado para tal fin. Una vez reparado, deben revisarse los sellados al menos una vez por año, resellando las zonas que presenten dudas por deterioro.

- Cuando la humedad se instala en el interior de las piedras naturales, se produce la evacuación de sales al exterior. Debido a la presencia de minerales que se oxidan en el interior de las piedras, mármoles o granitos, es muy difícil, por no decir imposible, remover en su totalidad las manchas en piedras. Se pueden pulir nuevamente con máquinas manuales, para revivir las placas; en los interiores inclusive pueden ser tratadas con el proceso de vitrificado, que les da un aspecto de brillo espejo o efecto mojado, pero aquella mancha primitiva siempre dejará su pequeña o gran marca.

Estas situaciones se pueden prevenir si se diseña la edificación con voladizos y vierteaguas, cornizas y aleros (Figuras 4.8 y 4.9).

b. En el caso de remates superiores. El diagnóstico no suele presentar dudas, mientras que la reparación se enfoca generalmente hacia la impermeabilización y el correcto

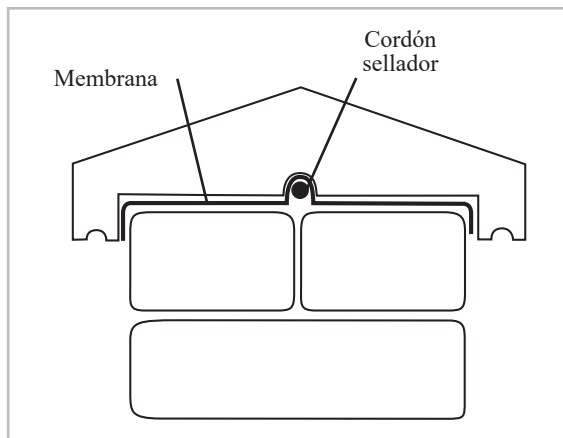


Figura 4.3 Remate o albardilla

drenaje del agua. Si la albardilla de concreto presenta erosión, será necesario rehacerla, adoptando las pendientes adecuadas, o sustituirla por otra de material impermeable y con suficiente vuelo por ambos lados (Figura 4.3). Si se trata de albardillas de elementos prefabricados con vuelo insuficiente y sin gotero, la filtración se produce normalmente por las juntas, las posibles perforaciones o el borde. La mejor solución es reponerlas, pero si las piezas están en buen estado, con vuelo y pendientes correctas, pueden retocarse las juntas con mortero de cemento, expansivo o de resinas, o bien sellarse con productos elastómeros. A veces también resulta conveniente colocar una nueva albardilla de chapa metálica directamente sobre la existente.

En el caso de los diedros horizontales en fachada, como primera medida terapéutica, hay que proceder al sellado de las juntas, siempre que el elemento horizontal se encuentre en buenas condiciones. De lo contrario, habrá que demoler y reponer de nuevo. En ocasiones se suele incrementar la pendiente, normalmente incluyendo un elemento impermeable tipo “semialbardilla”.

c. Para el caso de balcones con peto de obra. La premisa fundamental es considerarles como cubierta y tendrán que tratarse como tal; necesitan de un sistema de desagüe y de impermeabilización en la base de los muros; es decir, como primer paso se impermeabilizará la base de sus paredes hasta el posible nivel del agua (15 cm, aprox.) y posteriormente se realizarán drenajes con continuidad al material impermeable en la boca del tubo drenante, de forma que en su encuentro no puedan producirse filtraciones. La introducción de una cazoleta de sumidero, entre el pavimento y la gárgola, es una solución adecuada para estos casos.

En algunas ocasiones resultará difícil al usuario encontrar los daños que determinan la presencia de humedad en el interior de la edificación, tal como, por ejemplo, cuando las fachadas están cubiertas por algún tipo de placas (mosaicos, azulejos, mármol, etc.).

En el momento de la construcción puede

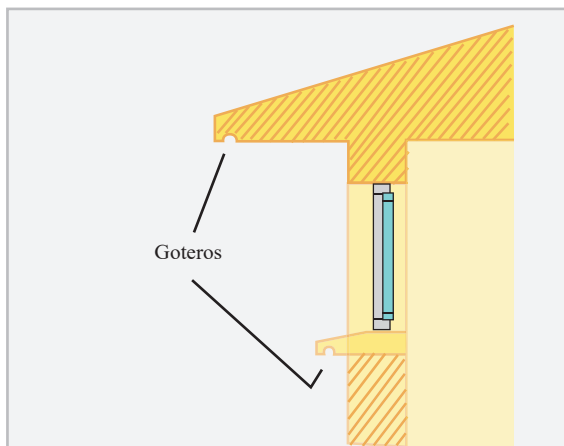


Figura 4.8 Construir voladizos y vierteaguas

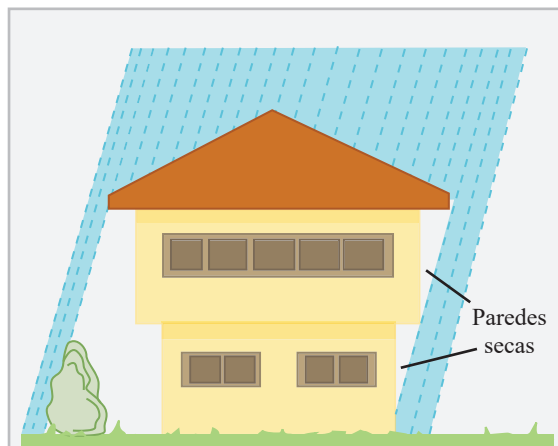


Figura 4.9 Diseño de cornisas, aleros y voladizos

haberse dado pie para el desarrollo de daños posteriores; así, si en el mortero que sostiene las placas se dejaron huecos en donde puede acumularse el agua, ésta penetrará por las juntas al encontrar material de la mampostería con características absorbentes, que la difundirán hacia el interior (Figuras 4.4 y 4.5).

d. Humedades en vanos. Las puertas y las ventanas son un punto crítico de la carpintería exterior en relación con la estanqueidad. En algunos tipos de ventanas, para lograr la estanqueidad debe conseguirse una evacuación rápida del agua que pueda penetrar en el interior de la carpintería. Es también importante el sellado del períme-

tro de las ventanas, generalmente realizado con siliconas, además revisar periódicamente abriendo en la ventana la canal inferior de recogida de agua y verificar si los orificios de salida están limpios.

Si el ingreso de agua se hace a través de las juntas, en principio se debe hacer un análisis de las formas de los materiales base que integran la carpintería que por diseño impidan la filtración del agua al interior del espacio.

El mortero para cubrir las juntas se compone de una parte de cemento, dos de arena fina y dos de cal. Existen también mezclas preparadas que se venden en bolsas y cuestan un poco más que si se prepara el mate-

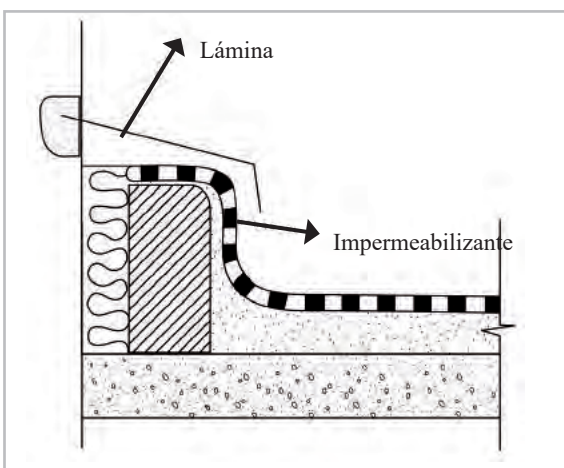


Figura 4.4 Protección del encuentro con el peto

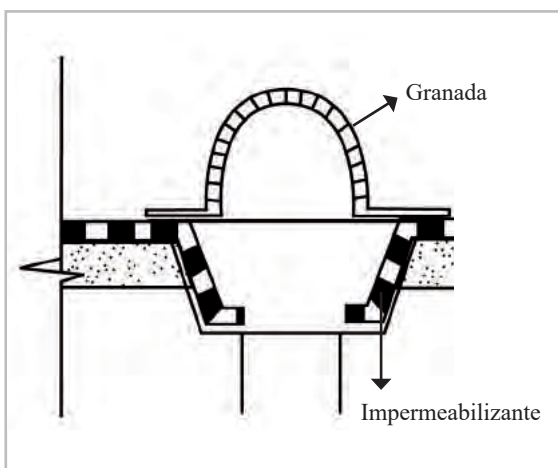


Figura 4.5 Protección de atascos

rial. La argamasa, preparada con poca agua, se mete en las juntas ejerciendo presión para llenar bien todos los huecos. La superficie se alisa con un fratás o platacho.

Debe impedirse que el agua que pueda haber ingresado a la carpintería quede estancada sin posibilidad de salir al exterior; para ello se diseña la carpintería de manera que se contemple el escurrimiento y expulsión del agua.

En el montaje de las carpinterías debe garantizarse la estanqueidad siempre que sea posible, con dos recursos diferentes de estanqueidad o dos barreras distintas; puede ser con dos mastic separados por una cámara o con una primera base de mastic y una especie de laberinto o mediante una junta con protección mecánica en la superficie y en la zona interna un mastic (Figuras 4.6 y 4.7).

Para que la acción directa del agua y los vientos que golpean la superficie no incidan perjudicando el mastic del sellado de las juntas, se debe proteger el mismo por medio de un retranqueo hacia el interior de la junta o emplear un material complementario de protección.

Humedades en muros de contención

Son humedades fáciles de solucionar aunque en ocasiones el costo de la reparación es elevado debido a la profundidad y complejidad del terreno. La intervención se realiza mediante un vaciado de tierras en

contacto con las paredes exteriores asegurando la zona de trabajo y aplicando barreras antihumedad y drenajes.

Por lo tanto, es recomendable no ahogar la humedad; darle en cambio salida, abriéndole espacios para que salga y deje libres los muros de la edificación. Esto se hace cortando el frisado a ras del piso, y descubriendo el ladrillo o bloque para interrumpir la humedad que sube desde el subsuelo. Ya que ésta, al sobrepasar el piso de la edificación, se encuentra con el calor del ambiente y al aflorar, se seca.

Para evitarlo, se hace un corte al frisado, buscando canalizarla y, por lo tanto, dominarla; con lo cual queda permanentemente convertida en una zona de transpiración. Entendiendo que, por estética, haría falta cubrirlo, sin que por ello pierda su capacidad de dejar salir la humedad.

En un sótano hay que diferenciar dos grupos: los que tienen sólo humedad y los que se encuentran con la presencia de agua. Los muros o paredes de los sótanos deben ser siempre impermeables en sentido vertical de piso a techo, en los muros que linden con tierra en su cara no visible, mientras que no será necesaria en el caso de lindar con otro sótano.

Cuando hay presencia de agua se deberá determinar si se trata de aguas servidas o no; en el segundo caso también se tendrá que identificar si el agua proviene de alguna fil-



Figura 4.6 Sellado del perímetro de las ventanas

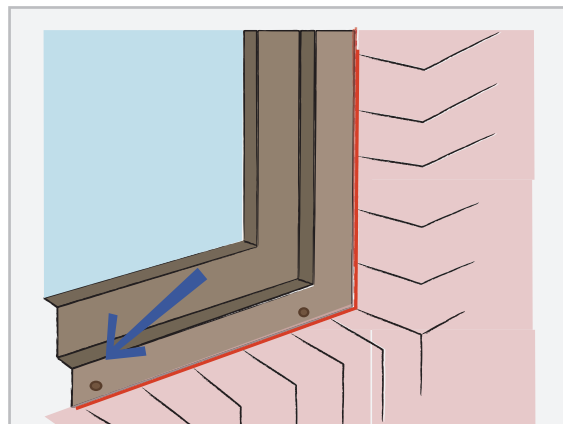


Figura 4.7 Sellado del perímetro de las ventanas

tración o de napas. Este tipo de diagnóstico es competencia de un profesional. Se recomienda recurrir a un primer diagnóstico por parte de la empresa prestadora de servicios públicos (acueducto, alcantarillado), cuya antigua red muchas veces provoca filtraciones desde alguna tubería rota.

Según el origen de la humedad o del tipo de agua que se detecte, se encontrarán soluciones alternativas para cada caso, algunas veces la experiencia y el *know how* podrán salvar situaciones complicadas de forma simple. En otros casos los trabajos de reparación son pequeñas obras de ingeniería hidráulica en los que se busca darle un camino al agua, conducirla por donde se considera más eficaz, hasta llevarla a la red de agua lluvia. Se puede recomendar no aceptar jamás trabajos de inyecciones en sótanos, salvo la existencia de sótano contiguo y nunca en el caso de existir presencia de agua. En estos casos, donde el volumen de la construcción se encuentra bajo nivel del terreno natural, es probable encontrarse con las siguientes causales de entrada de agua o humedad:

- Cuando el agua atraviesa el muro del sótano, desde el exterior (terreno natural) hacia el interior, se manifiesta en forma de manchas, despegado de revestimientos, hinchamientos, eflorescencias de sales, etc., debido a reacciones químicas con los componentes del muro. La solución a este problema, causado por entradas de pequeña magnitud (poros o pequeñas fisuras que generalmente se deben a defectos de diseño o fallas en la construcción), es aplicar sucesivas capas de revoques impermeables en la cara interior del muro, con productos para obturar fisuras que filtran agua a contrapresión (morteros ultrarrápidos con el agregado de plastificantes, a los que se les agrega agua y se alisan en capas muy finas cuando comienzan a reaccionar despidiendo calor en su masa).
- Cuando las entradas de agua son importantes, producto de una fuerte presión exterior (ascenso de napas freáticas, pérdidas de cañerías maestras en el exterior,

etc.) combinado con graves defectos de diseño o fallas en la construcción del muro, donde se manifiesta en forma de chorros o chorreaduras de agua, estamos en presencia de filtraciones. La solución a las filtraciones es taponarlas desde el interior del sótano con productos químicos (se amasan en forma de bollo, cementos ultrarrápidos con agua, los que se aplican sobre el agujero, presionando en el momento de detectar calor en su masa). Al detectar la presencia de agua, se convierten en expansivos, sellando u obturando el agujero. Luego de unos instantes, y al disminuir la presión, se retira el sobrante y se alisa con espátula. Otra posibilidad es la de inyectar desde la cara interior del muro productos cementíceos o químicos, a base de perforaciones donde se alojan estos productos a altas presiones, los que actúan como una masa impermeable, adherente y elástica que impide el ingreso de agua.

- Cuando existe la posibilidad de acceder a la cara exterior del muro, por existir terreno libre perimetral, y en casos de entradas de agua muy importantes, lo ideal es cavar una zanja perimetral que permita revocar con morteros impermeables la cara exterior del mismo, construyendo luego un dren en la base del muro que recoja el agua antes de que haga contacto y que la conduzca a un pozo de bombeo para luego evacuarla fuera de la edificación.

Humedades en cubiertas

Son las más conocidas y se producen en cubiertas planas con o sin terrazas, por un deterioro de la lámina impermeabilizante o una insuficiente evacuación de aguas lluvias debido a pendientes mal planificadas o sumideros de un caudal inferior al necesario. Igualmente en cubiertas inclinadas donde la pérdida de estanqueidad de la cubierta, supone el paso del agua de lluvia a través de los elementos constituyentes de la misma; cuando se produce este hecho, es debido a la pérdida de requisitos funcionales de

algún elemento constituyente del faldón de cubierta, sitio en el cual se originan buena parte de las humedades (Figura 4.10).

En las cubiertas planas la estanqueidad se basa en una membrana impermeable que resiste por sí misma la filtración de agua y que permite su permanencia en la cubierta hasta que vaya drenando por los sumideros. La filtración del agua se produce por una o varias de las siguientes causas, siempre y cuando existan fisuras, poros y/o brechas:

- Por gravedad
- Por presión hidrostática
- Por la presión del viento
- Por la energía cinética de la caída del agua
- Por capilaridad

Con el fin de asegurar la impermeabilidad y el drenaje de la cubierta, deben tenerse en cuenta ciertos aspectos conflictivos:

- Continuidad de la membrana impermeable por solape y soldadura adecuados, una solución para las juntas podría ser: introducir un perfil de espuma de polietileno como fondo de junta, sellarla con masilla tixotrópica y colocando una banda de lámina polimérica adherida a los labios de la junta formando bucle, con una anchura de unos 25 centímetros, así como una selección correcta del tipo de membrana en función del clima y del nivel de exposición.
- Independencia del tablero soporte de la membrana de la estructura y de los petos de la edificación, con objeto de evitar esfuerzos de tracción. La impermeabilización horizontal debe ser independiente de la de los petos, protegiendo además esta discontinuidad mediante una zabaleta o mimbel perimetral; este solape deberá ser mayor de 15 centímetros. Se deben introducir juntas de dilatación tanto en el tablero soporte como en la membrana impermeable, en función del material utilizado y del clima del lugar.
- Protección adecuada de la membrana impermeable, tanto ante la acción de la intemperie como a la de su uso. No es

adecuado el uso de grava como relleno en cubiertas transitables, ya que pueden causar punzonamientos en la membrana impermeable; también hay que tener en cuenta el tránsito de personas en las cubiertas no transitables para funciones de mantenimiento, por lo que sería recomendable el uso de baldosas especiales que no dañen la membrana impermeable.

- Solución adecuada de sumideros y un número suficiente de los mismos para asegurar un drenaje fácil. Los sumideros deben llevar piezas de protección para evitar que se obturen y es conveniente revisar la embocadura de los desagües después de que el operario suelde la lámina impermeable, sobre todo si es de plástico el desagüe, así como la unión de la embocadura del desagüe con el resto de la instalación.
- Hay que tener precaución con los posibles anclajes que se puedan producir en la cubierta, ya que pueden producir perforaciones en la lámina impermeable, para lo que se deben proteger estos anclajes con un material impermeable flexible y compatible con el material de la lámina horizontal. Un especial cuidado requieren los anclajes de los tensores de las antenas de televisión, que provocan esfuerzos de tracción, factor que se puede solucionar colocándolos en dados de hormigón superpuestos al pavimento.

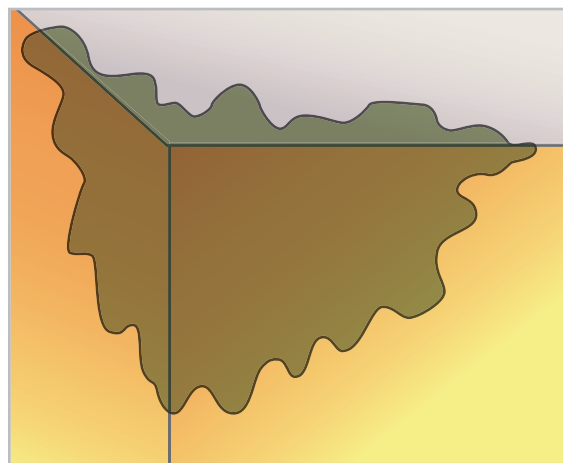


Figura 4.10 Manchas por humedad

- Todos estos elementos deben revisarse y limpiarse periódicamente para asegurar su estanqueidad.

La localización del punto por donde se filtra el agua puede ser una tarea bastante compleja o muy simple, pues en muchas ocasiones la propia situación de las manchas de humedad en los paramentos o en el cielo raso, o la existencia de goteras puede indicar con bastante aproximación la parte de la cubierta en donde se encuentra la falla. Es fácil detectarlas en las cubiertas de láminas de acero, zinc, fibrocemento, tejas o similares; tanto filtraciones como humedad suelen hacerse patentes debajo de donde se presenta o cercana del lugar donde se originaron. Pero en la terraza puede ocurrir que el agua infiltrada deba atravesar diferentes capas de distintos materiales: capa de mortero, concreto de pendiente, capa de aislamiento, varillas de acero, cielo raso, etc., y durante este recorrido cambiar de dirección según los intersticios que vaya encontrando en su camino.

La filtración de agua a través de la cubierta se traduce en la aparición de manchas, llegando a convertirse en goteras en el caso de saturación del material, o el paso libre del agua a través de las capas de cubrimiento. Se pueden producir manchas por alteración del material o por depósito de material disuelto en el agua. Suele ser consecuencia de una lesión o fallo previos, como por ejemplo, fisuras o grietas en la cubierta, humedades, discontinuidades en el paño de cubierta por mala solución de encuentros, etc.

a. En cubiertas planas. En las cubiertas planas (menos de 3% de pendiente) su principal falla reside en que el material impermeabilizante es visible, a manera de capa de acabado, por la aplicación de productos autoprottegidos, sean cerámicos, cemento, acero, zinc, pinturas, etc. Pero estos materiales son vulnerables a la acción agresiva ambiental, lo que obliga a corregir la protección superficial de la capa impermeable en caso de daños físicos.

Dependiendo del origen del problema en el caso de una terraza tras verificar el estado del sumidero es aconsejable abrir la zona donde aparece la humedad descubriendo la lámina impermeabilizante y tratar de encontrar el origen de la entrada. En muchos casos es aconsejable restaurar la cubierta cambiando completamente la lámina impermeabilizante.

El mantenimiento preventivo es una tarea de gran importancia para conseguir la longevidad de todos los elementos que forman una barrera impermeabilizante. La eficacia de una impermeabilización, dependiendo del sistema empleado, oscila de los 10 a los 30 años, y en ocasiones bastante más, considerando factores que afectan directamente como:

- Una climatología estable, sin grandes diferencias entre valores mínimos y máximos, y a la vez un clima templado.
- El tránsito y el uso que se genera sobre dicha cubierta.
- La propia estructura de la edificación: a más dilataciones y contracciones el riesgo de filtraciones aumenta.
- Un buen mantenimiento preventivo; como se decía anteriormente, con él se puede prolongar la vida de la cubierta.

Es importante mantener las terrazas perfectamente limpias, libres de residuos que pudieran bloquear salidas de agua, así como mantener los sumideros con sifones en buen estado limpiando su interior; también es importante mantener en buen estado las juntas de dilatación, evitando que el material flexible acabe desapareciendo, lo que afectaría la lámina interior. También es necesario mantener perfectamente rellenas las juntas de mortero en las piezas de suelo que forman las terrazas.

En cualquier caso, la sucesión de capas que debe atravesar el agua infiltrada dará ocasión a que pueda variar el rumbo de su penetración. A pesar de ello, en las terrazas existen siempre una serie de puntos vulnerables que suelen ser causa de conflicto. Cuando se han detectado zonas húmedas

en el cielo raso o en las últimas plantas y áticos de una edificación, las primeras sospechas deberán centrarse en los puntos donde ha sido intervenida la losa: las juntas de embaldosados y de dilatación, las entregas a los muros perimetrales, las aberturas para los desagües, las conexiones de cuerpos salientes y los puntos de anclaje de cualquier elemento superpuesto (Figuras 4.11 y 4.12).

b. En cubiertas inclinadas. En las cubiertas inclinadas fallan aquellos puntos donde se rompe la continuidad de las canalizaciones, permitiendo que el agua interrumpa su curso para deslizarse bajo la estructura que la soporta. Las causas pueden ser: la rotura o el desplazamiento de una o varias láminas o tejas; defectuoso traslapeo de algunas

piezas de la cubierta; montaje incorrecto de la cumbrera, limatesas, limahoyas o de las botaguas; óxido en la cumbrera, limatesas, limahoyas o de las botaguas; la inexistencia de medidas de impermeabilización, o la insuficiencia de las mismas (Figura 4.13).

Verificadas estas fallas se deben reparar mediante: sustitución de las piezas rotas o agrietadas; parchar las pequeñas roturas con material de “tapagotas” con base en solución epóxica o asfáltica; colocar correctamente las piezas que estén desplazadas o con traslapeo defectuoso; y asegurar esta posición por medio de fijaciones; cambio de cubierta o accesorios oxidados; y comprobar el estado de los materiales impermeables, bajo cubierta, si los hubiere.

A continuación se exponen las siguientes situaciones:

- **Limatesas, limahoyas y cumbrera.** Cuando la falta de estanqueidad se produce en la cumbrera o limatesas, se deberá levantar las piezas que la conforman y colocar una membrana impermeabilizante, cartón embreado o chapa, con forma de V invertida, constituyendo una nueva cumbrera que vote el agua sobre las piezas inferiores, y reposicionar las piezas de acabado. Si la falta de estanqueidad se produce en la limahoya, deberá repararse, previa levantada de las piezas que vierten a ella, colocando una nueva limahoya, con los solapes y pendientes adecuados. El sistema más usual es la colocación de una chapa de acero galvanizado, plomo.... en forma de V, que permita la evacuación rápida del agua a ellas vertido.
- **Solape insuficiente o rotura de piezas.** Cuando el solape de las piezas que conforman el cubrimiento no es suficiente para la pendiente del faldón, la reparación se hace colocando tejas en toda su extensión o bien en aquellas zonas que no tengan el solape adecuado o tengan partes rotas y sobre éste asentar las nuevas piezas. Una segunda alternativa consiste en colocar un cartón embreado que se adapta

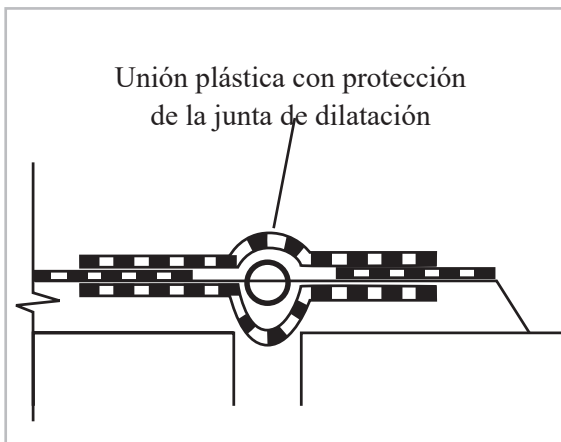


Figura 4.11 Junta de dilatación

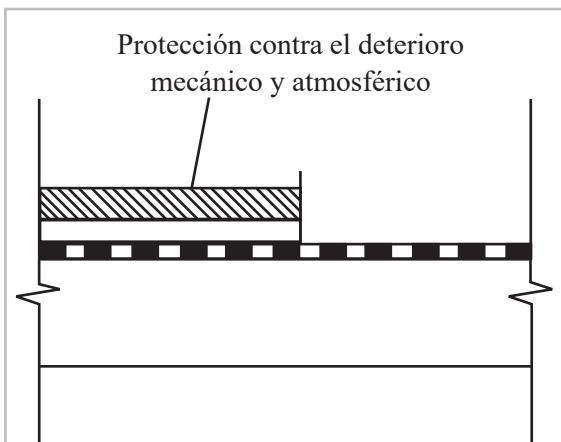


Figura 4.12 Elemento de protección

al perfil de los elementos de cobertura. El solape deberá garantizarse no sólo entre las piezas de cobertura sino también en el encuentro entre éstas y elementos singulares como paramentos verticales, encuentro con la canal, formación de limatesas, limahoyas, cumbrera, etc.

- **Encuentros con paramentos verticales.** Habrá que reponer el babero de encuentro destinado a recoger y canalizar el agua, debiendo asegurar el solape con las piezas de cobertura y con el elemento vertical, así como la fijación mecánica al mismo, bien por entrega en roza o mediante perfil atornillado.

Los baberos se realizan con chapas metálicas o láminas asfálticas auto-protegidas. Tradicionalmente eran de plomo, cuya buena maleabilidad permitía su adaptación a los elementos del encuentro.

Reparación de los efectos

En casi todas las causas de humedad originadas por efecto de la filtración la anulación del efecto se dará con la actuación de reposición o sellado del área tratada.

Recomendaciones

Acorde con las características del muro y la cubierta se debe realizar la intervención; a continuación se diferencian algunas situaciones:

Fachadas

Si se tienen muros huecos (dobles) estos ofrecen una mejor protección contra la humedad. El agua de lluvia atraviesa el paramento exterior y recae en la cámara interior, donde es evacuada por el babero de plomo y las juntas montantes dejadas abiertas. El paramento interno permanece completamente seco.

Para aislar un muro hueco y evitar la condensación llene la cámara sólo de forma parcial, con el fin de que quede bastante espacio para la evacuación del agua. Las capas de poliestireno no absorben el agua. Trate el paramento exterior contra las infiltraciones preferentemente con un revestimiento.

Las juntas siguen siendo el punto débil de los muros de mampostería ya sean huecos o no. Después de algún tiempo, se hielan, se desmoronan y no oponen resistencia



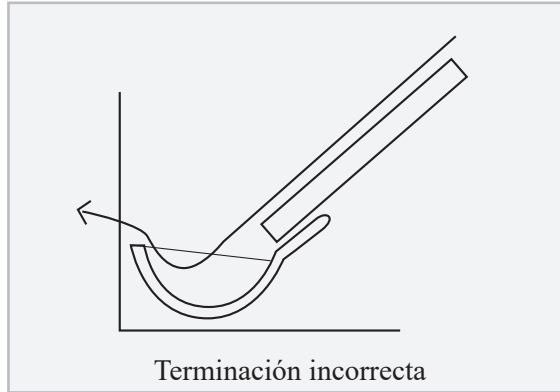
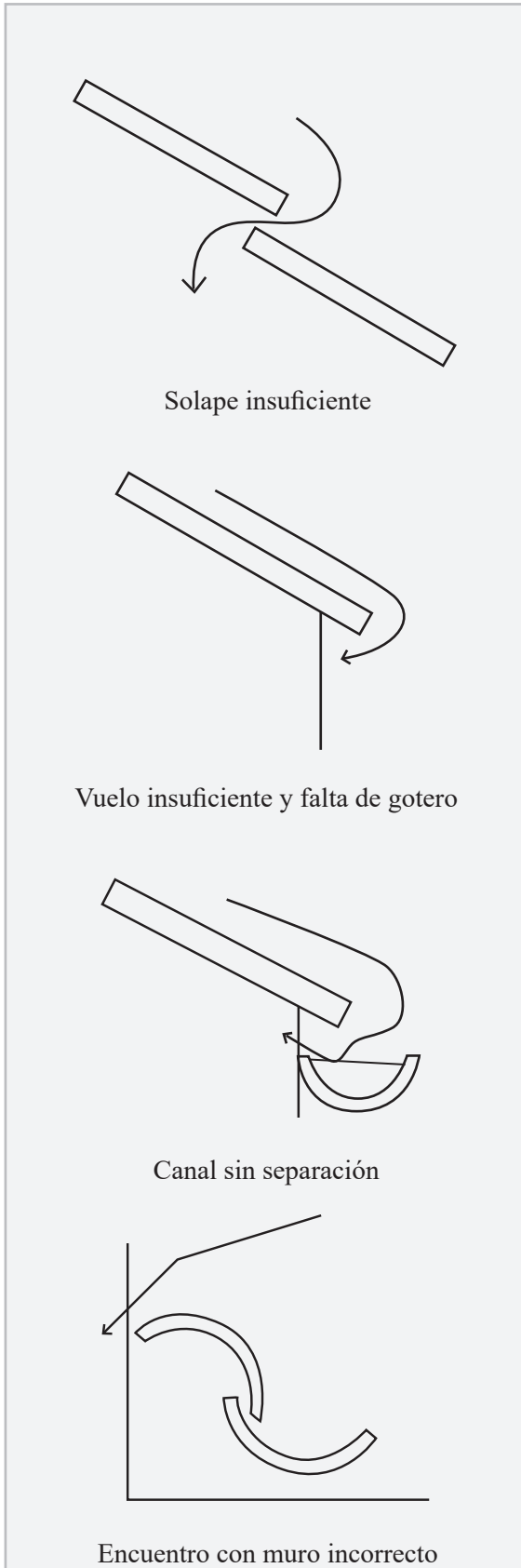


Figura 4.13 Filtraciones

al agua. Quite el mortero viejo hasta 15 mm de profundidad con un martillo y un cincel o con la ayuda de un rascador.

Limpie las juntas y humidézcalas. Prepare un nuevo mortero con una parte de cemento por tres de arena fina. Coloque este mortero sobre una llana e introdúzcalo con un palustre. Para el acabado de las juntas, utilice por ejemplo un recorte de tubería del mismo ancho.

Un muro macizo puede recubrirse por fuera con unas angarillas de perfiles PVC o de placas de madera fijada sobre un armazón de madera. Coloque un aislante anticondensación entre la pared y las angarillas del lado de pared. Deje espacio suficiente para la ventilación.

Antes del comienzo del invierno, desconecte las mangueras del jardín de los grifos y corte el suministro de agua de todos los grifos. Reemplace la masilla dañada alrededor de puertas y ventanas.

Rellene cualquier lugar bajo cercano a la edificación de modo que el desagüe se produzca lejos de los cimientos.

Durante el proceso de construcción es de vital importancia realizar el montaje de un sistema de barrera y drenaje antihumedad, aun no existiendo evidencias de posibles futuras patologías.

Muros de sótanos

Si es la primera vez que se presentan problemas de humedad en el sótano, lo primero que se debe controlar es el agua de superfi-

cie que se esté escurriendo cerca de los cimientos de la edificación. La aparición de humedad sólo en la pared exterior de los cimientos es un indicador de problemas con el agua de superficie (Figura 4.14).

A continuación sugerencias para solucionar algunos de estos problemas:

- ¿Hay áreas enlosadas cerca de la edificación con una pendiente hacia la misma? A menudo las áreas enlosadas se asientan con el tiempo y el flujo de agua puede cambiar de dirección y moverse hacia la edificación. De ser así, debe retirarse el enlosado y se debe colocar otro que tenga una pendiente que se aleje de ésta.
- En las áreas enlosadas que rodean la edificación ¿hay un sellador en las juntas de las intersecciones del muro y el enlosado? Y de ser ese el caso ¿se ven fisuras? Los selladores a veces sufren fisuras con el tiempo debido a la antigüedad o a una instalación incorrecta. Si el sellador tuviera fisuras, debe retirarse y reemplazarse con un nuevo sellador.
- ¿El terreno alrededor de la edificación tiene una pendiente hacia afuera de al menos 30 cm? Trate de detectar todas las depresiones en el terreno, cercanas a las paredes de los cimientos de ésta. En el caso de encontrar alguna, llénela de tierra para que el agua drene lejos de la edificación. Utilice una tierra arcillosa que se libere del agua en lugar de una tierra arenosa que permita que el agua se infiltre en el suelo. Si no es posible hacer esto, significaría que la edificación ha sido construida demasiado abajo y corregir eso puede ser muy costoso, prácticamente imposible.
- ¿Hay elevaciones con pendiente hacia la edificación que pudieran ser la fuente del agua? De ser este el caso, necesitará consultar a un profesional de la ingeniería para que analice la situación y determine las soluciones apropiadas.
- ¿Hay algún sistema de irrigación para césped o arbustos que esté descargando demasiada agua cerca de la edificación? Evite la colocación de sistemas de irriga-

ción para el jardín cerca de la edificación. Si esto no pudiera evitarse, pídale al instalador que limite la cantidad de agua dispersada en las zonas cercanas a ésta. Asegúrese de que el sistema de irrigación incluya un detector de humedad de manera que el sistema no se encienda cuando haya llovido mucho y las plantas y el césped estén húmedos.

- Si el agua que baja de la cubierta dreña cerca de los cimientos, puede afectar negativamente los problemas de presión hidrostática, especialmente si los adoquines están bloqueados o tienen fugas. Esto puede ocurrir con el tiempo debido a movimientos del suelo o daños causados por las raíces de los árboles. Si los bajantes drenan sobre el sistema de adoquines de la base, los bajantes deberían ser modificados para que drenen sobre el suelo y descarguen al menos a 30 cm de la edificación. El adoquín vertical debe estar tapado con una tapa preformada o con cemento.
- ¿Los bajantes drenan en el sistema de adoquines sobre la base? En la primera mitad del siglo XX era muy común que los bajantes drenaran en el sistema de adoquines sobre la base que rodeaba la edificación. Se instalaban adoquines verticales desde el sistema de adoqui-

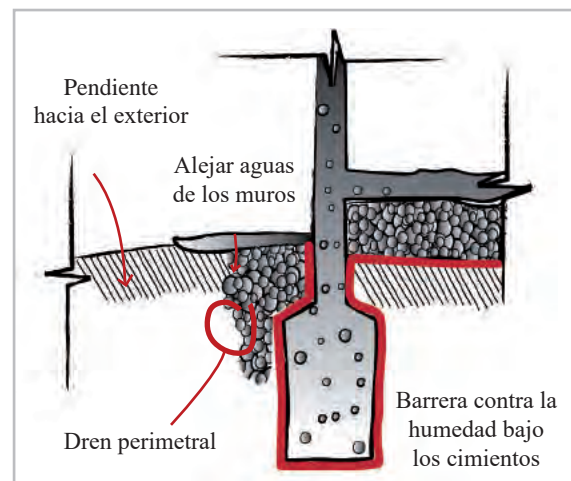


Figura 4.14 Sistemas de protección y evacuación

nes en cada ubicación de los bajantes y el mismo era insertado en el extremo abierto del adoquín. A menudo, los espacios alrededor del bajante eran rellenados con cemento.

- El agua que rebasa los desagües corre a lo largo de los cimientos de la edificación. Incluso si el agua no está ingresando al sótano, puede estar causando problemas inadvertidos como la erosión del suelo de abajo del asiento de ésta, lo que puede causar grietas en muros y cubiertas.

Cubiertas

¿Cómo prevenir las filtraciones? En primer lugar, diseñando pendientes de cubiertas adecuadas al volumen de agua lluvia. Hay que considerar los milímetros que caen por hora y no los milímetros que caen por año. También hay que procurar estanqueidad de perfiles de ventanas y puertas a la lluvia con viento. El diseño de pendientes mayores para tejados que para cubiertas que son planas.

Para prevenir que el agua penetre a través de la cubierta se recomienda:

- Mantener la cubierta sin hojas, ramas u otras basuras para permitir un correcto desagüe.
- Verificar que el aire circule libremente en todos los cielo rasos y ventilaciones de cubierta. Así se reduce la acumulación de calor y humedad y se extiende la vida útil del techo.
- Consultar con un profesional sobre el uso de conservantes o limpiadores (según el tipo de cubierta que tenga) para limitar los efectos propios de la humedad por la exposición a la intemperie y retrasar la aparición de moho y musgos.
- Mantener los árboles podados para impedir que rocen contra la cubierta o que den demasiada sombra. Dependiendo de la presencia de árboles en los alrededores, la limpieza de los desagües puede ser necesaria varias veces al año. Hay productos disponibles para evitar que las hojas se junten en los desagües.

- Reemplazar las tejas faltantes, ahuecadas, dobladas, rotas o resquebrajadas.
- Controlar que no haya daños en las ondulaciones de cubierta y alrededor de los tapajuntas en chimeneas, conductos de ventilación y otras uniones.
- Revisar el ático alrededor de las salidas de humo, los conductos de ventilación y las chimeneas en busca de goteras en la cubierta, sobre todo si nota manchas de agua en el cielo raso.
- Retirar los desechos de las canales y tubos de bajantes, y revisarlos con regularidad. Considere instalar cubiertas para canales en caso de que se llenen de desechos frecuentemente.
- Revisar el caballete, las limatesas y las limahoyas.
- Revisar los aleros laterales, que las tejas de cubiertas estén sobre los tapacanes o que existan forros de hojalatería en caso de protección.
- Revisar la terminación superior de la cubierta, especialmente si existen tapas en los aleros.
- Revisar los aleros laterales, que las losas de cubiertas estén sobre los tapacanes o que existan forros de hojala en caso de protección.
- Revisar y limpiar los forros del frontón y tapatechos laterales.
- Revisar y parchar la existencia de fisuras o grietas en los pliegues de los encuentros muro losa.
- Revisar y limpiar las membranas impermeables, verificando la inexistencia de ampollas. En caso de existir, reventar y rellenar con brea u otro material recomendado por el fabricante.
- Revisar y parchar la existencia de fisuras o grietas. En baldosas revisar las llagas y su fragüe.
- ¿Se están desbordando los desagües porque están bloqueados con hojas? La limpieza de los desagües para mantenerlos libres de desechos debe ser una parte importante de la rutina de mantenimiento de cualquier propietario.
- Colocar bloques antisalpicaduras en los

extremos de las bajantes de agua para llevar el agua lejos de los cimientos, o si fuera necesario, agregue un bajante de agua más largo. Los tubos de bajantes deben extenderse al menos 10 pies o 30,5 cm, que es la distancia mínima necesaria para descargar el agua que viene de la cubierta lo suficientemente lejos de la edificación.

- ¿Los desagües están desbordados porque no hay suficientes bajantes en la edificación? Si no le importa mojarse, usted mismo puede realizar un control (los desagües deben limpiarse primero). Al menos 15 minutos después de una lluvia torrencial, verifique sus desagües. Si ve que el agua rebasa el desagüe, tiene un problema. El agua que rebasa los desagües corre a lo largo de los cimientos de ésta. Incluso si el agua no está ingresando al sótano, puede estar causando problemas inadvertidos como la erosión del suelo de abajo del asiento de la edificación, lo que puede causar grietas en paredes y techos.
- La solución más sencilla para los desagües desbordados es agregar otro bajante en ese sector del desagüe o aumentar el tamaño de éste. La mejor solución entre estas dos probablemente es agregar un segundo bajante, ya que éste puede actuar como un bajante de apoyo en caso de que el otro quede bloqueado.
- Sin embargo, si usted decide remplazar el bajante existente por uno de mayor tamaño, asegúrese de que se aumente el tamaño del orificio correspondiente en el desagüe. No tiene mucho sentido instalar un bajante mayor si el orificio del desagüe es pequeño.

HUMEDAD CAPILAR

La humedad por capilaridad es uno de los problemas que aparecen en todo tipo de edificaciones; se encuentran prácticamente en todas, ya sean éstas antiguas o en las de reciente construcción. La humedad por capilaridad es producto de la diferencia en

volumen del agua contenida en un material en relación con la cantidad que tendría de ascensión del agua y se transmite a través de los materiales de estructura porosa y tubular que por efecto de la tensión superficial permite su circulación a través de sus conductos capilares (Figuras 4.15 y 4.16).

La capilaridad es la propiedad que tienen los fluidos de alcanzar alturas variables cuando se sitúan en el interior de tubos de pequeño diámetro o capilares. El agua sube del suelo a través de los materiales porosos (ladrillos, morteros y juntas). Esta agua atraviesa los cimientos, sube por los muros y causa el desprendimiento del revestimiento a nivel de los zócalos y de la parte inferior de éstos.

Tener ascensos capilares en los muros provoca un desgaste acelerado de los materiales de construcción y de las juntas. Éstos se originan en un foco húmedo y pueden proceder de una filtración anterior. Su extensión y trayectoria dependen de la capilaridad de los materiales que atraviesan, de la cantidad de agua que puede admitir la superficie expuesta y de la posibilidad que tenga de secarse desde el interior.

Así, la velocidad de absorción de agua por los capilares es directamente proporcional al diámetro de los mismos e inversamente proporcional a la ascensión por ellos, tal como se muestra en el Cuadro 4.1 Cuando el diámetro capilar está por debajo de las 0,01 mm, la ascensión es casi nula lo que se lograría empleando un concreto con una relación agua/cemento de 0,5.

La presencia de sales favorece el proceso patológico, ya que éstas penetran en los poros y oquedades del concreto en el ciclo ascenso y descenso de las aguas, cristalizando y produciendo tensiones que acaban por disgregar el muro. Este tipo de humedades se caracterizan por aparecer en franjas horizontales continuas en la parte inferior de los muros, acentuándose en las zonas medias.

El agua de la superficie es retenida en la proximidad de contactos entre las partes que conforman su estructura molecular. Es posible que el agua pueda penetrar en el interior

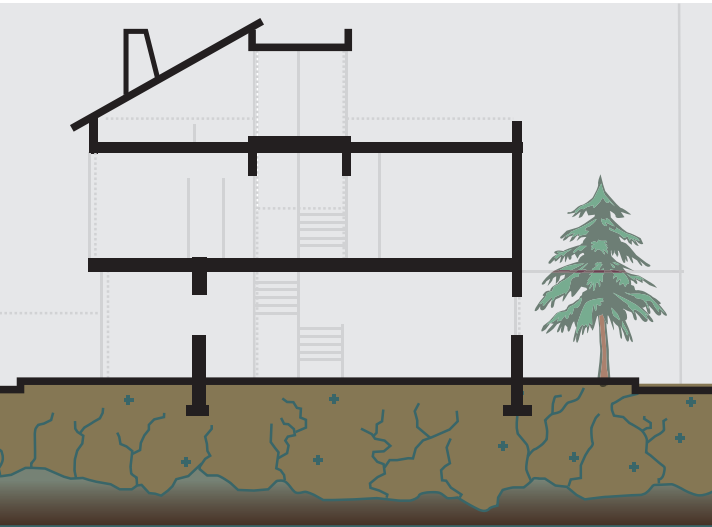


Figura 4.15 Nivel freático

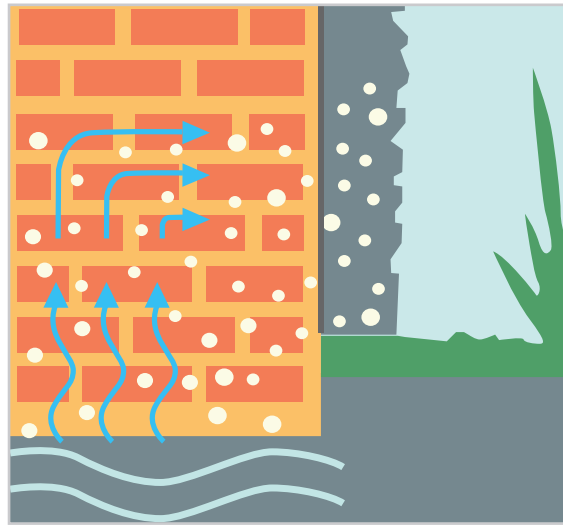


Figura 4.16 Ascensión capilar

(pasar de A a B y a C) resbalando sobre la superficie de las partes o por sucesivos estados húmedos y secos. La extensión y trayectoria de la lesión no es tan arbitraria como aparenta, sino que guarda relación con la porosidad de los elementos constructivos; el volumen de agua que asciende por capilaridad dependerá de la estructura celular del material, que puede ser abierta (capilares), cerrada (burbujas) o mixta, siendo la primera la más desfavorable. El agua asciende hasta que el incremento de peso de las microcolumnas es capaz de contrarrestar la resultante activa de las fuerzas intersticiales; así, para 1 mm de diámetro el agua sube 15 mm. Para 0,001 mm de diámetro el agua sube 1,5 m. Para 0,0001 mm de diámetro el agua sube 15 m.

Evidencias

Son las que aparecen en las zonas bajas

de las edificaciones (sótanos, muros de contención...) que absorben el agua del terreno a través de la cimentación o de las posibles fugas que se presentan en las instalaciones húmedas que se encuentren próximas a éstas. Las humedades de remonte capilar pueden ser permanentes cuando el nivel freático del terreno está muy alto, o pueden ser temporales o estacionales cuando están relacionadas con condiciones meteorológicas (suelen aparecer en invierno y secarse en verano).

Para diagnosticar humedades de capilaridad se realizan ensayos que permitan su identificación mediante instrumentos. Uno de los mejores aliados es el humidímetro. Con él se puede medir la humedad de un elemento constructivo en profundidad y en superficie (Diagrama 4.2).

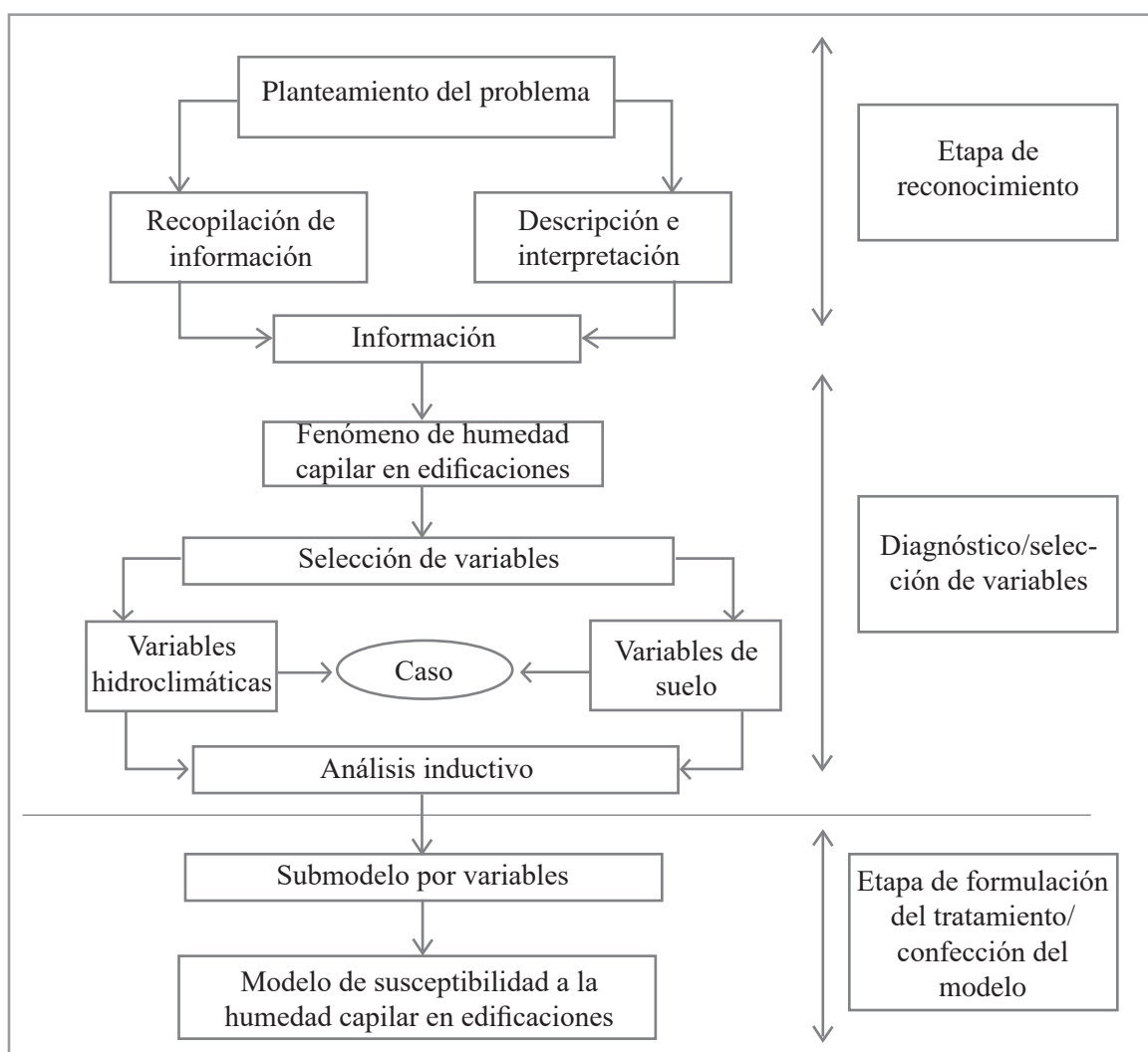
Las pruebas que se pueden realizar serían las siguientes:

Cuadro 4.1 Diámetro del capilar - Proceso de aparición de la humedad

Diámetro del capilar (mm)	Distancia del recorrido del agua	Aparición de humedades según el tiempo de proceso
1	15 mm	Proceso rápido
0,001	1,5 m	Proceso relativamente lento
0,0001	15 m	Proceso lento

- A distintas alturas tomar varias medidas de la humedad superficial; si la humedad decreciera con la altura, se estaría ante un hecho sintomático de la humedad capilar. De lo contrario este hecho sería poco probable.
 - A una altura determinada dentro de la franja húmeda, tomar al menos una medida superficial y una en profundidad que alcance, como mínimo, el eje del elemento constructivo. Si la humedad se mantiene más o menos constante en todo su espesor y/o aumenta levemente en la parte central y/o disminuye ligeramente en la cara más ventilada, se es-
- tará, de nuevo, ante síntomas evidentes de humedad capilar. Si por el contrario la humedad disminuyese profusamente con el espesor, se debería descartar esta posibilidad.
- Si existieran dudas sobre la fiabilidad de los ensayos convendría tomar muestras por separado de material, en aquellos puntos donde se ha realizado lectura con el humidímetro y llevar éstas al laboratorio para realizar ensayos del contenido de humedad, con los que se podría concluir con un grado mayor de fiabilidad. Si los datos siguen sin ser claros, sería conveniente obtener el contenido de sa-

Diagrama 4.2 Modelo para el análisis de humedad capilar



les de varios de los materiales que componen el elemento afectado.

Si el resultado obtenido es ciertamente elevado en todos los casos, será probable que el agua que produce la patología provenga del suelo o del subsuelo.

Con estos datos se puede concluir si la humedad ante la que se encuentra es de capilaridad. Si el reconocimiento de la patología está enfocado a una futura reparación de la misma, como suele ser el caso, convendría dar un paso más y analizar de qué tipo de humedad de capilaridad se trata, de manera que se pueda garantizar una intervención fructífera de el/los elemento/s dañado/s.

Cuando la humedad asciende por los muros, a través de capilares que son de muy escaso diámetro, alcanzando diferentes alturas, se manifiesta generalmente como una franja oscurecida y/o acompañada de un borde superior de polvo blanquecino (eflorescencias), a veces existe abultamiento y disgregación del material, cuando aparecen estas lesiones se está en presencia de humedad por capilaridad. Se diferencia del resto de las humedades, por manifestarse en una sola franja y no en forma discontinua. En cuanto al aspecto coincide con humedades producidas por otras fuentes como rotura de tuberías o humedades en sótanos, pero

el análisis minucioso de la trayectoria o desarrollo es lo que permite identificarla con exactitud.

Es difícil encontrarla en un solo sector o en manchones separados, el borde suele ser irregular, de ancho constante en planos grandes pero que disminuye su altura al acercarse a aberturas o vanos. La altura de esta franja es variable llegando a los 2,5 m o 3 m en muros de gran espesor, aunque lo más común es a unos 30 cm del zócalo. En proximidad de escaleras o rampas acompaña siempre su pendiente. Estas características lo diferencian de toda otra causa de humedad.

En el arranque de los muros desde el terreno, la humedad asciende por el interior del espesor del cerramiento o por su exterior, produciéndose en el segundo caso un fenómeno capilar superficial, que puede incluso limitarse al acabado exterior. Este tipo de humedad puede manifestarse también por la aparición de manchas salinas en la superficie de evaporación o por el desprendimiento de los revestimientos, formando una especie de barba florida en la línea de culminación de la altura capilar. La aparición de una banda oscurecida en las zonas bajas de la edificación suele ser el primer síntoma que delata la existencia de este tipo de humedades. Sin embargo, hay ocasiones en que la sintomatología no es tan clara.

Los revestimientos de los muros y de la zona baja de los muros pueden degradarse y llegar a desmoronarse como consecuencia de la acción eflorescente de las sales cristalizadas y vehiculadas por el agua capilar, sin que haya aparecido hasta ese momento mancha alguna que la delate. La altura capilar es mayor y más intensa en las fachadas orientadas al norte.

En los elementos constructivos de poco espesor, el contenido de humedad es uniforme en toda su anchura, mientras que en elementos más gruesos se incrementa levemente hacia su mitad, como consecuencia de la menor evaporación existente. En los paños ciegos, el volumen de humedad suele ser constante en la parte central, mientras que decrece en las proximidades de las es-

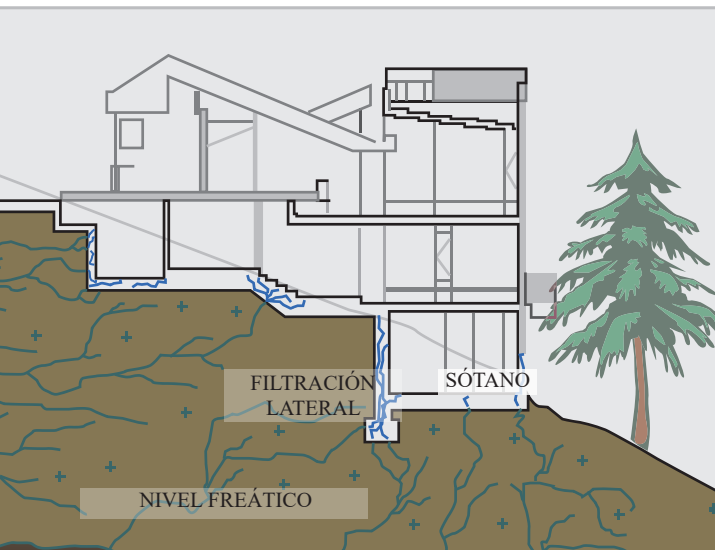


Figura 4.17 Filtración en sótano

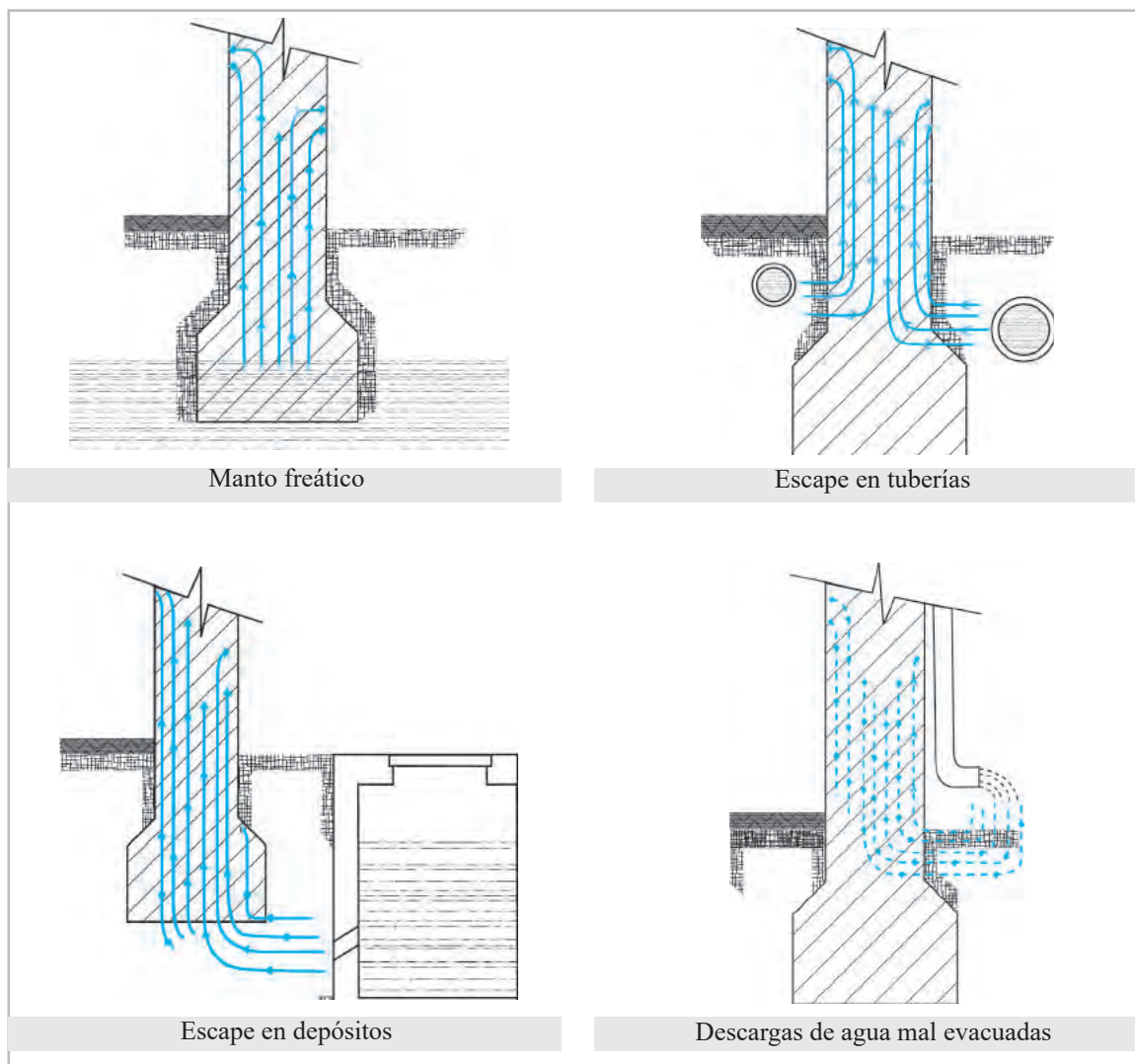


Figura 4.18 Fuentes de humedad capilar

quinas. Esta peculiar distribución sirve para distinguir las humedades de capilaridad de las de condensación, cuyo contenido decrece rápidamente hacia el exterior. En edificaciones antiguas, es común que con el tiempo se haya modificado por lavado la estructura capilar de los morteros, que se manifestarán especialmente sensibles a la ascensión de este tipo de humedad.

Las causas de la humedad por capilaridad pueden ser muy variadas (Figura 4.18) y su gravedad está asociada y depende de varios factores, como:

- La cantidad de agua contenida en el subsuelo por efecto del nivel freático.

- El encontrarse la cimentación y el muro de contención por debajo del estrato impermeable.
- La saturación del terreno por agua de lluvia que no tiene cómo evacuar.
- La rotura de tuberías de las instalaciones de agua potable o de saneamiento.

Una característica de este tipo de humedad es su aparición en la parte baja de los muros. Empiezan a aparecer una o más manchas en ellos, que parten del suelo, y aparecen en la planta baja. El establecimiento de una línea de coronación de la ascensión capilar, marcada unos 60 o 70 cm del suelo

producto del apurgamiento de los revestimientos y pinturas, debido al ataque de las sales que el agua ascendente transporta en cabeza, no es sino una situación de equilibrio en la que participan como variables, la tensión superficial (acción capilar), la acción gravitatoria (peso de la columna), presión del flujo (en el pié y en razón de la estructura del muro) y la superficie de evaporación.

Su capacidad de ascensión depende del material, de la evaporación y la humedad del mismo espacio y es frecuente que las manchas de humedad presenten un embombamiento de la pintura y también desmoronamiento del repello o revoque. La terca y odiosa humedad por capilaridad repele la pintura (si la limpias y pintas, con el tiempo vuelven a aparecer las manchas) y con el tiempo acaba degradando el acabado.

Los daños producidos por la humedad en los muros pueden ser de distinto tipo y magnitud, pudiendo afectar la estética, con manchas y desconchones; la estabilidad, por la pérdida de masa, o la salubridad, por la aparición de mohos y hongos.

Humedad del suelo

Si no se encuentran fuentes de agua de superficie, como el agua producto de lluvia o de riego o de aseo o limpieza, entonces la fuente del agua probablemente sea subterránea, en la subsuperficie debajo de la presión hidrostática. Desafortunadamente, los problemas con el agua subterránea de la subsuperficie son más difíciles y costosos de reparar que los problemas de agua subterránea de superficie.

Cuando los niveles de agua subterránea fuera del sótano se elevan por encima del nivel del suelo, el sótano actúa como un bote en un estanque; si el bote está apoyado en el agua, el agua se filtrará por cualquier fisura, grieta u orificio. En el caso de los sótanos, el funcionamiento es el mismo. La presión hidrostática puede empujar el agua a través de fisuras extremadamente delgadas; indicio de esto es el agua que sale por fisuras en el piso de cemento u otro material del sótano o surge en múltiples puntos.

Si es una edificación antigua dentro del casco urbano y ésta posee un sótano sin bomba colectora, es probable que el sistema de drenaje del perímetro de los cimientos se conecte directamente al sistema de alcantarillado para aguas lluvias o pluviales de la ciudad. Si el sótano estuviera por debajo del nivel de la calle, existe la posibilidad de que el agua lluvia atasque el sistema de alcantarillado para aguas pluviales y que ésta sea empujada hacia el sistema de drenaje del perímetro de los cimientos. Esto puede saturar el suelo que rodea la edificación al nivel del sótano con aguas lluvias debajo de la presión hidrostática, causando filtraciones de agua.

Otra fuente de agua subterránea en la subsuperficie es un manantial subterráneo.

Humedad en sótanos

Se presentan en forma de manchas continuas en los muros, siempre desde la parte más inferior y ascienden por éstos en función de la porosidad del material, sobre todo cuando está elaborada con material cerámico, formando en ocasiones manchas blancas (eflorescencias salinas); también aparecen en suelos, apreciándose en éstos la humedad al oscurecerse las juntas entre piezas por la ascensión de agua contenida en el terreno. Se producen generalmente por una mala impermeabilización en el arranque de muros y en suelos por estar en contacto directo con la tierra (Figura 4.17).

Cuando el volumen de la edificación se encuentra bajo nivel del terreno natural, en los sótanos pueden presentarse dos tipos de lesiones: infiltraciones con entradas de agua francas o pequeñas chorreaduras, manchas, hinchamientos o despegue de revestimientos y eflorescencias por descomposición de los materiales:

a. Infiltraciones. Las infiltraciones son entradas francas de agua que se producen cuando la presión que ejerce el agua para tratar de recuperar el espacio ocupado por el sótano se encuentra con un defecto de diseño o construcción, o cuando la presión de la napa freática es muy importante; también

suelen presentarse por daños en las tuberías de abastecimiento o de evacuación en el exterior, manifestándose en forma de manchas, chorros o chorreaduras de agua, despegado de revestimientos, hinchamientos (Figuras 4.19 y 4.20).

b. Eflorescencias de sales. El agua en su recorrido, desde el terreno natural hacia el interior del sótano, reacciona químicamente con los materiales componentes del muro presentándose manchas acompañadas de eflorescencias de sales. Los cloruros y los nitratos suelen ser higroscópicos, es decir, pueden absorber humedad del entorno y, en general, cuanto mayor sea la cantidad de sales, mayor será la absorción de humedad, sobre todo en condiciones húmedas. Así, aunque se haya controlado la humedad capilar mediante la inserción de un sistema de impermeabilización corrector, las mismas sales pueden hacer que tanto el muro como cualquier decoración contaminada permanezcan húmedos.

Humedad en cimientos

Normalmente se detecta observando el deterioro en el piso, la mampostería, la pintura, los revestimientos, y por la aparición de manchas oscuras, eflorescencias salinas o por la presencia de hongos o mohos en los muros.

También el olor a humedad en los ambientes, roperos o placares, la impregnación de este olor en la ropa, o la aparición de lama verde (verdín) sobre la misma, son otras señales de problemas de humedad.

Normalmente son causadas por la humedad de cimientos, pero en algunos casos puede deberse también a problemas de filtraciones desde el exterior o desde baños o cocinas, cañerías perforadas, desagües deteriorados, techos o bajantes rotos, etc.

Detectar las causas de la presencia de humedad puede ser algo complicado, cuando el deterioro o las señales visibles no indican claramente de dónde proviene. Muchas veces es necesario romper muros, levantar pisos o destruir revestimientos difíciles de conseguir.

Existen equipos de medición que permiten medir la humedad de los muros, paredes, pisos, etc., sin deteriorarlas ni hacer perforaciones, basados en la medición de la capacidad dieléctrica o en la densidad de las mismas, mediante la emisión de ondas de radiofrecuencia; las lecturas obtenidas son bastante precisas y al interpretarlas indican el origen de la humedad. Estos instrumentos tienen la capacidad de medir la humedad hasta a 6 cm de profundidad, descartando así la influencia de la humedad superficial de los repellos o revoques y revestimientos.

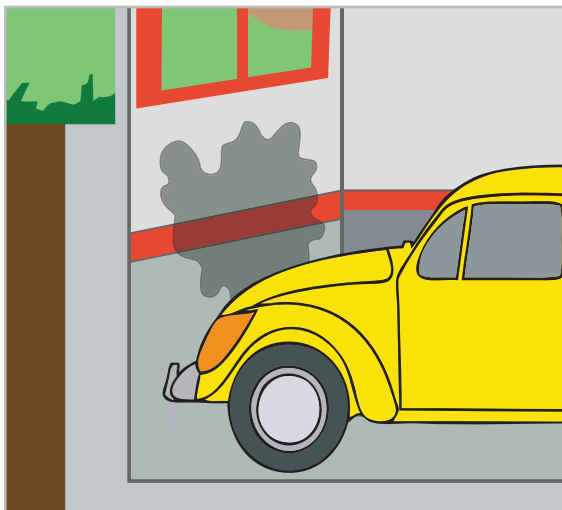


Figura 4.19 Humedad por filtración

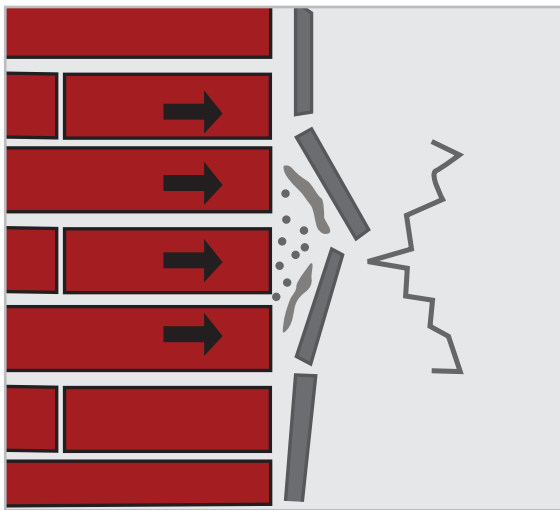


Figura 4.20 Despegue de revestimientos

Una vez confirmada la existencia de humedad de cimientos, es importante determinar la extensión del problema, ya que los deterioros visibles suelen ser “la punta del iceberg”; es decir, solamente los primeros síntomas de un problema más grave.

Esto, en la gran mayoría de los casos, se debe a que los cimientos y la estructura de la edificación son originales y de la misma época, por lo tanto es de esperar que si la barrera hidrófoba ha colapsado en algunos lugares (donde se observan los signos de humedad), sin duda también estará rota en otras zonas donde aún no se nota, pero que de no solucionar el problema, aparecerán tarde o temprano también allí deterioros provocados por la humedad.

Con los equipos de medición de humedad mencionados, se puede diagnosticar la gravedad de la situación, y ayudar así a tomar una decisión adecuada para su solución integral (si sólo se atacan las zonas visibles, luego aparecerán en otros lugares, generando más gastos e incomodidades).

Anulación de las causas

La actuación estará en función del origen de la humedad, bien sea el suelo o bien sea una plataforma horizontal en fachada; ésta consiste en alejar el agua de la base del cerramiento. Todos estos sistemas se manifiestan eficaces cuando el nivel de la capa freática es inferior a la cota más baja de la cimentación. Por debajo del nivel freático, la presión del agua impide su evacuación por gravedad.

Este tipo de humedad es de compleja reparación por tratarse de la conexión entre el agua de tipo “indisoluble” con el cerramiento, lo cual conlleva a que la comunicación entre sí sea muy difícil de interrumpir; no obstante, las soluciones se basan en cada tipo y la eliminación de la causa traerá consigo la consecuente eliminación del defecto. Antes de iniciar cualquier tratamiento debe tenerse la certeza de que el proceso de saturación- evaporación haya concluido.

Las manchas de humedad por capilaridad no desaparecen por sí solas; para solucionar

el problema de la humedad por capilaridad hay que atacar la causa evitando que los muros se humedezcan, y no sólo hacer mantenimiento del área afectada, aunque si bien es cierto en épocas cálidas y de pocas lluvias estas humedades tienden a desaparecer y una leve pintura podrá cubrirlos, en épocas invernales o de lluvias aparecerán de nuevo si no se remedia el problema de raíz.

Se podría pensar que la solución sería intentar impermeabilizar los muros y su superficie. Con estos sistemas, en el mejor de los casos se consigue esconder temporalmente la humedad, pero la consecuencia en la realidad es que este tipo de tratamientos generan un ‘efecto chimenea’ haciendo subir aún más la humedad por ellos. Así no se soluciona el problema de humedad en suelo y muro, sino que se agrava y se encarece la solución por la necesidad de volver a abordarlo y tampoco se soluciona con el secado de los muros.

Humedad del suelo

Este problema de humedad se localiza por debajo del nivel de suelo en sótanos y parqueaderos; es producto de una entrada de agua directa en ocasiones masificada según las inclemencias del tiempo, lo cual hace que el sistema de drenaje y evacuación sean insuficientes, situación que se agrava por la presencia de aguas subterráneas, y se agudiza en zonas costeras, lo que genera que se saturen los sistemas de evacuación como tubos de drenaje, por el continuo aporte masivo de agua y lodos; así, el agua acaba entrando en la edificación a través del suelo y de los muros.

La capilaridad se erradica en el origen por medio de dos técnicas: el drenaje y la creación de barreras impermeables. Ambas requieren operaciones bastante complejas, pero se manifiestan muy eficaces en el cometido de eliminar la humedad.

Independientemente de dónde proviene el agua, la mejor forma de controlar el agua subterránea en la subsuperficie es instalar algún tipo de sistema de drenaje perimetral para aliviar la presión hidrostática. El

agua subterránea es empujada al sistema de drenaje y no a las áreas donde puede dañar alfombras, muros o pertenencias. El agua drena por la gravedad hacia una cavidad colectora desde donde la bomba colectora descarga el agua hacia afuera de la edificación.

Existen dos tipos básicos de sistemas de drenaje para los sótanos con humedad. Uno es un sistema de canaletas instaladas por encima del suelo alrededor del perímetro instalado en la base de las paredes de los cimientos por encima de las losas del suelo. También cumple la doble función de material de base para el muro. El otro es un sistema de drenaje por debajo del suelo alrededor del perímetro. El sistema por debajo del suelo requiere una eliminación parcial de las losas del suelo de cemento y la instalación de un tubo de drenaje, lo que lo hace más costoso que el sistema de drenaje por encima del suelo.

Se considera que un sistema de drenaje por debajo del suelo es mejor, porque se considera que los drenajes por debajo del suelo liberan la presión hidrostática antes de que el agua alcance el fondo de la losa del suelo.

Para los casos de humedad del suelo se contemplan cuatro tipos de actuación sujetas a las circunstancias constructivas y a la ubicación de los elementos. Estas son: drenajes, barreras impermeables, obras de guarnición o protección, y ventilación:

a. Drenajes: Como principio, es ideal que la actuación se haga desde el exterior en todos los muros afectados y en todo su frente, para ello se cuentan con varios tipos de drenajes como el de la cuña drenante, ataguías, zanja drenante, pozos drenantes, drenaje eléctrico y aireación por puntos.

- **Cuña drenante:** Se excavan cuñas adosadas a la base del muro y realizadas mediante bataches alternados, con el objeto de no crear asientos puntuales, de una profundidad tal que se alcance el suelo sobre el que reposa la cimentación. En su fondo, se coloca una tubería de concreto

o plástico. Esta tubería recoge las aguas lo más abajo posible (unos 15 cm por debajo de la base) y las canaliza a puntos concretos hasta enviarlas a la red de saneamiento o a un pozo muerto, por lo que deberá compactarse bien la zona rellena. Esta solución requiere poder actuar desde el exterior y en todo el frente.

- **Ataguías:** Se colocan estructuras provisionales de retención separadas de la base y con una profundidad que estará en función de la cimentación de la edificación y de la presión de las aguas que se quieren atajar. Se usa para casos de corrientes freáticas de agua y puede ser: tablestacas adosadas de madera, piezas metálicas, zanjas lineales rellenas de material suelto y tubos que conducen el agua hasta la red de saneamiento. Se intenta descender el nivel del agua hasta por debajo de la cimentación, para evitar el contacto entre ambas.
- **Zanja drenante:** Se excavan zanjas que recogen el agua del terreno circundante y la conducen a la red de alcantarillado o de saneamiento. Suelen ser construidas con material del lugar o de préstamo.
- **Pozos drenantes:** Constituyen una red que hace que el nivel descienda lo suficiente para evitar el contacto con la cimentación.
- **Drenaje eléctrico:** Se trata de drenajes lineales, colocados normalmente en el arranque de los muros, que establecen una corriente eléctrica entre éste y el terreno en contacto, con polo negativo en el muro y positivo en la tierra, obligando al agua, como elemento conductor que es, a descender.
- **Aireación por puntos:** Se introducen unos tubos perforados en la base del muro, que facilitan la aireación interior del cerramiento. Pueden ser cerámicos o de material plástico.

b. Barreras impermeables: Se define como la interposición de una barrera entre el agua y el elemento constructivo, entre las cuales se tienen: las láminas impermeables de ma-

terial plástico o metálico, las inyecciones, la hidrofugación superficial y la inclusión de elementos laminares bajo soleras armadas. En esta solución, se ha de proceder a realizar actuaciones destructivas, tales como demoliciones, etc.

- **Lámina impermeable:** Se introduce en la base del muro. Las plásticas pueden ser bituminosas o de PVC; las metálicas, de materiales inoxidables.
- **Inyecciones:** La lámina puede sustituirse por una inyección de mortero y resina de poliéster o de resinas epoxi. Con ello se consigue dificultar la ascensión del agua mediante dos sistemas básicamente:
 - **Obstrucción de los poros:** Persigue la reducción de la abertura de los mismos por debajo de las 0,010 micras hasta conseguir anular la ascensión. Se puede conseguir utilizando “mineralizadores” o prepolímeros de isocianato.
 - **Hidrofugación:** Emplea líquidos a base de siliconas diluidas en disolventes orgánicos, también siloxanos.
- **Hidrofugación superficial:** A base de morteros especiales de fraguado rápido. No evita la capilaridad propiamente di-

cha, sino que evita que la humedad salga al exterior por la superficie tratada.

- **Inclusión de elementos laminares:** Bajo las soleras armadas, se colocarán láminas impermeables.

c. Obras de guarnición o protección (Figura 4.21): En casos de micro capilaridad o humedad capilar producida por plataformas horizontales de fachada se debe:

- Aumentar la inclinación de la plataforma hacia el exterior, a fin de incrementar su capacidad de drenaje.
- Establecer un pequeño escalón impermeable entre la plataforma y el paramento.
- Añadir rodapié o zócalo, cubriendo el solape vertical de la lámina impermeable horizontal.

Es recomendable el empleo de materiales permeables en los pavimentos cercanos a los muros afectados, de modo que la humedad tenga posibilidad de evaporar por distintas partes y no necesariamente ascienda por los muros. Se debe cuidar también que el agua de lluvia sea conducida fuera del área de la edificación y no salpique los muros.

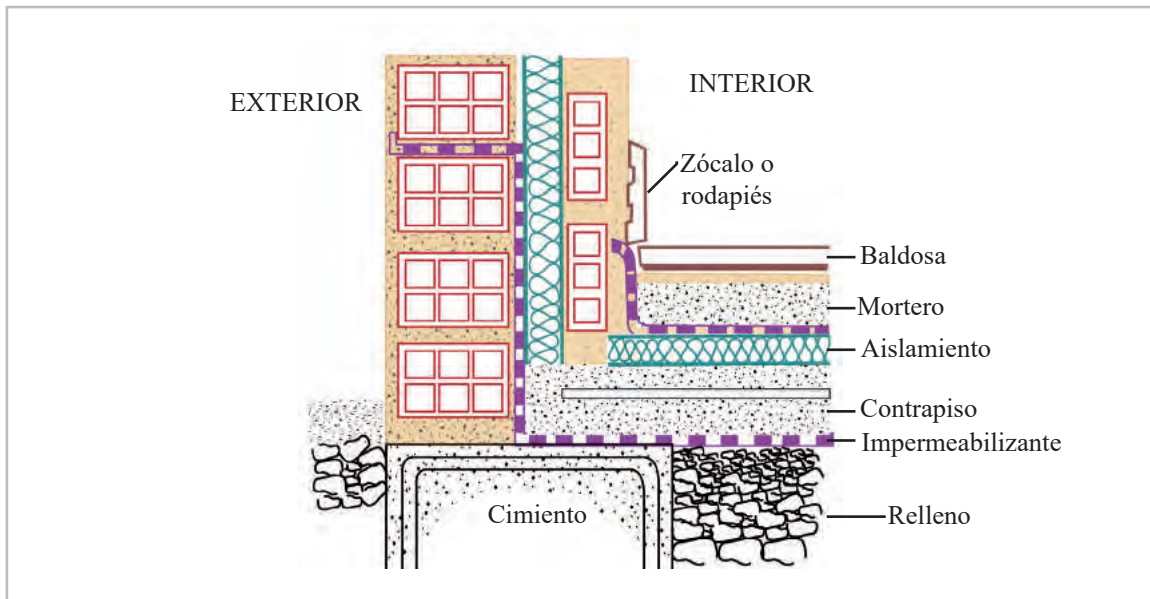


Figura 4.21 Barreras para evitar humedades ascendentes del terreno

d. Ventilación y ocultación: La unión de los factores ventilación y ocultación ha inducido a la construcción de “cámaras ventiladas”, que en los cerramientos debe disponerse en todo el paramento horizontal con las siguientes características: cámara de aire continua, con rejillas de ventilación superior e inferior, con canales para recoger las aguas en la base y con ausencia de yeso.

Humedad en sótanos

Son unas de las humedades más costosas de solucionar; existen tratamientos desde el exterior o del interior por acciones de desecación, construcción de barreras físicas y barreras químicas, como la emulsión de silicona y otros tratamientos que parecen dar buenos resultados. Una opción más rápida y menos costosa es la creación de cámaras aislantes (trasdosados), en otros basta con sanear las zonas afectadas y aplicar morteros especiales y pinturas permeables.

a. Tratamiento desde el exterior: Aunque esta posibilidad queda reservada para los casos en que el terreno que rodea al sótano esté libre, poder interceptar y recoger el agua antes que ésta toque el muro es la mejor de las alternativas.

Como primera medida se debe conocer sobre qué suelo se va a cimentar; debajo de un terreno muy saturado se producen grandes presiones hidráulicas. Con el fin de solucionar dicho problema se toman las siguientes acciones:

- Construcción de piso perimetral exterior: consiste en la elaboración de un andén o vereda de protección de los cimientos de 1 m de ancho para que el agua que cae de la cubierta y del muro no penetre en el suelo.
- Adecuar la superficie inmediata del terreno con su respectiva pendiente para acelerar el escurrimiento del agua.
- Construir un sistema de drenajes (Figura 4.22): Son drenes subterráneos que disminuyen niveles de saturación de humedad produciendo un desagüe paulatino del suelo por medio de tubería perforada (1) que se tapa con tres capas diferentes, una primera capa de grava (2), una segunda de arena (3) y finalmente la tercera capa constituida por la misma tierra (4) que conforma el terreno (en la parte superior). Las capas de arena y piedra cumplen la función de frenar el desplazamiento horizontal del agua provocando su caída hacia la capa de pie-

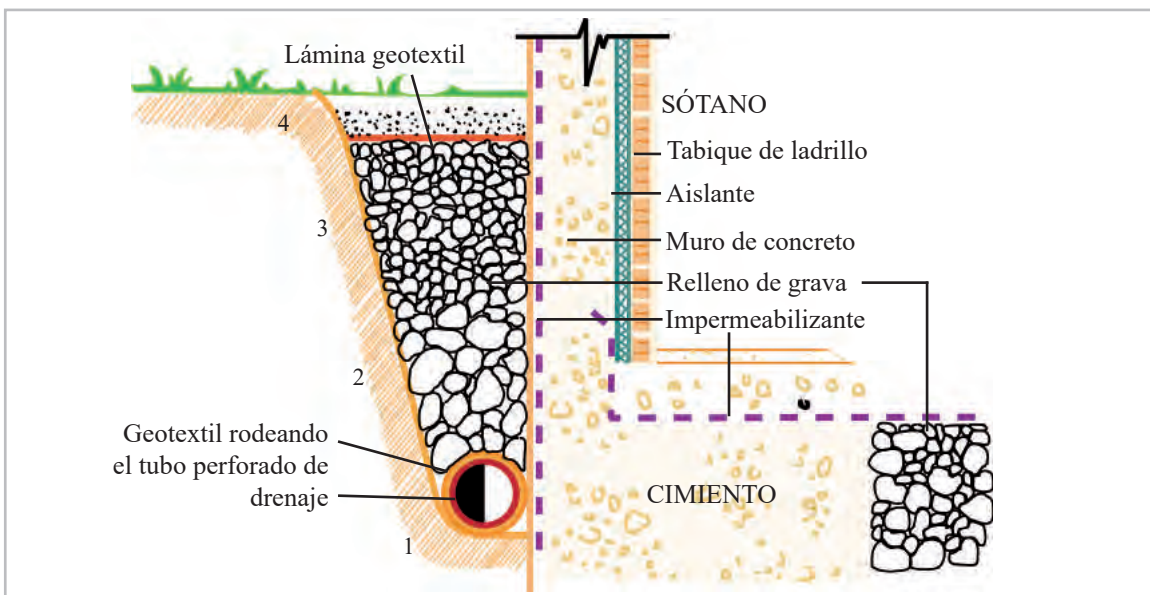


Figura 4.22 Materiales y elementos de protección y evacuación

dra y luego hacia la tubería de drenaje, la cual se ubicará unos centímetros por debajo del nivel del cimientado. Estos drenes deberán rodear perimetralmente a la obra de la manera que se muestra en las Figuras 4.22 y 4.23 (las dos alternativas son igualmente efectivas) conviniendo ser reforzados con ramales de seguridad que cruzarán por debajo de la citada obra. Todo el sistema, y en especial los refuerzos, tendrán una pendiente en el mismo sentido del movimiento natural de las napas de agua; con un destino final hacia un pozo de bombeo de alcantarillas, generando un desecamiento del terreno saturado.

- Cavar una zanja perimetral, revocar nuevamente con morteros impermeables y colocar en el lugar bloques drenantes o medias cañas que permitan el escurrimiento y la aireación de la cara anteriormente en contacto con el agua. Ese drenaje se recoge al pie del muro y se conduce a la red de desagüe o se aleja de la edificación en un pozo donde se ventila con una tapa de aireación.
- Cuando la presión de la napa es constante e importante lo más indicado es recoger el agua y conducirla hacia un pozo del cual se bombea el líquido al exterior de la edificación. Recuerde que en ese caso tendrá un equipo de bombeo trabajando permanentemente.

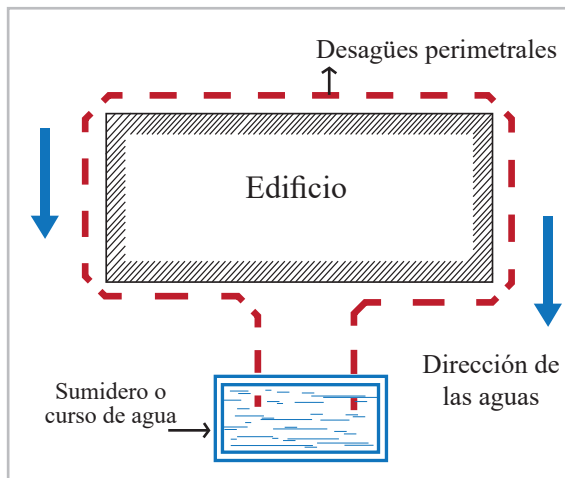


Figura 4.23 Red de drenaje

b. Tratamiento desde el interior: La solución a este problema, causado por entradas de pequeña magnitud (poros o pequeñas fisuras que generalmente se deben a defectos de diseño o fallas en la construcción), es aplicar tapones, inyecciones perimetrales, soluciones químicas.

- **Tapones:** En la actualidad es posible impedir el ingreso constante de agua a chorro, en fisuras o en uniones entre piso y paredes de sótano por medio de “tapones” de productos químicos que existen en el mercado. Estos tapones son el resultado de aplicar sucesivas capas de revoques impermeables en la cara interior del muro con productos para obturar fisuras (cementos ultrarrápidos que con el agregado de plastificantes y agua se expanden al entrar en estado líquido) los cuales son presionados con la mano fuertemente dejando que filtren agua a contrapresión; luego de unos minutos, cuando comienzan a reaccionar despidiendo calor en su masa, o sea, cuando se percibe incremento de temperatura, se disminuye la presión y se enrasa la superficie con una espátula, se alisan en capas muy finas para finalmente quitar el material sobrante.
- **Inyecciones perimetrales:** La otra posibilidad es la inyección de productos, atravesando el muro con una herramienta que dispone productos químicos sobre la cara en contacto con el agua, a presión. Estos productos se convierten en una masa impermeable, elástica y adherente que impide el ingreso de agua.
- **Soluciones químicas:** En la actualidad es posible impedir el ingreso de agua en fisuras o en uniones en los muros de concreto, por medio de productos químicos que incorporados como pinturas o revoques actúan impermeabilizando completamente la masa de concreto existente.

Hay numerosos tratamientos contra este tipo de humedad, todos destinados a frenar el acceso de agua al muro y a facilitar la evaporación de aquella que llegue; varios se en-

caminan a evitar que el agua del suelo entre en contacto con los cimientos del muro, los más empleados son drenajes y conducción de aguas superficiales.

Otros tratamientos se dirigen a romper la continuidad capilar del muro mediante la introducción de capas o láminas de material no capilar.

Otro método recomendado es facilitar por distintas vías la evaporación del agua. Para lograrlo es importante que la superficie del muro sea permeable y exista una renovación adecuada de la masa de aire de los espacios.

c. Tratamiento de la humedad ascendente: Se puede encarar por: desecación o impermeabilización o mediante barreras físicas y químicas. A continuación se describirán los procedimientos más comunes y factibles de ser ejecutados en nuestro medio:

- **Por desecación:** Por lo general el borde superior es irregular y crece en altura cuanto más ancho es el muro. Para solucionar este problema existen distintas alternativas, como por ejemplo:
 - **Procedimientos con higroconductores:** Se introducen, transversal al muro, tubos muy porosos que poseen la característica de captar la humedad por

ósmosis y condensarla internamente, además de descomprimir y permitir la salida de los gases migratorios.

- **Procedimientos eléctricos:** Consisten en el aporte de corriente eléctrica, a través de una batería que equilibra la diferencia de potencial existente entre el muro y el suelo que es la que causa el ascenso de la humedad.

- **Procedimientos por electroósmosis:** Es un proceso de ósmosis donde la pared porosa y el agua cargada de sales constituyen el electrolito de la pila. En el muro se introducen electrodos de cobre que actúan como un cátodo y en el terreno se coloca un ánodo de acero galvanizado que hace de toma de tierra. El tratamiento con el método electroosmótico activo por ondas electromagnéticas tiene la propiedad de abarcar toda la edificación con un solo equipo, creando una nueva barrera hidrófoba en toda la superficie, abarcando tanto los sectores afectados como los sanos (Figura 4.24).

- **Procedimientos por electroforesis:** Que consiste en la introducción en el muro de electrodos rodeados de arcilla coloidal. Al desecarse el muro la misma obtura los conductos capilares formando una barrera impermeable.

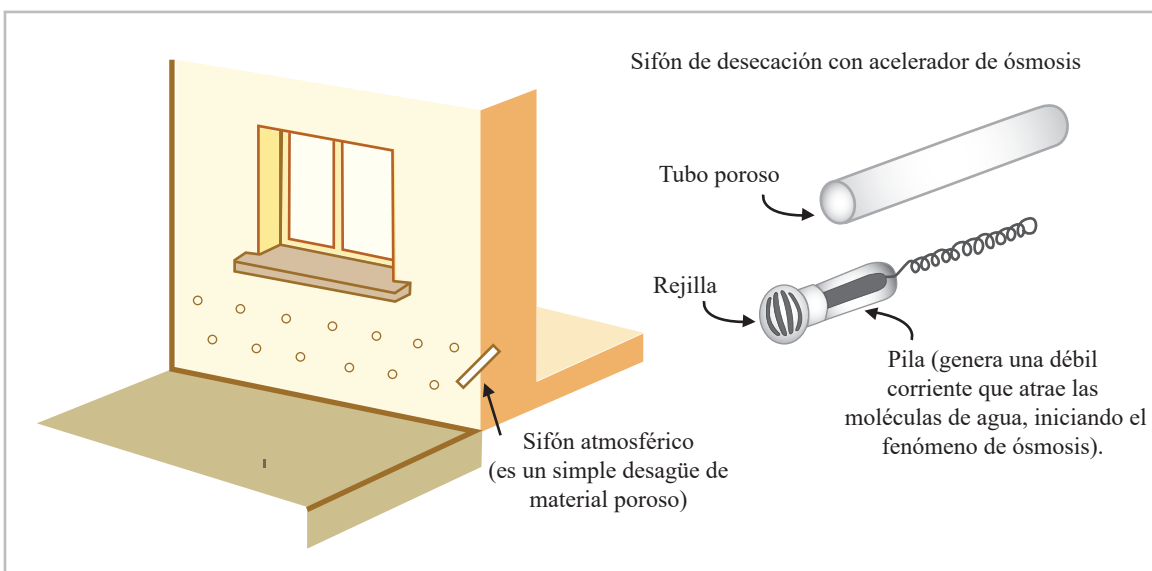


Figura 4.24 Tratamiento de la humedad ascendente por capilaridad en edificios antiguos

- Por barreras físicas:** Tratan de restablecer las barreras ejecutadas durante la construcción original del muro que consistían en el reemplazo de mezclas con cal por otras impermeables en 2 hiladas de ladrillos separadas y cerrando tipo “cajón”. Constituyen una barrera impermeable que se coloca cortando el muro, de lado a lado o taladrándolo y rellenando luego los huecos con resinas, mezclas impermeables o láminas de polietileno. Por supuesto debe efectuarse en etapas, intercalando en un primer corte sectores de un ancho de 45 a 55 cm con sectores de igual ancho que permanecen sin cortar hasta que los primeros han sido rellenados y ha fraguado correctamente el material.

Otro caso se nos presenta cuando por razones económicas no se puede solucionar el problema con los métodos anteriores. La solución alternativa se trata de la construcción de un tabique paralelo al muro o a los muros afectados, separándolo aproximadamente 15 a 20 centímetros, y generando en su base un canal en forma de mediacaña entre el muro y el tabique. Dicha canal tendrá pendiente hacia un pozo de bombeo para luego

evacuar al exterior. El tabique debe contar con ventanas a la altura del cielo raso y al ras del piso, teniendo también uno o varios conductos de ventilación al exterior entre el muro y el tabique, lo que produce una corriente de aire que evacúa la humedad al exterior. Este sistema no elimina el ingreso de humedad, pero mantiene ciertos niveles de confort en el ambiente, saneando el sótano (Figura 4.25).

El método, que se puede apreciar en la Figura 4.26, consiste en hacer un solado (5) y un tabique (3) nuevos, separados de la obra vieja (1) por cámaras de aire (indicadas con 2 y 4: esta última conformada por ladrillos huecos, los cuales se orientan en el sentido de la corriente de aire, a manera de túnel) intercomunicadas entre sí, haciendo que el aire salga hacia el exterior a través de unos ventiles o ventanas pequeñas (6).

A manera preventiva, para los casos en que el espacio se vea repleto de agua (por un inesperado ascenso de la napa freática) se debe instalar un sistema de bombeo, previendo su ubicación en forma permanente.

El más antiguo de los sistemas es el de reconstituir las capas aisladoras horizontales existentes (o no), y consiste en cortar el muro de lado a lado y en tramos de hasta un metro, según la solidez del muro. Se corta un

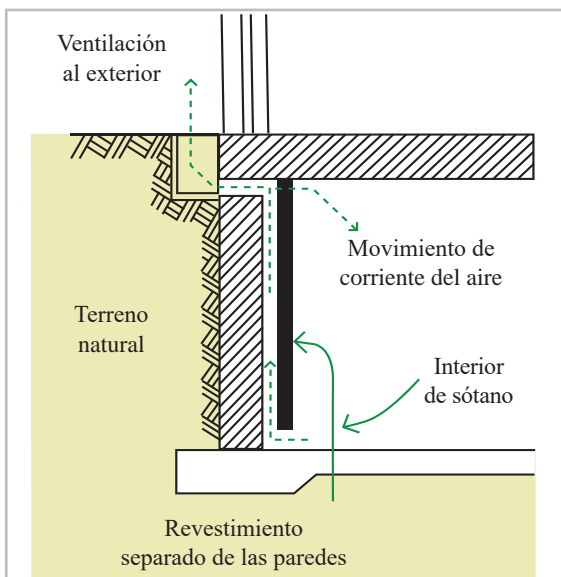


Figura 4.25 Barreras físicas

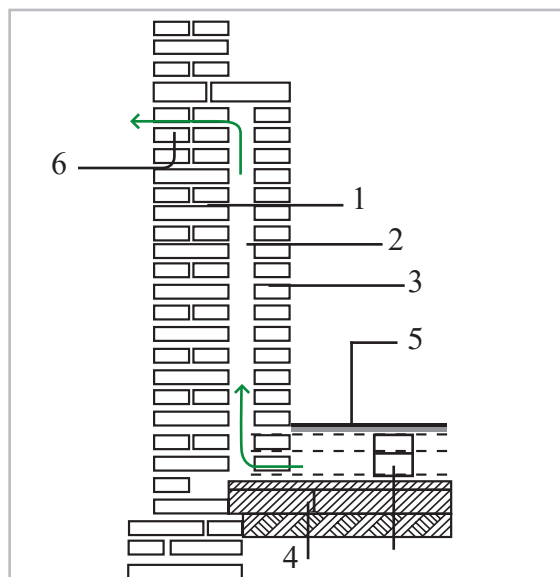


Figura 4.26 Barreras físicas

tramo de un metro y se deja otro de la misma medida sin cortar, para luego cortar otro metro; o sea que se divide en tramos y se corta uno sí, otro no, uno sí, otro no, hasta alcanzar la longitud total que se quiere reparar. Una vez reconstituidos esos tramos salteados (por medio del método de la doble hilada de ladrillos con su correspondiente doble capa aisladora horizontal y cerrada tipo cajón, con capa aisladora vertical), se procede a cortar el resto de los tramos que se habían salteado, para luego realizar el mismo trabajo que en los tramos anteriores. Es importante que una vez concluidos los primeros tramos, se los deje fraguar muy bien, para proceder con el corte de los segundos tramos. También debe tenerse especial cuidado de trabajar muy bien las uniones entre tramos de primera y segunda etapa, para asegurarnos que la humedad no encuentre paso alguno. En algunos casos es importante la colocación de láminas de membrana de PVC, polietileno u otros, para reforzar la nueva barrera formada.

La elevación de la edificación es una de las mejores alternativas para evitar el ascenso de humedad del suelo (Figura 4.27).

- **Por barreras químicas:** Otra solución habitual es la inyección química, que es la más difundida y su propósito es el de restablecer dichas barreras originales a través de la introducción de sustancias químicas líquidas o semilíquidas que penetran en el muro por pequeños orificios, impregnando su masa y repelen la ascensión de agua y sales; las más comunes son las compuestas de siliconas disueltas en agua. Este procedimiento se hace luego de retirar las capas de revoque que se encuentran en mal estado, y se incorporan por presión natural, difusión o a presión, pero todas basadas en principios comunes. Cuando se ha seleccionado este método atienda las indicaciones particulares de cada producto y respete las condiciones de colocación.



Figura 4.27 Edificación sobre losa elevada del terreno

El procedimiento implica el taladrado del muro en forma triangulada con mechas de 10 a 15 mm de diámetro, siguiendo dos líneas horizontales paralelas al piso, con una inclinación de 15 a 20° y alcanzando una profundidad igual a 2/3 partes del espesor del muro; una entre 15 y 30 cm del suelo y la otra entre 30 y 60 cm del piso. Los orificios deben espaciarse entre 15 y 25 cm (Figura 4.28). Luego se sopletean los orificios y se vierte repetidas veces mediante un embudo el compuesto de siliconas (silicato y fluosilicato) el cual en un principio es absorbido con rapidez dentro del muro hasta saturarlo; éstas, al cristalizarse, obturan la red capilar y los poros que contiene en su interior. Cuando su escurrimiento es más prolongado, significa que estamos saturando o tapando las porosidades de éste, con lo que estamos en condiciones de afirmar que los mismos están cubiertos. El sellado se da mediante una reacción química producida en el material al entrar éste en contacto con la solución.

Una vez saturada se procede a tapar los orificios con morteros impermeables, y se reconstituye la pared por ambos lados. No intente variar las distancias ni las condiciones; si el muro se impregna parcialmente la tarea realizada será inútil, téngalo por seguro. Esta solución es muy efectiva, y es particularmente adecuada para aplicar en muros de ladrillos de espesor hasta 0,30 m, y los trabajos no consumen tanto tiempo. Su efectividad depende de la capacidad de absorción de los materiales del muro, debe aplicarse de acuerdo con las indicaciones

del fabricante o proveedor, y no es apto para casos donde exista presión freática. Un buen indicio de que se están haciendo bien las cosas es el sensible descenso de la humedad en el muro (cuando éste se seca).

Este método resulta ser en teoría muy válido y práctico, además de seguro, ya que deja intacta la capacidad estructural del muro. Sin embargo, no siempre es posible la impregnación total del muro, o existen grietas, lo cual dificulta introducir el líquido, etc. De por sí, considere que la humedad ascendente en muros es un problema de difícil solución, que bien podría describirse como crónico, con gran cantidad de técnicas a su disposición pero con resultados relativos.

El problema de este método es que las siliconas al cristalizarse forman un manto rígido, con lo que si se producen movimientos estructurales, se fractura dicho manto. Es un método del cual no hay plena certeza.

Generalmente, para impedir el paso del agua hacia el interior del muro, se utilizan materiales con características impermeables, ya sean estos láminas, pinturas, etc. Por lo tanto, para proporcionar una pared “seca” y una superficie apta para decorar, los sistemas de impermeabilización utilizan dos procesos fundamentales:

- La inserción de un sistema de impermeabilización química.
- La retirada del material de acabado que se encuentre deteriorado, y su sustitución por otro para evitar que la humedad residual y las sales contaminantes de la mampostería subyacente pasen a las nuevas superficies.

Una vez reconstituida la barrera hidrófoba, ya sea física, química o electrofísica, el agua no podrá volver a ascender por los capilares de la mampostería. Pero encima de la barrera los muros o las paredes estarán impregnadas de humedad y deberán secarse antes de su reparación y pintura para evitar que se vuelvan a deteriorar.

Usualmente se recomienda picar el reello o los revoques hasta los ladrillos para facilitar el secado o bien esperar prolongados períodos de tiempo hasta que se sequen naturalmente.

Los métodos de electroósmosis activa, al invertir la polaridad de los muros, inducen al agua y a las sales en solución a volver a la tierra acelerando el secado y reduciendo la cantidad de sales depositadas por la evaporación de la humedad. Esto es posible porque la barrera hidrófoba es electrofísica e impide el ascenso de humedad, pero permite el paso del agua y las sales disueltas en sentido inverso.

La deshumidificación electrofísica es el proceso que se realiza a través de unas centralitas electrónicas sofisticadas y de reducidas dimensiones que una vez instaladas en las zonas afectadas por problemas de hume-

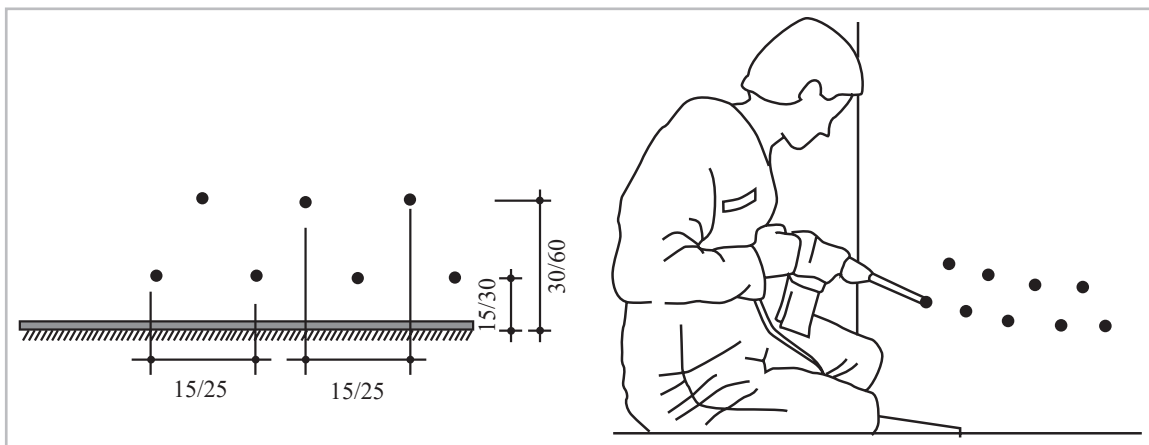


Figura 4.28 Aplicación de barreras químicas

dad cargan positivamente los muros, evitando así que la humedad remonte nuevamente, con lo que se detendrá la absorción capilar. Una vez controlada la capilaridad, hay que saber que los revestimientos se encuentran aún degradados, por lo que para complementar el tratamiento se realiza el saneado y aplicación de revestimientos nuevos altamente transpirables (revocos y pinturas). Los morteros empleados son específicos para el saneamiento y protección de muros con remotes de humedades y sales en ladrillo, piedra y paredes mixtas interiores y exteriores.

Es muy conveniente ventilar los ambientes durante la etapa de secado para que el aire se renueve y facilite la eliminación de humedad.

Se considera que la mampostería está seca cuando tiene entre 3 y 4% de humedad. Estos valores se pueden determinar tomando muestras de la pared, por desecación (método Darr), por reacción química con carburo de calcio (método CM), o con pequeñas perforaciones en la pared y midiendo la conductimetría o resistencia eléctrica con multímetros. La conductimetría es un método analítico basado en la conducción eléctrica de los iones en solución (Figura 4.29).

Reparación del efecto capilar

Para proceder a la reparación de cualquiera de los efectos ya mencionados, una vez eliminada la causa, se debe esperar la desaparición de la humedad contenida en el cerramiento por medio de ventilación natural o artificial y una vez seca, se actuará depen-

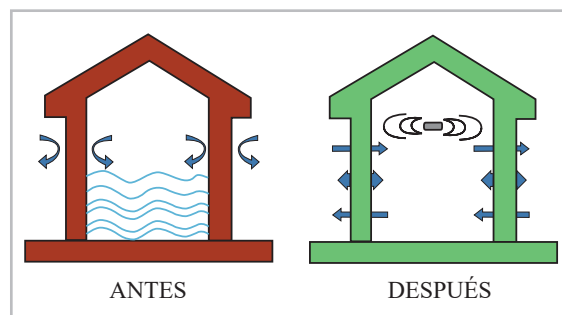


Figura 4.29 Soluciones contra la humedad

diendo del tipo de lesión, ya sea una mancha, problema de limpieza, o un depósito de agua. Si es de origen físico se tratará como lesión física y se actuará según lo indican las acciones de reparación de suciedades, y si es de origen químico, según el grado y dependiendo de la probable erosión, se sustituirá el revestimiento (Figuras 4.30 y 4.31).

Como medidas preventivas se deben adoptar todas aquellas que resulten posibles durante la ejecución y que prevengan la aparición de la lesión, de acuerdo con lo anotado anteriormente.

¿Cómo impermeabilizar el suelo de una terraza? Si hay manchas en el suelo y en la parte inferior de los muros, lo más frecuente es que se deba a una evacuación defectuosa del agua acumulada por la lluvia. De esta manera, se filtra a los materiales de la esquina inferior formada por el suelo y el muro de cerramiento de la terraza. Para solucionarlo se debe restaurar o realizar el correcto desagüe, bien introduciendo más desagües o aumentando el diámetro de los existentes. Para impermeabilizar bastaría una imprimación de caucho en las zonas de riesgo o la colocación de una lámina impermeable sobre la que se pavimentará de nuevo.

Recomendaciones

Durante el proceso del arranque de muros desde la cimentación en la nueva construcción es conveniente usar aditivos de tipo bituminoso en el mortero, para evitar que la pared posteriormente adsorba la humedad contenida en el terreno.

De manera preventiva, se recomienda:

- No construir en terrenos bajos o húmedos.
- Realizar sondeos previos del terreno donde piensa edificarse (grados de humedad a distintas profundidades), distancia a nivel freático - capa freática, etc.
- Preparar adecuadamente el terreno protegiendo cimientos con geotextiles impermeabilizantes.
- La realización de drenajes y pozos absorbentes, para alejar el agua del subsuelo de los cimientos.

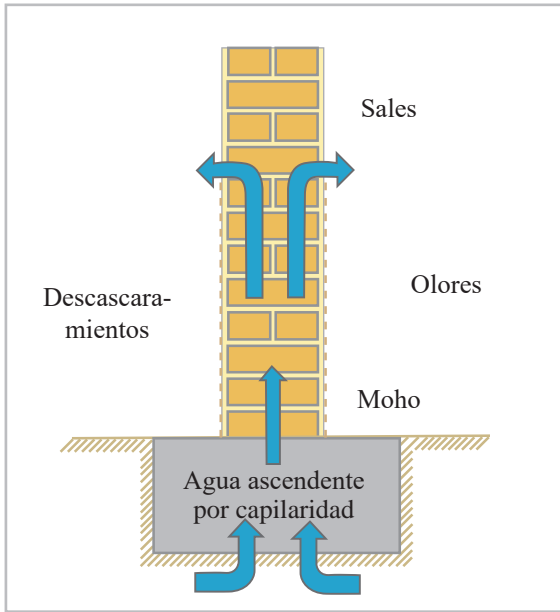


Figura 4.30 Muro deteriorado

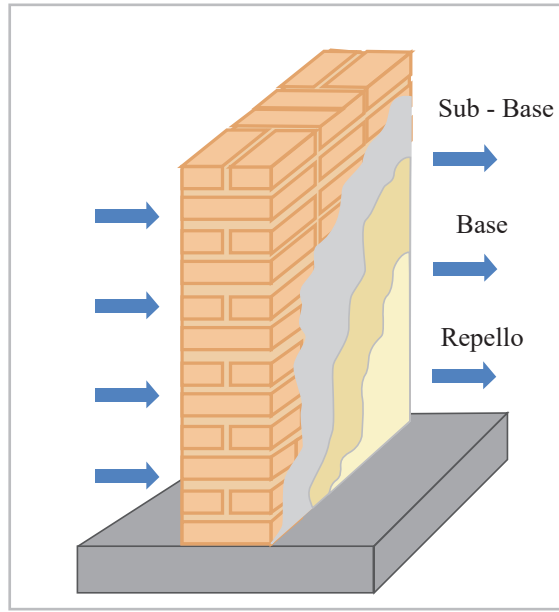


Figura 4.31 Muro reparado

- Impermeabilizar el mortero de pega de la cañería más o menos hasta un metro de altura, con el fin de evitar que suba el agua por capilaridad.
- Alejar bajantes de aguas lluvias de los cimientos.
- No hacer jardines junto a los cimientos.
- Utilización de mortero macroporoso con las propiedades de transpirabilidad y retención de sales al paso del agua.
- Los patios del entorno de los edificios se deben conservar limpios.

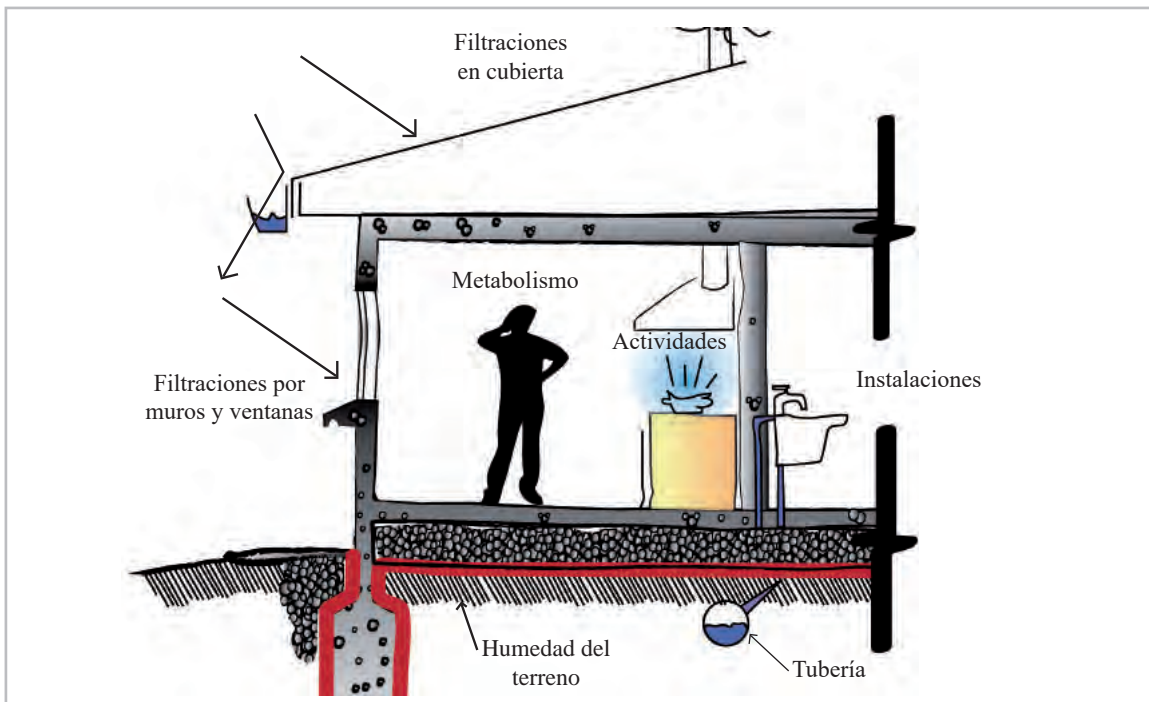


Figura 4.32 Diferentes fuentes de humedad

- Se debe mantener la pendiente de los patios para evitar charcos junto a la edificación.
- El riego de los jardines no debe afectar a los muros de las edificaciones.
- Se debe conservar seco el entorno de las edificaciones.
- En países donde caiga nieve, ésta se debe retirar del entorno de la edificación a la mayor brevedad.
- En general, se debe conservar la sequedad del entorno.

HUMEDAD POR CONDENSACIÓN

Se trata de una humedad particular, por ser su aparición el resultado de la unión de varios factores físicos, concretamente la presión de vapor suficientemente alta y la temperatura suficientemente baja.

Para comprobar si se trata o no de un problema de condensación se pega con cinta adhesiva un trozo de papel de aluminio sobre la superficie afectada. Si aparece vaho en la cara visible del aluminio, hay condensación. Estos procesos patológicos resultan a veces difíciles de diagnosticar, tanto por presentar síntomas comunes a otros tipos de humedades como por su naturaleza un tanto “intangible”, dado que involucran un proceso en el que el vapor de agua del aire pasa a

estado líquido, afectando los elementos de cerramiento que constituyen la envolvente de la edificación.

La ventilación apropiada (continua y suave, o brusca y rápida, manteniendo la inercia del cerramiento), la adecuación de la temperatura interior, la estanqueidad y el aislamiento, son las bases para evitar que se produzca la condensación en las superficies, tanto horizontales como verticales.

Pero el vapor de agua se difunde a través de los materiales entre sus capas, ofreciendo mayor riesgo los cerramientos en contacto con ambientes más fríos. Así en estos, junto con el aislamiento térmico que controla las diferencias de temperatura, se ha de controlar la diferencia de presiones de vapor con la interposición de barreras que dejen el vapor de agua en las caras que no han alcanzado la temperatura de rocío. La humedad por condensación no da lugar a confusiones cuando se produce en la superficie interior del cerramiento y ésta es impermeable; puesto que resulta un goteo inconfundible. Si dicha superficie es porosa, puede confundirse con capilaridad, filtración, humedad de obra e, incluso, accidental, según su localización, lo que obligará a un estudio de los gradientes de temperatura y la posible existencia de puentes térmicos. Dentro del espesor del cerramiento la confusión es más probable,

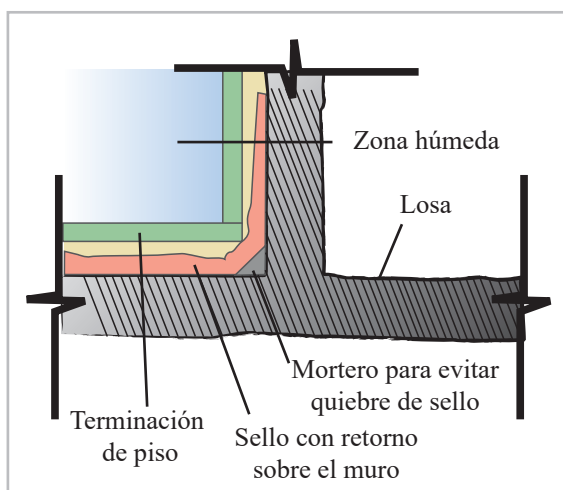


Figura 4.33 Elementos de protección, encuentro entre muro y losa

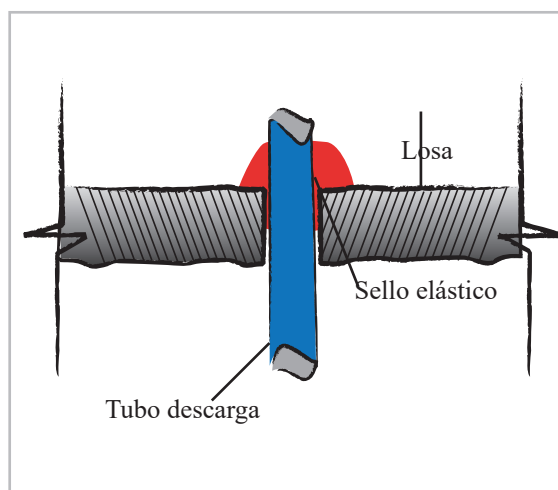


Figura 4.34 Elementos de protección, encuentro entre losa y tubería

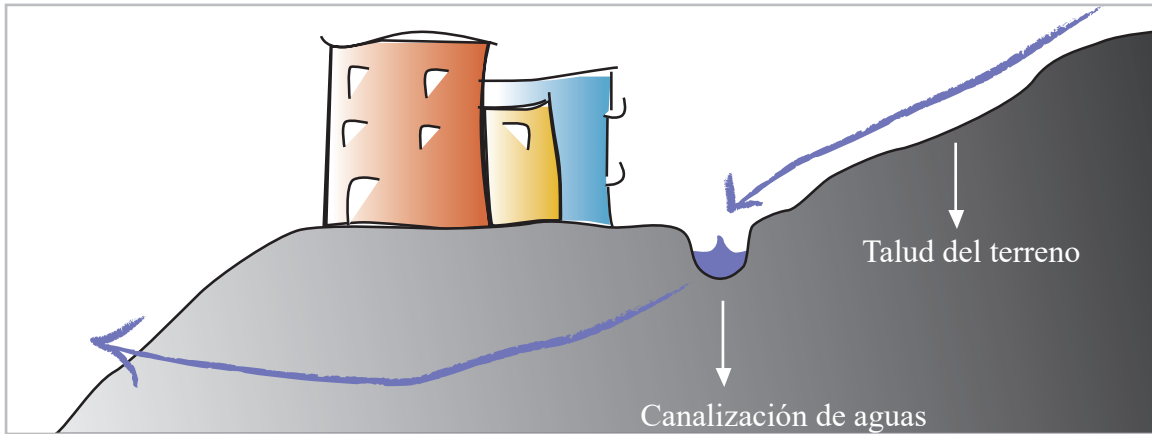


Figura 4.35 *Sistemas de protección y evacuación*

sobre todo con las humedades accidentales, aunque su identificación es fácil cuando se trata de puentes térmicos, debido a su localización tan precisa.

Para el caso de los muros o paredes con manchas de humedad será imprescindible determinar su origen, teniendo presente que la humedad de condensación es característica de prácticamente todos los sótanos.

Evidencias

La sintomatología que es común hallar en este tipo de humedades está representada en: Presencia de agua (pequeñas gotas) en muros y ventanas con efecto lagrimeo, empañado interior de vidrios o cristales y espejos; si no se da una rápida solución pos-

teriormente se producen pequeñas manchas circulares en las superficies, aparición de colonias de mohos (hongos), etc., que pueden producir infecciones respiratorias. Las humedades por condensación son comunes en zonas muy frías y poco soleadas, con un porcentaje de humedad ambiente alto y se producen por la diferencia de temperatura existente en el interior de la vivienda respecto al exterior, lo que acaba produciendo una condensación que es la que origina las citadas manchas.

Por ello, es muy importante prestar atención a otra serie de factores concurrentes:

- Localización de los síntomas (ambientes, elementos afectados, orientaciones)
- Materialidad constructiva - aislamien-



to (coeficientes de transmitancia térmica, existencia de barreras de vapor y de puentes térmicos)

- Condiciones climáticas (temperatura, humedad, asoleamiento, viento, precipitaciones, etc.)
- Condiciones de uso (actividad, hábitos de ventilación, tipo de calefacción).

En determinadas situaciones, las humedades de condensación pueden resultar generalizadas (por ejemplo en el caso de espacios con gran producción de vapor), o bien localizadas (en elementos con orientaciones desfavorables e insuficiente aislamiento térmico, puentes térmicos provocados por dinteles, vigas, columnas alojadas en muros, esquinas, etc.).

A veces, se busca en vano alguna falla exterior, y resulta que ésta no existe, porque en muchos casos sucede que los elementos de construcción, elaborados en concreto, son buenos conductores del calor, se enfrían tanto a causa de las bajas temperaturas exteriores que la humedad atmosférica producida en el interior de la edificación por el solo hecho de hallarse ésta habitada se condensa en forma de gotitas en las superficies de muros o paredes y cielo rasos. Es lo mismo que ocurre, con mayor evidencia, en los vidrios de las ventanas.

Si las manchas aparecen durante el período en el cual se utiliza calefacción en

los cielo rasos, vigas, dinteles de concreto, bordes junto a los marcos de las ventanas, y otros lugares cercanos a los paramentos exteriores, con seguridad la condensación es la causa de la humedad.

Los papeles pintados ennegrecidos alrededor de la ventana indican que hay humedad condensada porque el frío proveniente del exterior tiene allí, a través del marco de la ventana, un camino corto hasta la cara interna de la pared. A veces este lugar tan crítico está cubierto por un ancho listón tapajuntas, pero debajo de éste la humedad se condensa tanto como en el papel.

Para solucionar esto, en la próxima renovación del empapelado se deberá pegar, debajo de éste, en el lugar afectado, una placa aislante de poliestireno expandido.

El agua condensada en el interior de la edificación puede acarrear dificultades en el exterior. A veces, por ejemplo, la pintura de la fachada —cuya función principal es impedir el paso de la humedad hacia adentro— presenta ampollas y exfoliaciones porque al ser demasiado gruesa e impermeable evita también el paso de la humedad depositada en los capilares de la mampostería hacia el exterior. La pintura actúa entonces como una pantalla, debajo de la cual se condensa la humedad interna, que la levanta y destruye.

Para remediar esta situación se debe eliminar la pintura existente y sustituirla por otra a la cal o similar, también hidrófuga,



pero que no cubre herméticamente la superficie de la pared. Igualmente puede producir humedad la falta de una buena capa aislante de la temperatura, confiando excesivamente en la capacidad que en ese sentido tienen los ladrillos huecos, pero el mortero de las juntas se constituye en un puente para el frío y aparecen marcas de agua en el revoque de ambas caras de la pared. En estos casos, lo que falta es un buen aislamiento térmico.

Anulación de las causas

Dado que las humedades por condensación dependen no sólo de la composición de los elementos de cerramiento, muros y cubierta, sino de las condiciones higrotérmicas del espacio que envuelven, deberá analizarse el conjunto antes de determinar cuál es el modo de actuación más adecuado.

De acuerdo con el tipo de humedad de condensación se determinarán las acciones:

De la condensación superficial interior

La reparación debe abordar la colocación de un aislamiento térmico que garantice los parámetros mínimos, según la zona climática, la carga interna del espacio y la máxima transmitancia del elemento (Figura 4.39).

Existen dos líneas distintas de actuación para este tipo de humedad; la primera, evitando que haya condensación, impidiendo que se alcance la temperatura de rocío sobre el muro, para lo cual se debe:

- a. Aumentar la temperatura superficial interior del cerramiento con la aplicación de una hoja exterior de material aislante, rellenando las cámaras de aire con espumas o colocando planchas aislantes por el interior del cerramiento.
- b. Disminuir la presión de vapor de agua del espacio bajo el supuesto de que se preserve su uso, para lo cual queda como recurso, disipar dicho vapor mediante la ventilación natural o mecánica.

La segunda, adecuando la superficie del cerramiento para la posible condensación, para lo cual se debe:

- a. Disponer de una superficie pulida e im-

permeable que no se vea afectada por el agua que se condensa sobre ella y que permita su secado y limpieza con relativa facilidad; esta acción contempla la preparación de la superficie para que el agua no le produzca lesión, puliendo el elemento a intervenir e impermeabilizándolo. Naturalmente esta actuación aduce al tratamiento de materiales con superficies porosas, que no pueden ser tratadas por medio del camino anterior.

- b. Proceder a impermeabilizar su superficie si el espacio lo admite mediante la aplicación de un acabado liso o pulido.

De la condensación intersticial

Si existiendo un adecuado aislamiento del conjunto se producen humedades por condensaciones intersticiales, habrá que hacer un análisis de la presión de vapor y temperatura de cada una de las láminas que conforman el cerramiento, para saber dónde se produce dicha condensación (Figuras 4.36, 4.37 y 4.38).

La actuación consiste en evitar que se alcance la temperatura de rocío en algún punto del cerramiento.

Se tienen tres posibilidades para ello:

- a. Aumentar la temperatura general en el interior de la sección del cerramiento. Habrá que anular los puentes térmicos.
- b. Disminuir la temperatura de rocío en la misma sección. Se podrá utilizar una barrera de vapor, en el caso de la condensación sobre tubería empotrada, habrá que protegerla con coquilla de espuma plástica o de fibra de vidrio, con barrera de vapor exterior, y volver a tapar.
- c. Disipar el vapor de agua dentro del cerramiento hacia el exterior donde se produce la condensación. Para ello se introduce una cámara de aire en el interior del cerramiento, ventilada hacia el exterior (fachadas y cubiertas ventiladas).

De la condensación higroscópica

Hay que deshacerse de las sales higroscópicas contenidas en el acabado del cerramiento.

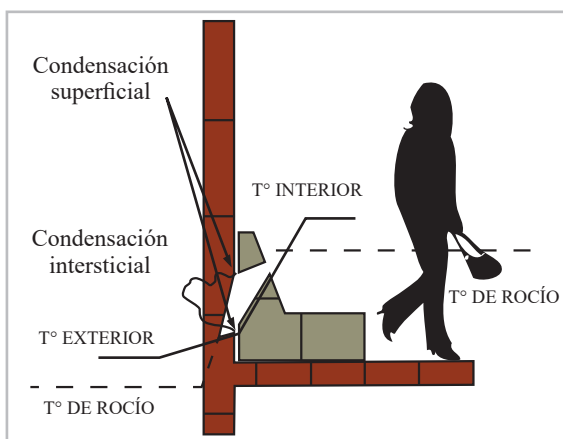


Figura 4.36 Condensación superficial e intersticial

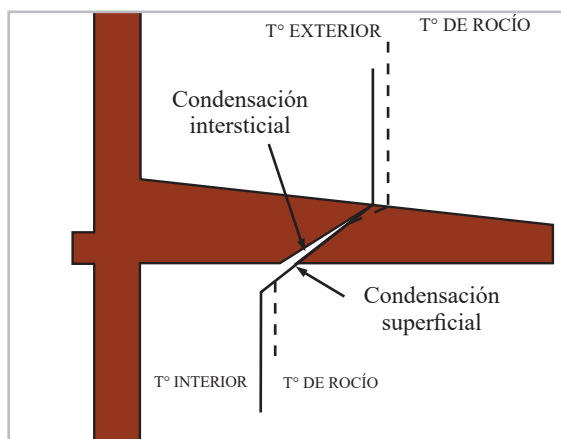


Figura 4.37 Condensación superficial e intersticial en cubierta

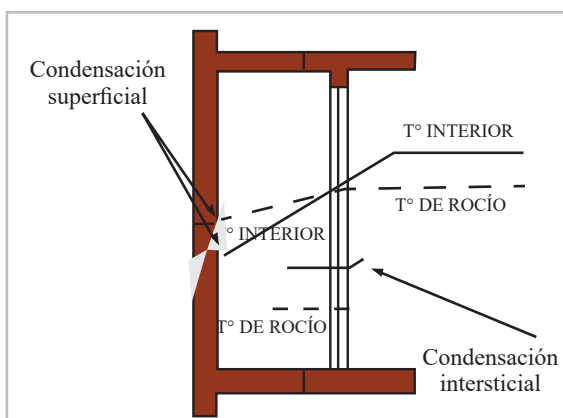


Figura 4.38 Condensación superficial e intersticial en clóset

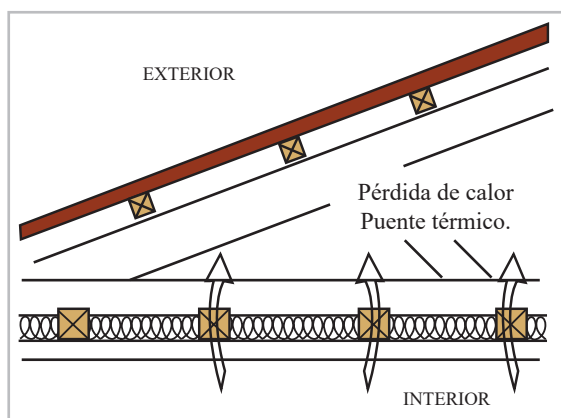


Figura 4.39 Puente térmico

Para ello:

- Eliminar la capa de repello o revoco que aloja las sales, demoliéndola y saneándola.
- Proceder, con base en algún sistema controlado, a humedecer el repello o revoco para disolver las sales higroscópicas.

Reparación del efecto

La edificación necesita de un correcto aislamiento térmico de los elementos de cerramiento que están en contacto con el exterior, ya sean techos, muros y ventanas, mediante materiales para este fin colocados correctamente en las cámaras de ventilación o aislamiento y en las cubiertas; las ventanas

requieren de una lámina interior que realice rotura térmica en la propia perfilera.

Los casos de manchas o desprendimientos sobre superficies porosas a causa de la condensación por el incremento del aislamiento, o aumento de la ventilación, tendrán que repararse mediante la reposición de los acabados en cuestión. Si por el contrario la superficie interior ha sido impermeabilizada, dicha actuación constituye de por sí la reparación del efecto.

El tratamiento fundamental contra este tipo de humedad es mejorar las condiciones de ventilación de los espacios, para renovar la masa de aire y evitar el incremento de la humedad relativa. También es recomenda-



ble en los casos posibles, sustituir los acabados con superficies de materiales de alta conductividad térmica por otros de mejores propiedades aislantes, de modo que se reduzca la diferencia de temperatura entre el muro y el aire.

Recomendaciones

Se aconseja, siempre que se pueda, aislar o ventilar el espacio, o en su defecto el uso de deshumificadores, los cuales mejoran temporalmente los problemas de condensación.

Para los casos de condensación superficial interior, se podrá aumentar la temperatura interior a través de la superposición de elementos de aislamiento, teniendo en cuenta el grado de afectación de los mismos; para disminuirla, se optará por la adopción de ventilación natural o mecánica.

Cuando la temperatura interna de la pared alcanza el punto de condensación, se forman gotas de agua. Estas gotas humedecen los materiales de acabado y la solución para este problema sería una combinación de lo siguiente:

- Ventilación: Reducir la cantidad de vapor de agua en el aire.
- Aislamiento: Evitar que el aire del interior alcance el punto de condensación.
- Retardante de vapor: Evitar que el aire penetre en la estructura de la edificación.

a. Ventilación. Hay dos formas posibles: ventilación natural y ventilación mecánica.

El proceso de ventilación natural implica la salida y entrada de aire a la edificación. Puede llevarse a cabo a través de ventanas, ventiladores y pozos de aire. No olvidar que se debe adaptar la ventilación al tipo de actividades que se realizan en cada ambiente en particular. Bañarse, cocinar y lavar la ropa producen más humedad que otras actividades por lo que es necesario evacuar la humedad de la edificación para obtener un clima interior agradable (Figuras 4.40, 4.41, 4.42 y 4.43).

La ventilación mecánica implica la salida y entrada de aire en la edificación por medios mecánicos. Los sistemas de ventilación mecánica están equipados con motores eléctricos que activan ventiladores; el aire es puesto en movimiento y es renovado en toda la edificación. Los sistemas de ventilación mecánica aseguran la circulación permanente del aire dentro de él; gracias al nivel de adaptación del aire puro, la circulación no depende de condiciones climáticas externas. El objetivo del sistema es siempre lograr un equilibrio entre la eficiencia del equipo (suficiente aire puro, suficiente movimiento de aire) y una pérdida mínima de calor.

b. Aislamiento. Una vez que está debidamente instalado, y siempre que el material tenga las características y el grosor adecua-

do, éste eliminará los problemas de condensación en superficies frías. El material colocado deberá por lo tanto minimizar el riesgo de daños por agua en los muros y el cielo raso, brindar eficiencia térmica, la cual reduce pérdidas o incrementos de calor no deseados desde los equipos y tuberías. Esto resulta en un menor consumo de energía, cuentas de gas más baratas y una reducción en la transmisión de calor a través de los muros o paredes.

El aislamiento no sólo ayuda a controlar el flujo de calor en la edificación sino que permite controlar el movimiento de la humedad y vapor de agua que genera una familia, o el personal de una oficina durante sus actividades diarias.

c. Retardante de vapor. Para reducir la posibilidad de condensación en la parte interna del material de superficie se puede utilizar lana de vidrio como complemento al sistema aislante, la cual no sólo actúa como retardante de vapor, sino que brinda aislamiento térmico y acústico.

La humedad relativa dentro de una edificación dependerá del porcentaje de humedad del aire exterior, la frecuencia de ventilación, el nivel al cual se pierde la humedad a través de los muros de ésta y el porcentaje de humedad que se incorpora al aire dentro de ella. El aire en el exterior depende de la estación de que se trate; así, la humedad relativa varía mucho de invierno a verano.

Para evitar que se presenten humedades por condensación suele también recomendarse las siguientes acciones:

- Colocar en la cara caliente del elemento una eventual barrera de vapor.
- Instalar en la cara fría del elemento aislantes térmicos, salvo que estos posean una elevada resistencia a la difusión del vapor de agua.
- Posibilitar la eliminación de vapor de agua hacia el exterior si las capas cercanas a la capa fría son de menos resistencia a la difusión del vapor. Sin embargo, la capa externa debe ser suficientemente impermeable a la lluvia.
- Colocar ventilación al exterior a todo ele-

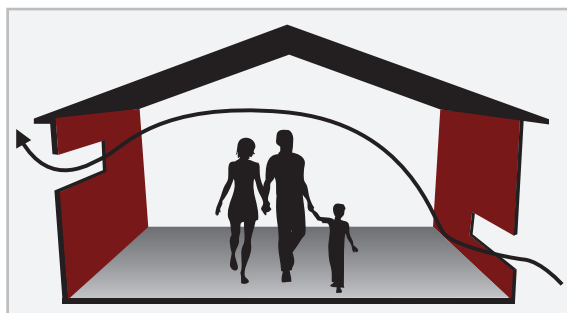


Figura 4.40 Ventilación cruzada

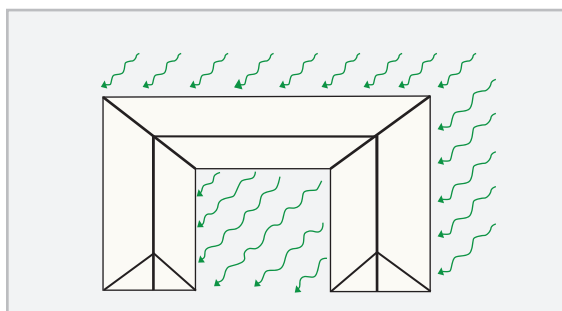


Figura 4.41 Incidencia del viento en la edificación

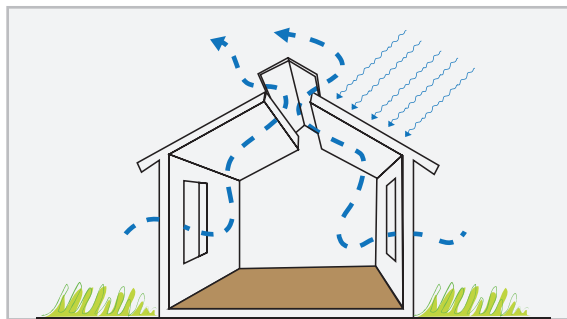


Figura 4.42 Extracción superior

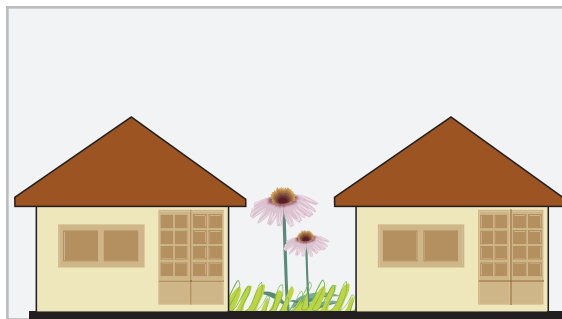


Figura 4.43 Patios interiores

mento o actividad que pueda aportar vapor de agua al ambiente de la edificación (calefactores de gas, lavado, secado y planchado de ropas, cocina, duchas, etc.).

¿Pero cómo tratarla si no se tuvieron estas consideraciones a tiempo? Utilizando alguno de los siguientes productos:

- Un revoque hidrófugo
- Pintura o barniz impermeabilizante
- Revoque monocomponente hidrófugo, a base de dispersión de resinas sintéticas
- Fibra de vidrio impregnada y reforzada con resinas acrílicas entre dos capas de revoque hidrófugo
- Lámina de poliéster copolimerizado entre dos capas de revoque hidrófugo.

Finalmente, ¿cómo pueden prevenirse las humedades por condensación? (Figura 4.44). A continuación se encuentran algunos consejos que pueden tenerse en cuenta para evitar que se produzca humedad por condensaciones en las edificaciones:

- Garantizar la ventilación correcta y la aireación de los espacios.
- En el caso de las habitaciones, es conveniente que posean ventilación cruzada interior, generando circulación y renovación de aire en todos los sectores de la vivienda (Figura 4.40).
- Un buen asoleamiento de la edificación disminuye posibles condensaciones.
- Toda actividad que pudiese generar vapor de agua al ambiente de la vivienda, deberá tener ventilación hacia el exterior (calefactores de gas, lavado, secado y planchado de ropas, cocina, duchas, etc.).
- Evitar la formación de puentes térmicos en muros, pretilas, azoteas y techos.
- Disponer de buen sistema de calefacción, erradicando estufas a butano.
- Correcto empleo de elementos aislantes, ventilaciones y barreras de vapor.
- Si la humedad de las paredes se debe a la condensación, una vez limpia y seca, es preferible pintarla con pinturas especiales anticondensación.

HUMEDAD ACCIDENTAL O DE USO

Las filtraciones producto de las fugas en las redes no sólo afectan a la edificación y al usuario, sino que también pueden llegar a incidir en el suministro del agua potable en la ciudad en épocas de baja captación de la misma, por disminución del volumen de ésta en el sitio de la bocatoma.

Igualmente muchos de los procesos patológicos que suelen presentarse en las edificaciones y que limitan la vida útil de las partes del sistema hidrosanitario son producto de que no se haya tenido en cuenta el mantenimiento desde la etapa de proyecto, lo cual también dificulta la toma de decisiones en cuanto a la factibilidad de mantener, reparar o sustituir.

La prevención en este tipo de humedades es una de las más claras y sencillas; unas pocas medidas sirven para evitar las causas de daños o deterioros que son de origen mecánico, debidas a acciones exteriores o esfuerzos propios, y las de origen químico que generan corrosión en elementos estructurales o no estructurales.

En las edificaciones se presentan filtraciones producto del funcionamiento u operación de los sistemas y redes de abastecimiento de agua potable, de evacuación de aguas servidas y de agua lluvia. Un buen porcentaje de estas filtraciones son causadas por los sistemas hidrosanitarios, debido a las fallas, a los desperfectos que en estos tienen lugar durante la prestación del servicio, y que al encontrarse generalmente soterrados o empotrados el usuario rara vez puede tener noción de su comportamiento hasta cuando se produce el fallo.

Muchas veces en los casos de filtraciones resulta más complicado detectar el punto preciso de las mismas que repararlo; esto se debe a que el agua impregna los muros y el relleno de los pisos o de los entrepisos, apareciendo las manchas en puntos alejados al sitio en donde se produjo la rotura de la tubería. La filtración se manifiesta con intermitencias en cuanto a valores alcanzados en distintos días y horas e igualmente las zonas

de aparición pueden ser más o menos extensas, con valores de humedad muy disímiles en cuanto a su distribución en los muros, pisos y losas, dado que ésta dependerá de su fuente.

Existen numerosos problemas de humedad originados en ingresos accidentales de agua producto de:

- Una rotura o fisura de una tubería, de las uniones, de las ramificaciones con codos, téns, curvas etc., que generan filtraciones, debilitamiento de la superficie, abultamiento, englobamiento de la pintura, eflorescencias y disgregación del material. En el peor de los casos es una entrada franca de agua que se puede palpar.
- Los muros medianeros, la unión de muros con techos con pendiente, el desborde de canales y bajantes.
- La unión entre la taza y el desagüe, la taza y el tanque de aparatos sanitarios (inodoros, bidés), la pérdida de sello o pastina en uniones horizontales de bañe-

ras, etc. que pueden ser causa también de humedad.

Cuando se tienen problemas de humedad hay que realizar un muy buen diagnóstico de éstos. Golpee la pared y escuche el ruido en derredor de la mancha, utilice un detector de metales para identificar la presencia de tubos, o un detector de humedades, haga pruebas con agua, sea muy observador los días de lluvia, revise cada opción que se le ocurra antes de comenzar a romper. Sepa que una evidencia de humedad puede estar a muchos metros respecto de su origen. El agua corre pegada a diferentes conductos ya sean estos eléctricos, de comunicaciones o de aireación. Cuanto más claro se tenga el origen, más fácil será la estrategia para solucionarlo.

Evidencias

Las humedades accidentales o transitorias se manifiestan por la aparición de man-

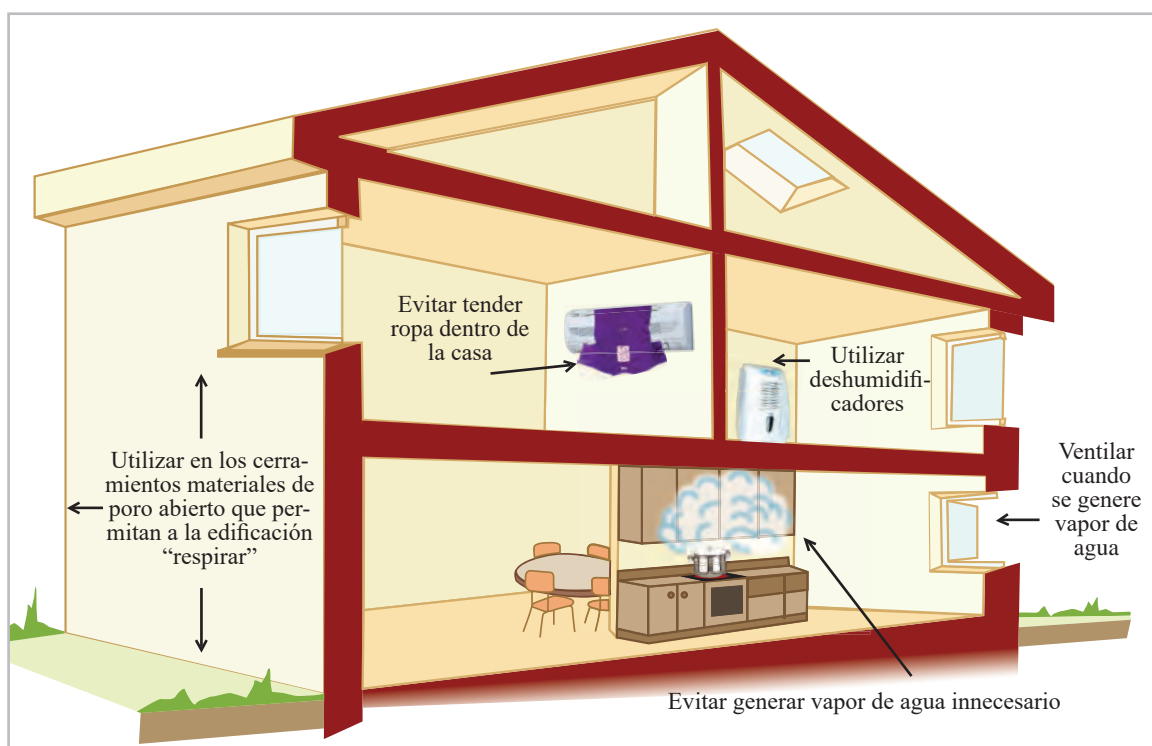


Figura 4.44 Protección frente a la humedad - Modos de eliminarla

chas negras o blancas, o con polvo de humedad en muros y techos con forma circular alrededor del punto de rotura o manchas de forma alargada que coinciden con la dirección del conducto afectado. Si continúa la salida de agua, la mancha llegará a gotear en un punto que esté próximo a la rotura, ocasionando destrucción de enlucidos, revocos y enfoscados, desprendimientos de partes dañadas por falta de adherencia en paramentos y cielo rasos con humedades, síntomas de disgregación superficial en morteros, saturación de la fábrica de ladrillo, aparición de eflorescencias por el transporte de sales desde el interior de los elementos lesionados a la superficie, putrefacción de la carpintería de madera. Si la situación no se corrige, el ingreso de agua en la edificación causa debilitamiento estructural y hasta puede producir fisuras, fracturas o desprendimientos.

Anulación de las causas

La solución a este tipo de humedad suele ser puntual: se localiza el sitio preciso de la filtración y se reconoce su causa para entonces proceder a su reparación. En ocasiones resulta ser una intervención sencilla, eliminar la obstrucción de un conducto, reemplazarlo, etc., en otras ocasiones requiere trabajos de mayor envergadura como sustituciones parciales o totales que obligan a una reparación integral, con el cambio de todo el conjunto del sistema.

A continuación una guía para detectar posibles ingresos de humedad accidental en la edificación o en una de sus partes:

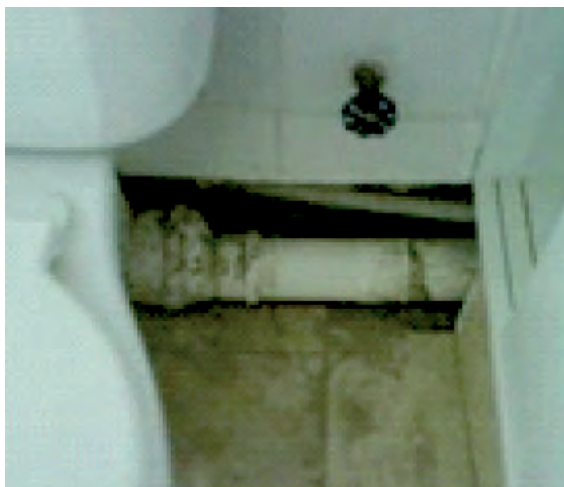
- Verifique si existe alguna gotera oculta. Primero, cierre los grifos, desconecte todos los aparatos que requieren de agua y no utilice los inodoros por una hora. Luego, registre la lectura del medidor de agua. Si el indicador de caudal (botón giratorio romboidal o triangular) está girando o la lectura del medidor se ha modificado mientras no se ha utilizado agua, probablemente haya una tubería averiada.
- Si la posible fuga procede de la red sanitaria, chequee aparato por aparato, adi-

cionándole al agua azul de metileno o algún colorante para cuando la mancha aparezca nuevamente se pueda identificar de cuál aparato proviene la filtración.

- Verifique en los planos hidráulicos y sanitarios, si los tiene, el recorrido de las redes de cada uno de ellos en la edificación o en la parte de ella donde se ha presentado la filtración o la posible fuga.
- Aísle los diferentes tramos, cierre las llaves de paso, analice la situación como si fuera un procedimiento científico. La presencia de agua puede manifestarse a gran distancia.
- Imagine los posibles recorridos. Sea minucioso, observe y estudie qué sucede al día o días siguientes.
- No se deje guiar por personal que le indique como primera medida picar revocos o retirar baldosa o enchapes.
- Si sospecha de riegos excesivos, falta de mantenimiento en terrazas, cubiertas, etc. simule lo provocado con una manguera y estudie el resultado. Vale más retrasar unos días los trabajos a renovar los acabados de toda la edificación.
- Analice los caudales, la época del año, los tiempos de aparición, el olor, el color del agua para imaginar su procedencia. Estudie los cambios en los linderos de las edificaciones.
- Analice las formas de los elementos de fachada. Es común el ingreso de agua cuando la película de agua que corre verticalmente por un muro se encuentra repentinamente con una cornisa o reborde.

En el momento en que ya no exista humedad deben retirarse aquellos materiales que han perdido cohesión o están disgregados. Debe golpearse la superficie con el nudillo de los dedos de la mano; si suena hueco o se observa que el sonido difiere del material que está alrededor, retírelo, píquelo y rehágalo. Luego de esto puede proceder como si fuera nuevo.

Las roturas de las tuberías de conducción de agua potable pueden ser producidas por la corrosión o el deterioro del material. Cuan-



do ocurren con cierta frecuencia el único remedio radical es su renovación, utilizando materiales incorruptibles como el cobre y el plástico.

En los países o regiones de invierno riguroso las roturas de las tuberías de conducción de agua se producen frecuentemente como consecuencia del congelamiento del agua depositada en el interior de las mismas. Son afectadas en especial las tuberías empotradas en los muros o paredes exteriores, las colocadas en sótanos muy fríos, las válvulas y demás instalaciones ubicadas fuera de la edificación.

Las roturas pueden producirse en cualquier momento del período frío, cuando la presión ejercida por el aumento de volumen del agua helada es mayor que la resistencia del metal del tubo. Pero muchas veces la rotura se nota recién hacia el final del invierno, porque hasta entonces el hielo la mantiene cerrada.

Si sólo están amenazados por la congelación algunos tramos de la tubería, éstos pueden vaciarse y cerrarse. Si ello no fuera posible, se abre un poco la válvula de salida para que el agua siga en movimiento y le sea así más difícil congelarse.

Las cajas de conexión o las que contienen válvulas, expuestas a la intemperie, se llenarán con un material aislante, como turba o aserrín, y las cañerías en los sótanos se proveerán de un aislamiento térmico especial o, por lo menos, se envolverán provisio-

nalmente con paja, frazadas o bolsas viejas. En el caso de los sótanos también debe cuidarse de cerrar bien las ventanas y obturar las rendijas.

Las tuberías congeladas deben deshelerse lentamente y con cuidado, abriendo la válvula de salida y calentándolas desde ese punto con paños embebidos en agua caliente que se renuevan continuamente. Si se utiliza un soplete, se debe evitar que la tubería se rompa al ser sometida a las tensiones creadas por las grandes diferencias de temperatura.

La eliminación de las causas estará asociada a su origen; puede ser por rotura por sobretensión, por acción mecánica o por corrosión.

a. Rotura por sobretensión. Si los conductos no han sido colocados con la holgura suficiente para su correcta dilatación y contracción, habrá que introducirla una vez cambiada la pieza rota. La introducción de holgura es fundamental en el encuentro con elementos estructurales y en todo tipo de cruces, empalmes y piezas de encuentro entre los conductos de la red o redes.

b. Rotura por acción mecánica. Se trata de evitar la acción directa de los movimientos de la obra sobre el conducto. Habrá que proteger mediante elementos rígidos y protecciones metálicas.



c. Rotura por efectos de corrosión. Se debe efectuar un estudio concreto de la causa de la corrosión:

- Si se trata de un problema de constitución de la propia tubería, habrá que cambiar todos los conductos que estén en la misma situación.
- Si el problema está en la aparición de un par galvánico, habrá que introducir un manguito aislante entre los dos elementos que lo forman.
- Si la corrosión aparece por la superficie exterior del conducto por acumulación de humedad, se procederá a la limpieza total de la superficie e independencia de toda la tubería de dichos ataques mediante su protección con coquillas.

Reparación del efecto

Es costumbre reparar los daños producidos sin haber detectado el origen del problema, craso error porque el goteo o la mancha con el tiempo volverán a presentarse debido a que la causa o las causas no han sido corregidas.

Anulada la causa o las causas se procede a reparar la superficie, teniendo en cuenta que para cada una de ellas se hayan corregido las acciones que las originaron; además de que previamente se haya impermeabilizado la estructura o la base del soporte.

Recomendaciones

Las medidas de prevención en este tipo de humedad están orientadas a evitar que

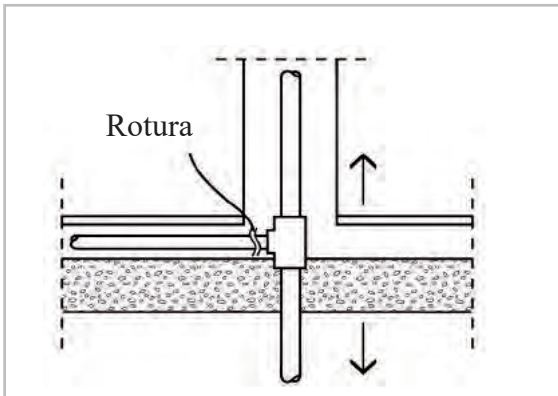


Figura 4.45 Unión rígida

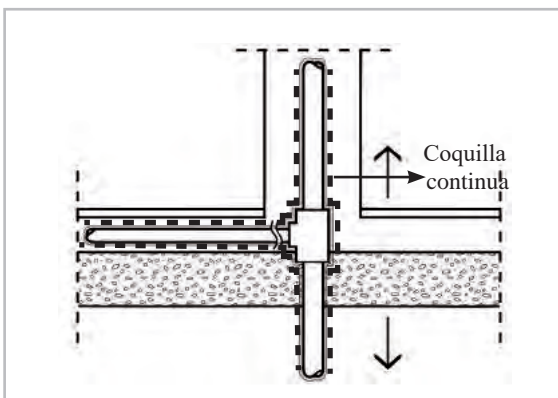


Figura 4.46 Holgura en todos los sentidos

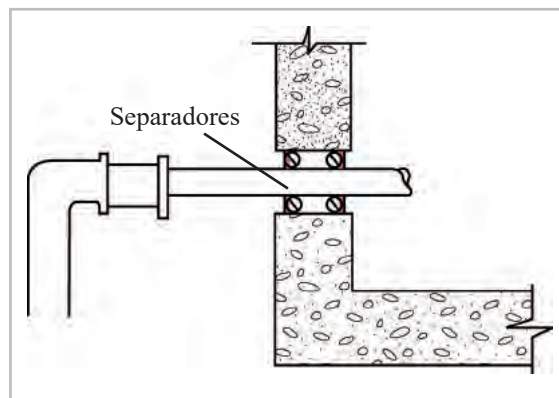


Figura 4.47 Reparación del efecto

se presenten lesiones o roturas de orden mecánico y químico, las primeras por acciones externas o esfuerzos propios y las segundas por corrosión de los conductos.

a. De orden mecánico. En relación con las causas mecánicas producto de los movimientos de los elementos constructivos adyacentes o de los movimientos de dilatación y contracción del propio conducto, la solución está en introducir una holgura suficiente entre el tubo y la sujeción; si ésta es continua y se encuentra empotrada en un elemento de cerramiento horizontal o vertical, la holgura se obtendrá mediante la instalación de una coquilla continua de espuma plástica de PVC o de fibra de vidrio, o incluso rígida que permite, por una parte, su dilatación y contracción y, por otra, que no se vea afectada por el movimiento que puedan tener los elementos de cerramiento.

Si la sujeción es puntual, la coquilla se instala bien sea en la abrazadera o en un elemento estructural, columna, viga o losa. En este caso se puede recurrir a colocar pasatubos en el momento de fundición del elemento; éstos pueden ser de PVC o de metal de diámetro mayor que el tubo o conducto. Cuando las tuberías están a la vista y por lo tanto al alcance de posibles impactos por el paso de personas o de vehículos hay que protegerlas de modo continuo; si están a nivel de piso con tuberías metálicas de mayor diámetro o puntual, si están sobre muros. En este caso la protección se puede reducir a las partes bajas mediante tubos de acero o de hierro fundido de diámetro mayor o por medio de rejas.

b. De orden químico. En relación con las causas de orden químico hay que diferenciar dos tipos de casos: las que tienen origen por una agresión externa o por una agresión interna. Para prevenir agresiones externas se debe proteger todos los tramos de la tubería contra la corrosión mediante el uso de productos fabricados con este fin, incluso se recomienda que si la tubería va a estar embebida en mortero o en concreto también se le

proteja con este tipo de productos. Además de esta protección directa sobre la tubería es conveniente colocar una coquilla continua de espuma para evitar posibles contactos con materiales que sean agresivos y estén próximos a ellas, como el yeso. También hay que evitar el contacto directo de la tubería con las abrazaderas cuando éstas sean metálicas, colocando aislantes entre ellas.

Para prevenir la corrosión interior producto de los fluidos que circulan a través de las tuberías o la posibilidad de que se presenten pares galvánicos se debe analizar, en primer lugar, la posible agresión química del fluido hacia la tubería para garantizar su ausencia e instalar manguitos aislantes entre los materiales metálicos de distinto potencial para que no exista ningún contacto entre ellos.

HUMEDAD DE OBRA

La coloración de los materiales, la fabricación de pastas y morteros, los concretos, etc., tienen un proceso de secado muy lento. Al ocupar la edificación sin haber concluido este proceso, la producción de vapor propia del uso dificulta el secado; así mismo, la aplicación de revestimientos decorativos impermeables lo obstaculizan. Se pueden llegar a formar zonas húmedas, generalmente en caras inferiores de las losas de entrepiso o de cubierta, por filtración y distribución de la humedad en ellas.

Este tipo de humedad se descarta en edificaciones no recientes, puesto que sólo puede aparecer al terminar la obra. No obstante, es fácil confundirla con humedades de condensación o de capilaridad, por lo que en estos casos se debe realizar un estudio acerca de la posibilidad de condensación y comprobar también la humedad por capilaridad. Como medida general, se debe asegurar que el cerramiento se mantenga seco durante 30 días después de terminado el secado, a pesar de seguir el espacio en uso o de presentarse un nuevo período de lluvias. Sólo entonces se podrá confirmar si la humedad era de obra o no.

El secado de las obras nuevas tarda a menudo más de lo que generalmente se supone. De gran influencia, en este sentido, son la estación del año y el estado del tiempo durante la construcción, el espesor del componente o elemento y el tipo de edificación. Hasta que la obra esté completamente seca pueden transcurrir un año.

Evidencias

Cuando hay humedad de obra no hay manchas aisladas, sino una inusitada humedad general: papeles pintados desprendidos; moho negruzco cerca de las paredes exteriores y de los pisos; maderas hinchadas en las ventanas, puertas y muebles; enchapados alabeados, etc.

En los revestimientos, la humedad suele surgir como consecuencia de la aplicación de un acabado superficial antes de conseguir el secado suficiente del soporte; por lo tanto, por principio, la reparación se encaminará al adecuado secado de dicho cerramiento, ya sea éste horizontal o vertical a fin de alcanzar su correcto equilibrio y posteriormente a reponer el acabado.

Anulación de las causas

Para efectos de reparación, el primer paso es analizar si el acabado debe o no eliminarse; si la aplicación de dicho acabado se hizo con premura al tiempo de secado y trajo consigo la imposibilidad de aireamiento por la aplicación del revestimiento, el cual produjo una barrera, lo que debe hacerse es el correspondiente picado de la pintura o levantamiento de ésta, según proceda, dando lugar a que el secado se haga bien sea a través de ventilación natural o por ventilación artificial.

Para el proceso de secado hay que considerar: el grado de humedad existente, el tiempo de que se dispone para la reparación, el ambiente climático (humedad relativa), los medios económicos con que se cuenta.

Para los casos que no se considere indispensable el levantamiento del revestimiento (sólo aconsejable en algunos enchapes), debe tenerse en cuenta que la intervención

puede no garantizar la eliminación completa de la humedad, por lo que resulta muy aconsejable la exclusión parcial o total del revestimiento de la zona afectada. Una vez conocido el porcentaje de humedad contenido y en función del material y tipo de pintura, podrá darse paso al secado a través de medios artificiales, con calefactores, deshumidificadores y electroósmosis o a través de la ventilación natural, mediante aireamiento.

a. Aireación natural: El tipo de secado por ventilación natural se realiza haciendo una serie de agujeros uniformemente distribuidos en la zona húmeda, con los cuales aumenta la superficie de evaporación y la aproxima al núcleo del elemento, donde suele estar más concentrada la humedad. Si la aireación es temporal, basta con el orificio practicado directamente, que después se cubre al rehacer el acabado. Si se pretende dejar la aireación permanente deberemos introducir unos tubos perforados que permitan el secado continuo.

b. Secado artificial: El secado artificial se hace mediante la extracción acelerada de la humedad. Existen varios procedimientos, de los cuales los más corrientes son:

- **Los calefactores:** Que proyectan aire caliente sobre la superficie del cerramiento.
- **Los deshumidificadores:** Que absorben la humedad.
- **La electroósmosis:** Que evita el ascenso de agua de capilaridad y elimina la humedad a base de hacerla pasar a otro elemento en contacto con el cerramiento, normalmente el terreno próximo, mediante la creación de una “pila electroosmótica”.

Para corregir la humedad de obra se tratará de acelerar el secado de la construcción mediante una calefacción exagerada, apartando además los muebles de las paredes unos 20 o 30 centímetros, para facilitar la circulación del aire caliente por las habitaciones. Esto no significa, sin embargo, que

deba exagerarse la ventilación de los ambientes durante el tiempo seco.

El moho y las eflorescencias en el revoque se eliminan cepillándolos reiteradamente en seco, y los papeles desprendidos se reponen después que todo se haya secado.

Hasta ahora, el mantenimiento y saneamiento de edificaciones con problemas de humedades sólo se podía resolver mediante obra. Actualmente se ha desarrollado una nueva técnica de secado, que se basa en el principio físico de la electroósmosis, y permite solucionar los problemas de humedad ascendente sin ningún tipo de obra y sobre cualquier clase de material poroso, como hormigón, ladrillo, piedra natural o muros mixtos.

El principio de la electroósmosis dice que si se conecta una corriente eléctrica a los extremos de un capilar, se desplaza el líquido del polo positivo al polo negativo. Este principio es aplicado por la técnica deshumidificadora de muros de AQUAMAT®. Gracias a ello, el equipo deshumidificador AQUAMAT® es capaz de devolver la humedad a la tierra (Figura 4.48).

Para ello se carga el muro de energía positiva, el polo negativo es la tierra. En cuanto se instala y activa esta técnica, comienzan a desplazarse las moléculas de agua de vuelta hacia la tierra. El agua fluye del muro, cuya carga es positiva, a través de los capilares, a la tierra, que hace de polo negativo, y el resto se evapora.

De esta manera se consigue secar los muros, eliminando las humedades de capilaridad en sótanos, plantas bajas y el suelo de la vivienda de manera definitiva. Esta nueva tecnología de AQUAMAT® permite la posibilidad de secar muros y sótanos, de manera fácil y sin obra.

Reparación del efecto

Al eliminar la causa de la lesión, se podrá proceder a la corrección del efecto. Si se había optado por retirar el acabado afectado y causante de la lesión, basta con limpiar y disponer la superficie que se va a re-

componer. Si se trata de un área localizada, la sugerencia es llegar a alguna junta, para resolver el aspecto estético de la zona tratada. De cualquier modo, la aplicación del nuevo acabado debe ceñirse a las normas de correcta ejecución y ajustarse a las especificaciones pertinentes.

La prevención consistirá en asegurarse de que el cerramiento en cuestión está suficientemente seco cuando se le vaya a aplicar el acabado correspondiente.

HERRAMIENTAS DE DETECCIÓN DE HUMEDADES

Para contribuir a la conservación de las edificaciones se han diseñado sistemas de detección de filtraciones de agua que son de gran ayuda para identificarlas. Estos sistemas pueden ser activos o pasivos.

Sistemas pasivos de detección de filtraciones

Estos sistemas, también llamados “alarmas de agua”, están diseñados para alertar sobre una posible filtración de agua. Se caracterizan por:

- Ser sistemas conformados por unidades autónomas que funcionan con batería. Tienen un sensor de humedad en la parte inferior del equipo que activa la alarma cuando éste se humedece; la alarma puede ser sonora o lumínica (producir una luz intermitente).
- Los detectores de agua son económicos y fáciles de instalar. Se pueden colocar sobre el piso o montar sobre los muros.
- Deben ubicarse en zonas de alto riesgo como, por ejemplo, debajo de fregaderos y cerca de los aparatos o equipos que utilizan agua.
- Este dispositivo es ventajoso sólo si hay alguien dentro de la edificación que escuche la alarma y actúe.

Los dispositivos que funcionan con batería necesitan ser verificados regularmente y las baterías deben remplazarse periódicamente.

Sistemas activos de detección de filtraciones de agua

Estos sistemas habitualmente generan algún tipo de alarma, pero también realizan una función que detendrá el flujo del agua a partir de una válvula de cierre y un medio para determinar que hay una gotera. La mayoría de los dispositivos usan sensores de humedad para detectar una filtración. Otros sistemas utilizan un sensor de caudal y un temporizador para determinar que algo está filtrando y que es necesario cerrar el agua. Un sistema activo de detección de filtraciones puede operar para un dispositivo individual o puede controlar toda una propiedad.

Sistemas para aparatos individuales.

Estos sistemas están diseñados para detectar una filtración en un aparato específico ya sea un electrodoméstico, como una lavadora de ropa o de platos, y en caso de que haya una gotera, cortan automáticamente el suministro de agua.

Dependiendo del tipo de dispositivo, este sistema se puede instalar sin necesidad de usar herramienta específica. Sin embargo, probablemente requiera de la asistencia de un plomero calificado.

Sistemas para toda la edificación. Los sistemas para toda la edificación cortan el servicio principal de agua al detectar una filtración; cuentan con una válvula de cierre que se instala en la tubería principal del suministro de agua; cuando detecta una gotera, el sistema automáticamente corta el suministro de agua por completo.

Esta válvula generalmente requiere servicio eléctrico de 115 voltios. Algunos modelos cuentan con una batería de emergencia cuando hay fallas en la energía. Por lo general, los sistemas de detección de filtración de agua para toda la edificación requieren de cuatro a seis horas para su instalación.

Algunos sistemas que utilizan sensores de filtraciones también tienen sensores de temperatura. Si la temperatura en el (los) sensor(es) de la edificación desciende por debajo de una temperatura específica, el sistema de detección enviará una alarma y cerrará la válvula de servicio para disminuir o prevenir los daños si las tuberías congeladas se revientan.

Para garantizar su buen funcionamiento se recomienda que periódicamente se realicen pruebas y limpiezas al dispositivo o sistema.

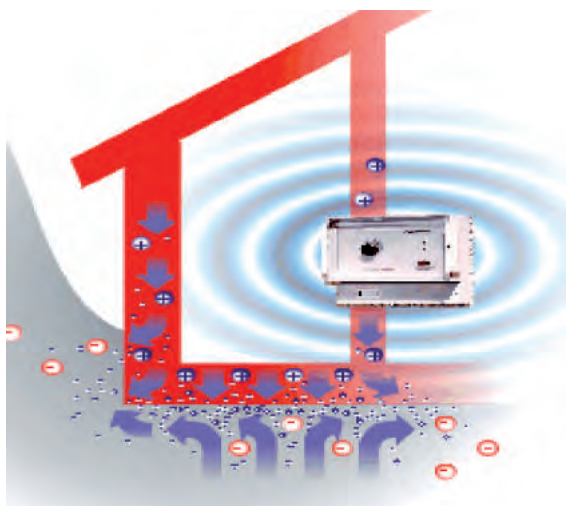


Figura 4.48 AQUAMAT®, deshumidificador de muros y sótanos