

## El aire y la suciedad en los sistemas de climatización y refrigeración

**Marco y Mario Doninelli**

Ingenieros del estudio S.T.C. Industrial. Caleffi – Grupo CVCC

*En este artículo examinaremos los principales problemas y soluciones relativos a la presencia de aire y suciedad en los circuitos de agua para climatización y refrigeración. Son problemas y soluciones que han variado mucho a lo largo del tiempo, sobre todo por la evolución continua de la técnica y de las prestaciones que se exigen a las instalaciones. En primer lugar, veremos las técnicas utilizadas*

*en las antiguas instalaciones para eliminar el aire, cuando la suciedad no se consideraba un enemigo temible. Luego analizaremos los daños que pueden causar el aire y la suciedad en las instalaciones actuales. Daños que, por las razones que expondremos, son mucho más graves que los que podían sufrir los sistemas antiguos. Por último, señalaremos los medios disponibles para combatir la presencia de aire y suciedad, dos agentes muy peligrosos que pueden comprometer no solo el funcionamiento de las instalaciones sino también su duración.*



En las instalaciones consideradas, la presencia de aire se debe principalmente:

- ▶ Al aire no expulsado durante la carga, atrapado en cavidades en la parte superior de los radiadores o en tubos colocados en contrapendiente.
- ▶ Al aire disuelto en el agua con la cual se ha cargado la instalación, en forma de iones y moléculas.
- ▶ Al aire aspirado por zonas que funcionan en depresión. Este aire entra en la instalación, en vez de salir de ella, a través de los sistemas normales de purga.

La presencia de impurezas se debe:

- ▶ A los residuos dejados por los trabajos de instalación y por los componentes del sistema. Esta suciedad consiste en material de empaquetadura (cáñamo, cintas de teflón) y desprendimientos de los materiales empleados (rebabas metálicas, arena de fusión, grumos y escamas de pintura).
- ▶ A la oxidación de las superficies metálicas por acción del oxígeno presente en el aire.

### AIRE Y SUCIEDAD EN LOS ANTIGUOS SISTEMAS DE CIRCULACIÓN NATURAL Y VASO ABIERTO

En las antiguas instalaciones con circulación natural y vaso abierto, que aún hoy se pueden encontrar en uso, la presencia de aire y suciedad se resolvía de modo aceptable con las siguientes técnicas:

#### AIRE

Se eliminaba directamente de las redes de distribución. En aquellos tiempos no se disponía aún de dispositivos que pudieran hacer esta operación de modo autónomo.

Las redes de distribución se realizaban con columnas dotadas de respiraderos, tubos horizontales tendidos con pendientes adecuadas, curvas amplias y empalmes que evitaban la acumulación de burbujas de aire.

#### PURGA DE LAS COLUMNAS

Se realizaba prolongando las columnas de impulsión hasta superar el nivel del vaso de expansión. Generalmente se conectaban al vaso de expansión para impedir vertidos de agua en caso de sobrecarga de la instalación.

#### INCLINACIÓN DE LOS TUBOS HORIZONTALES

Todos los tubos horizontales se tendían con una pendiente de 1,0 a 1,5%.

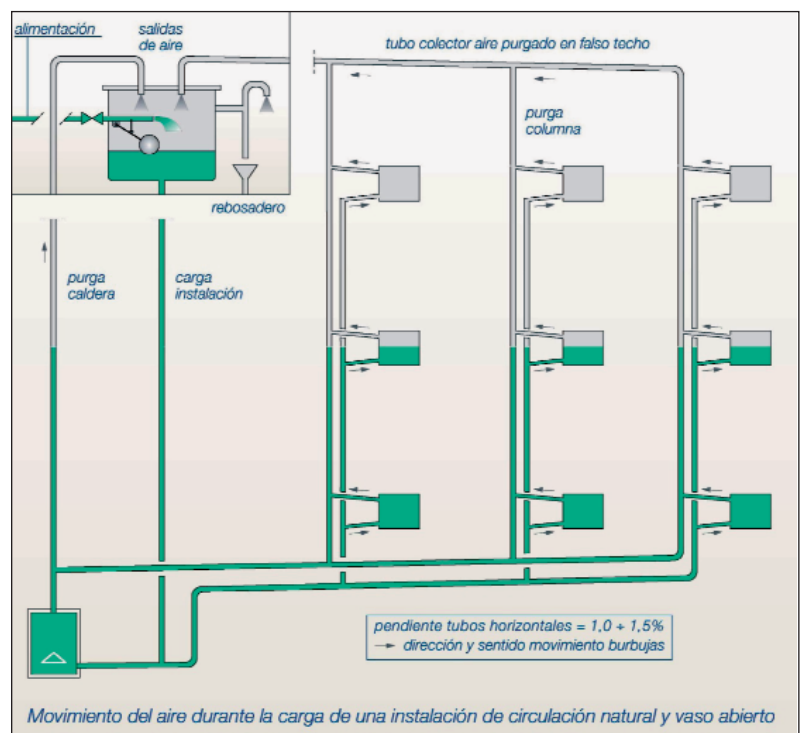
En razón de la baja presión estática de estos sistemas y, por lo tanto, de las bajas velocidades del líquido, esto era suficiente para evitar la acumulación de burbujas de aire en los tramos de red horizontales, las cuales podían reducir parcial o totalmente el paso del líquido.

#### CAMBIOS DE DIRECCIÓN

Se realizaban curvas amplias, con radios no inferiores a 1,5-2,0 veces el diámetro de los tubos.

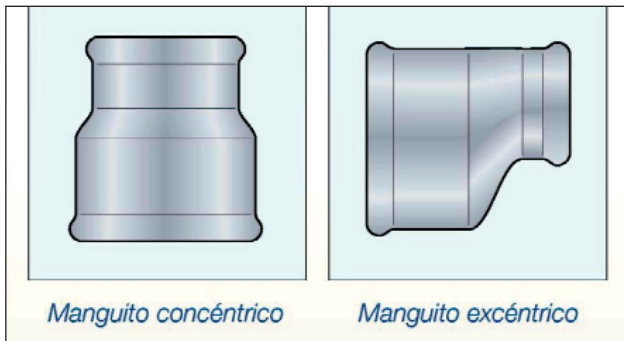
#### CONEXIONES

Para conectar los tubos se empleaban manguitos concéntricos en las columnas y excéntricos



en los tubos horizontales. La excentricidad se orientaba hacia arriba para facilitar el escape del aire.

Los manguitos podían tener conexiones rosca- das o soldables.



## POSIBLES INCONVENIENTES

En general se debían a la inclinación insuficiente de los conductos, a causa de errores de colocación o al asentamiento de la red de distribución. La acumulación de burbujas en los tubos era un problema serio porque, en las instalaciones de circulación natural, las burbujas no se podían extraer con bombas.

## SUCIEDAD

No merecía gran atención porque, en los sistemas de circulación natural, no se empleaban ele-

mentos como bombas de impulsión o circulación, intercambiadores de calor de placas, válvulas de regulación o termostáticas. Es decir, no se utilizaban los materiales que, como veremos más adelante, son los responsables principales de la formación de impurezas.

## AIRE Y SUCIEDAD EN LOS PRIMEROS SISTEMAS DE CIRCULACIÓN FORZADA Y VASO CERRADO

Respecto a los que hemos considerado anteriormente, estos sistemas han exigido una fuerte evolución de los dispositivos de purga de aire, evolución permitida por la presencia de bombas, capaces de mantener el agua a velocidades que superan los límites de arrastre de las burbujas de aire, y por la existencia de dispositivos específicos para eliminar el aire. Esta última condición es indispensable, ya que los vasos cerrados no permiten utilizar respiraderos abiertos.

## AIRE

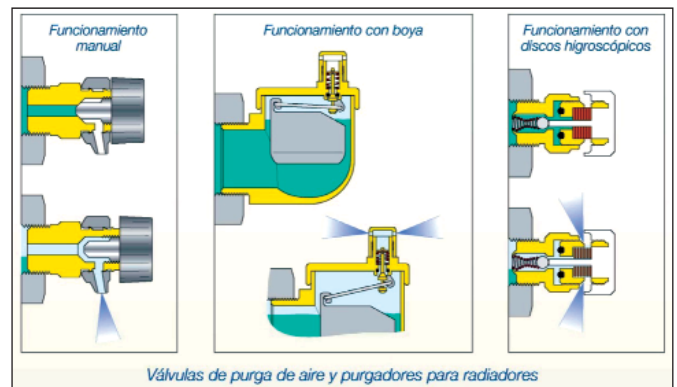
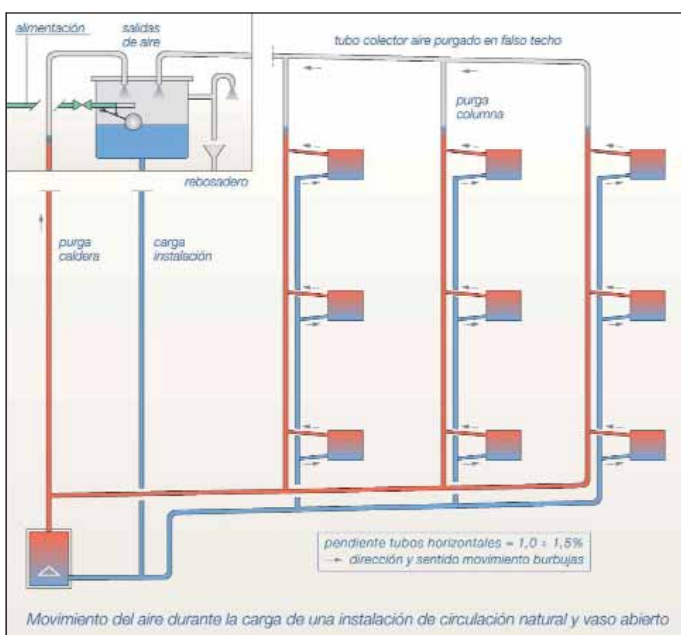
Para eliminar el aire se empleaban y aún se emplean:

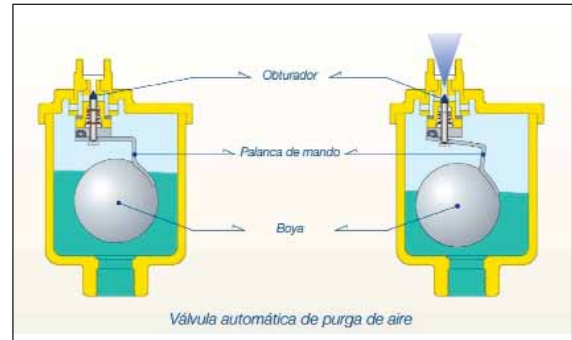
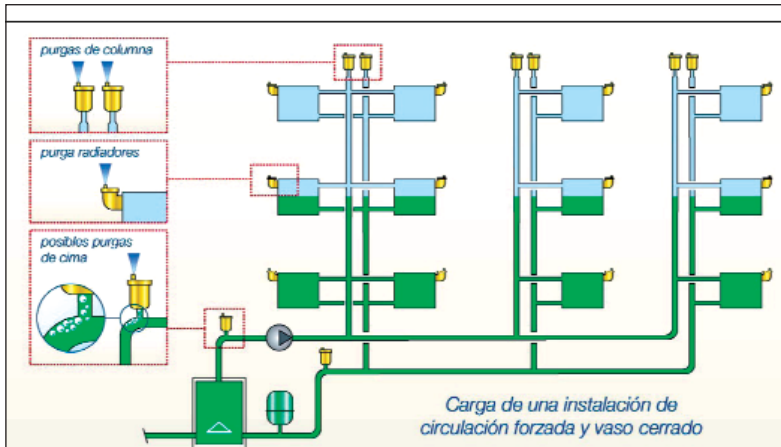
### Válvulas automáticas de purga de aire

Instaladas sobre las columnas o en zonas de acumulación de burbujas. Están formadas por un obturador accionado por una boya. En presencia de aire la boya abre el obturador; cuando no hay aire, lo mantiene cerrado.

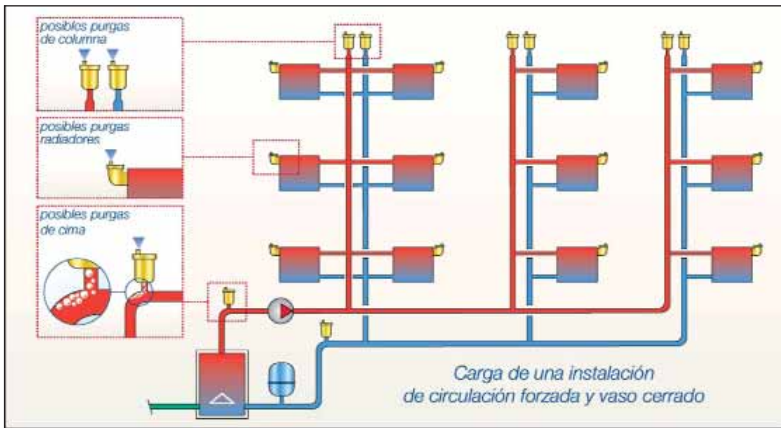
### Purgadores de aire para radiadores

Pueden ser manuales o automáticos. Los automáticos funcionan con una boya o con discos higroscópicos. Cuando absorben agua, estos discos se expanden y mantienen la válvula ce-





señaron y adoptaron las soluciones que pasamos a considerar.



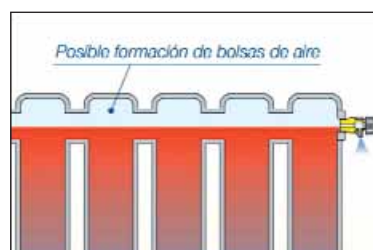
rrada; en contacto con el aire se contraen y permiten que se realice la purga.

## POSIBLES INCONVENIENTES

Las bombas y las válvulas de purga de aire han resultado muy útiles para eliminar el aire de las instalaciones. Esto llevó a pensar que todos los problemas de este tipo se podrían resolver fácilmente. Hoy sabemos que aquella convicción era demasiado optimista. Muy pronto, los fallos que analizaremos a continuación demostraron que el aire es un enemigo más peligroso de lo que se creía, y que no hacen daño solamente las burbujas sino también las microburbujas. Y éste es el tema que trataremos en las páginas siguientes.

## SUCIEDAD

Durante muchos años, las instalaciones se realizaron sin ningún medio que permitiera eliminar la suciedad. Más tarde, cuando los múltiples y graves daños fueron evidentes, se di-



## MICROBURBUJAS DE AIRE

Son burbujas muy pequeñas, con diámetros comprendidos entre 0,02 y 0,10mm.

En las instalaciones de calefacción se forman en las superficies interiores de las calderas. El fenómeno es idéntico al que podemos observar en las paredes de un cazo cuando calentamos agua.

El fluido caloportador arrastra luego las microburbujas hacia el interior de la instalación, donde son absorbidas por el propio fluido o se agrupan, formando burbujas en los puntos críticos del sistema, por ejemplo, en la parte superior de los radiadores.

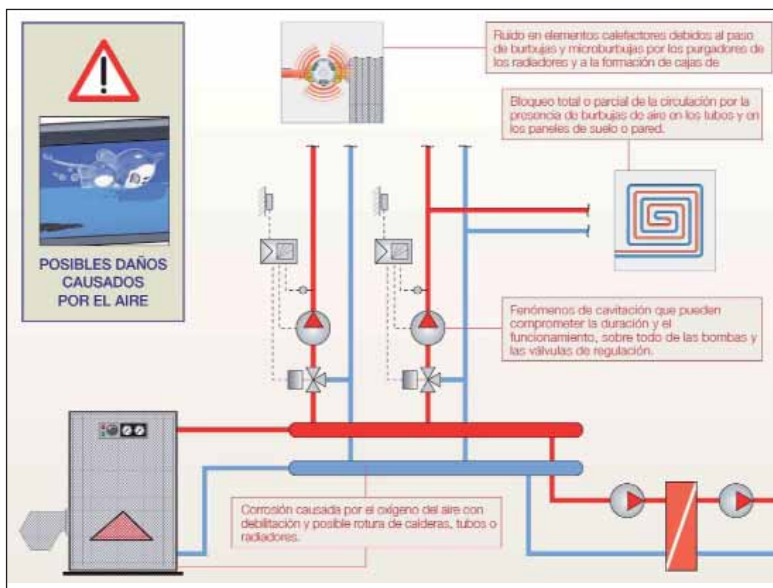
Este aire puede determinar los siguientes fenómenos:

**Menor rendimiento de los elementos calefactores**, causado por a la formación de burbujas de aire en la parte superior de los radiadores o en las baterías de intercambio térmico para el tratamiento del aire.

**Un rendimiento inferior de los elementos calefactores** puede generar graves desequilibrios térmicos y, por consiguiente, menor confort con mayor coste de utilización.

**Ruido en los radiadores**, debido al paso de burbujas y microburbujas a través de las válvulas de los radiadores. El aire acumulado en la cima de los radiadores también puede actuar como una caja de resonancia.





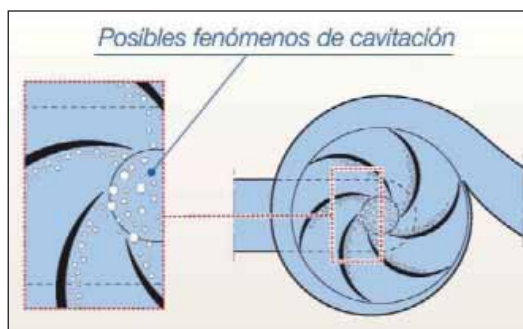
**Corrosión por oxidación**, creada por el oxígeno presente en el aire, que puede debilitar las calderas y los radiadores incluso hasta la rotura. Además, los óxidos formados pueden crear conglomerados de suciedad capaces de activar pilas localizadas y, por consiguiente, nuevos tipos de corrosión.

**Bloqueos totales o parciales de la circulación**, debidos a la formación de burbujas de aire en los tubos de distribución del fluido. Son fenómenos preocupantes, sobre todo en las instalaciones con paneles de suelo o de pared.

## CAVITACIÓN

Se puede producir donde el agua forma corrientes fluidas de alta velocidad, por ejemplo en las bombas (a lo largo de los álabes del rodete) o en las válvulas de regulación cuando el paso entre el asiento y el cursor está demasiado estrangulado.

La cavitación puede causar corrosión, vibraciones muy fuertes y ruido intermitente similar a golpes de martillo.



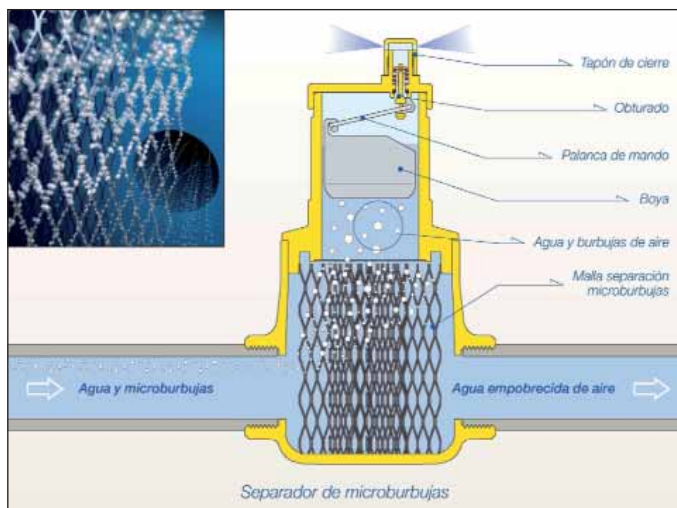
La corrosión por cavitación forma pequeños orificios en las superficies, que pueden no solo comprometer el funcionamiento de las bombas y válvulas, sino también causar roturas.

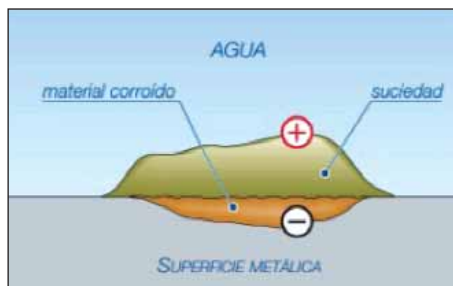
## ELIMINACIÓN DE LAS MICROBURBUJAS

Para evitar o minimizar los fenómenos expuestos, se aconseja dotar las instalaciones de separadores de aire. Estos dispositivos eliminan las microburbujas y, esencialmente, están formados por una malla y una válvula de purga de aire.

La malla, dispuesta a manera de radios, crea movimientos vortiginosos que favorecen la liberación de las microburbujas y su agregación en burbujas eliminables a través de la válvula de purga. Los separadores hacen funcionar las instalaciones con agua empobrecida de aire y, por lo tanto, capaz de absorber (y luego expulsar) las burbujas anidadas en las zonas críticas de los circuitos.

**Sistemas con agua glicolada**  
 El uso de separadores de aire también se aconseja para las instalaciones cargadas con mezclas de agua y glicol, por ejemplo en sistemas de refrigeración, de paneles solares, con bomba de calor y de paneles para rampas antinieve y antihielo. Las soluciones de glicol en agua son muy viscosas, por lo cual **atrapan las burbujas y microburbujas, impidiendo su eliminación.**



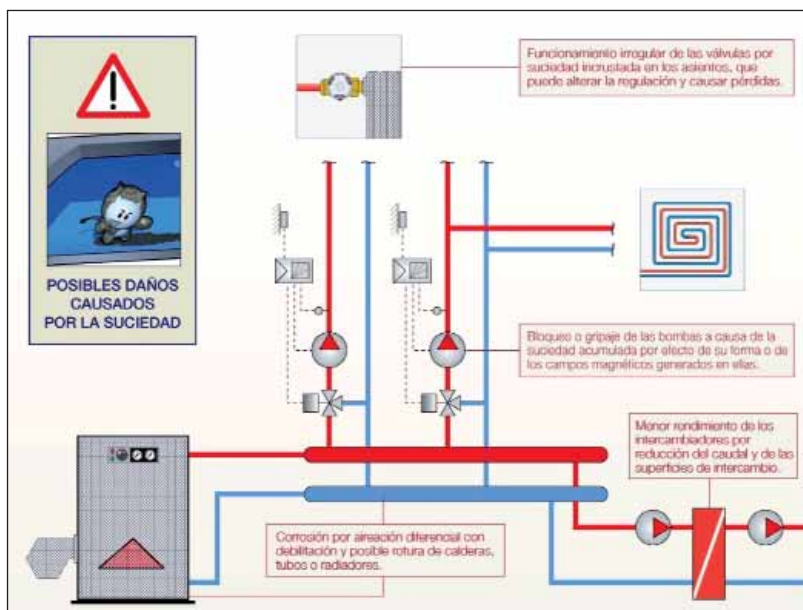


## SUCIEDAD

Además de la suciedad visible se debe tener en cuenta la invisible, formada por micropartículas con dimensiones de hasta  $5 \div 10 \text{ m}$  ( $0,005 \div 0,010 \text{ mm}$ )

En las instalaciones hidráulicas, la suciedad puede generar los siguientes fenómenos:

- ▶ Corrosión por aireación diferencial. Se debe al hecho de que, en presencia de agua, una capa de suciedad depositada sobre una superficie metálica se divide en dos zonas (agua/suciedad y suciedad/metal) con distintas concentraciones de oxígeno.
- ▶ La zona agua/suciedad contiene mucho más oxígeno que la zona suciedad/metal. Como consecuencia se activan pilas localizadas (los cátodos son las zonas ricas en oxígeno y los ánodos son las pobres) con flujos de corriente que acaban por corroer las superficies metálicas. Este tipo de corrosión, al igual que la provocada por la oxidación, puede debilitar e incluso romper componentes como las calderas y los radiadores.
- ▶ Menor rendimiento de los intercambiadores de calor. Los depósitos de suciedad pueden reducir marcadamente el caudal del líquido y las superficies de intercambio de calor.
- ▶ Funcionamiento irregular de las válvulas. La suciedad incrustada en los asientos puede alterar la regulación y causar pérdidas.
- ▶ Bloqueo o gripaje de las bombas. Las impurezas que pasan a través de las bombas se pueden acumular en ellas, bien por la



forma particular del dispositivo o bien por efecto de los campos magnéticos generados en él.

## ELIMINACIÓN DE LA SUCIEDAD

Actualmente se utilizan dos dispositivos muy diferentes entre sí: desfangadores y filtros en Y.

### FILTROS EN Y

Están formados por un cesto de malla metálica que funciona como elemento filtrante y contenedor de impurezas. Su limitación está en el hecho de que solo retienen partículas de tamaño superior a  $400 \div 500 \text{ m}$ . También se ha de tener en cuenta que las partículas interceptadas pueden adherirse a la malla y aumentar de modo notable las pérdidas de carga del filtro, lo que exigiría frecuentes operaciones de limpieza o sustitución del cesto.



## DEFANGADORES

Esencialmente están formados por una cámara de decantación, una malla metálica interna y una zona de acumulación.

Las impurezas se depositan en la zona de acumulación por efecto de la decantación y del choque con la malla. Los desfangadores eliminan partículas de tamaño superior a 5  $\mu$ m (0,005 mm).

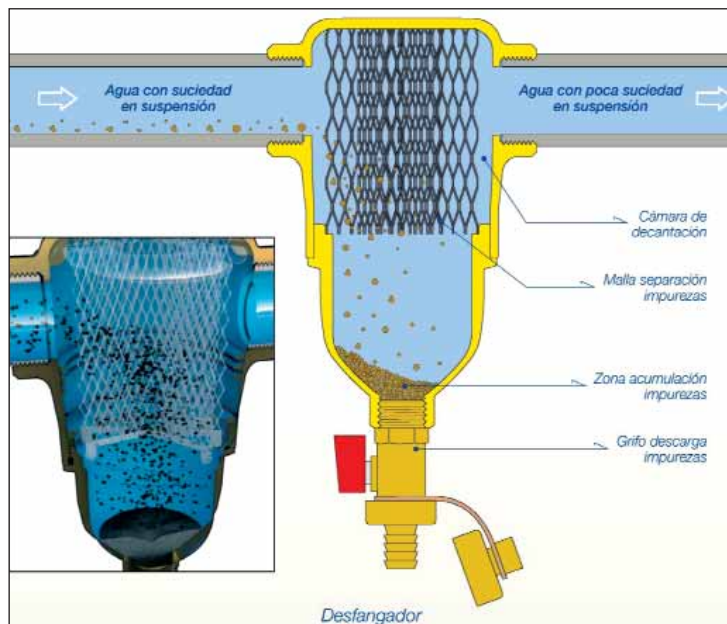
A diferencia de los filtros, precisan un mantenimiento muy sencillo: es suficiente descargar la suciedad por el grifo del fondo.

## SEPARADORES DE AIRE-DEFANGADORES

La creciente necesidad de utilizar dispositivos para eliminar las microburbujas de aire y la suciedad ha llevado a diseñar nuevos accesorios que ofrezcan ambas prestaciones. Dichos accesorios son los separadores de aire-desfangadores.

Para realizarlos, se ensamblan entre sí un separador de aire y un desfangador, formando un único dispositivo.

Respecto a los sistemas con separadores de aire y desfangadores separados, los nuevos dis-



Los separadores de aire y los desfangadores aumenta notablemente el rendimiento y la duración de las instalaciones.

positivos cuestan menos, ocupan menos espacio, precisan menos conexiones y, por lo tanto, abaratan el montaje.

## NOTAS Y OBSERVACIONES

Por los motivos expuestos, los separadores de aire y los desfangadores tienen una función muy importante e incluso esencial para el funcionamiento correcto de las instalaciones de climatización.

En particular, sirven, por una parte, para evitar anomalías de funcionamiento que pueden motivar graves reclamaciones por parte de los usuarios. Asimismo, ayudan a reducir el número de operaciones de mantenimiento y el tiempo para realizarla y, por último, a impedir el desgaste prematuro de la instalación a causa de la corrosión de calderas, tubos o radiadores.

En resumen, su presencia aumenta notablemente el rendimiento y la duración de las instalaciones. ■

