

Hidráulica

PUBLICACIÓN PERIÓDICA DE INFORMACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL

6

Febrero 2021

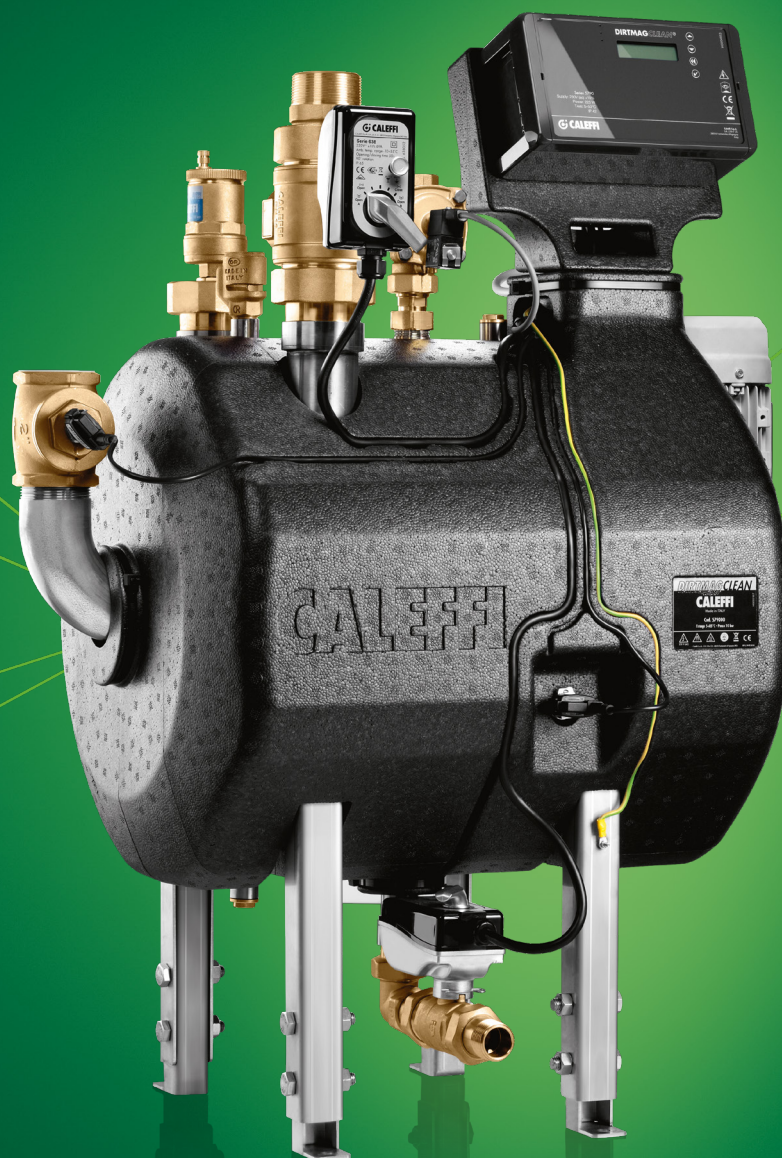


La separación de
las impurezas
en los sistemas
de climatización



DIRTMAGCLEAN®

**PODER
AUTOLIMPIANTE**



Ofrecemos soluciones. Nuestro filtro desfangador magnético autolimpiante, mejora la eficiencia de los sistemas de calefacción de mediano y grande porte, al filtrar partículas muy pequeñas y impurezas ferrosas. No necesita mantenimiento. Lo hace todo por sí mismo. Fácil, ¿no? Serie 579. **CALEFFI GUARANTEED.**



EDITORIAL

¡Bienvenido a esta nueva y renovada edición de la revista Hidráulica!

Esta publicación histórica, con más de 30 años de existencia, ha contribuido a informarle sobre numerosos temas en el área de calefacción, aire acondicionado, fontanería y energías renovables. Los avances tecnológicos y la actualización de estándares nos llevan a desarrollar temas cada vez con mayor profundidad, apuntando siempre a las soluciones más adecuadas a cada situación. Todo esto es el resultado de un excelente trabajo de investigación y experiencia de nuestro equipo.



Esta edición aborda un tema muy actual: la calidad del agua en los sistemas HVAC. Se sabe que vivimos en un mundo de escasos recursos energéticos y la tendencia mundial es que los códigos de construcción y las normas técnicas mejoren cada vez más el enfoque de la eficiencia global. Gastar menos energía para mantener nuestras casas cómodas significa trabajar con caudales más bajos. Para regular estos flujos correctamente, las válvulas funcionarán con una apertura de paso cada vez más reducida. Por tanto, la sensibilidad de estos y otros órganos de nuestras instalaciones a las impurezas y lodos del agua, será mayor.

La atención a la calidad del agua en las instalaciones es tal, que en algunos países se han creado códigos para la limpieza de las instalaciones antes de la puesta en servicio (Guía BSRIA 29/2020).

Muchos fabricantes de calderas y bombas de calor aconsejan la colocación de separadores de lodos en todo tipo de instalaciones, especialmente en obras de rehabilitación, e incluso algunos, ya incorporan este equipamiento dentro de las propias unidades.

Conocer el equipamiento adecuado para cada tipo de aplicación es, por tanto, fundamental para sacar el máximo partido a nuestras instalaciones. En este número analizaremos las soluciones existentes en el mercado y algunas novedades como el filtro separador DIRTMAGCLEAN®. Como siempre, partimos del marco técnico de este tema y presentaremos las soluciones con un enfoque en los criterios de aplicación y dimensionamiento.

Esperamos que sea de su agrado y que contribuya a agregar valor a su trabajo.

Saludos cordiales

Filipe da Silva Cameira



Agradecimientos
por el asesoramiento técnico:

perito químico industrial
Andrea Refosco
de "Acquapedia"

Idraulica/Hidráulica
Publicación registrada ante el
Tribunal de Novara
con el n. 26/91 el 28/9/91

Copyright Hidráulica Caleffi.
Reservados todos los derechos.
Prohibida la reproducción o
difusión, parcial o total, de esta
publicación sin autorización por
escrito del Editor.

CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, N. 25
28010
Fontaneto d'Agogna (Novara)
Tel. +39 0322-8491
Fax +39 0322-863305
info@caleffi.com
www.caleffi.com

ESPAÑA
COAL SOLUTIONS
(Grupo Vasco Catalana)
Tel. +34 93 633 34 70
Fax +34 93 662 85 35
pedidos@coalsolutions.net
tecnico@coalsolutions.net

AMÉRICA DEL SUR
Tel. +598 94 419551
latinoamerica@caleffi.com

ÍNDICE

5	LA SEPARACIÓN DE IMPUREZAS EN SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN
6	SUSTANCIAS PRESENTES EN EL AGUA Sustancias en solución Sustancias en forma coloidal Sustancias en suspensión
8	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y QUÍMICO-FÍSICAS DEL AGUA
10	INCONVENIENTES TÍPICOS Incrustaciones Corrosiones Depósitos Crecimiento biológico
14	DAÑOS CAUSADOS POR LAS IMPUREZAS
18	DISPOSITIVOS PARA LA ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS
19	Filtros en Y
20	Filtros de malla o cesta
21	Filtros clarificadores
22	Desfangadores
23	Filtros desfangadores
24	DESAGÜE AL ALCANTARILLADO
25	DISPOSITIVO CON DESFANGADOR Y FILTRO PARA PEQUEÑAS INSTALACIONES Principio de funcionamiento Limpieza
26	FILTRO DESFANGADOR AUTOLIMPIANTE Principio de funcionamiento
27	Limpieza
28	DIMENSIONAMIENTO DE FILTROS Y DESFANGADORES Filtros y filtros desfangadores Desfangadores Gráficos de dimensionamiento
30	Dispositivos en línea Dispositivos en paralelo
32	ESQUEMAS DE INSTALACIÓN Instalaciones de pequeña potencia
34	Instalaciones de gran potencia
38	TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y QUÍMICO-FÍSICOS
42	CALEFFI ES BIM READY
43	BIM

LA SEPARACIÓN DE LAS IMPUREZAS EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Ings Mario Doninelli, Mattia Tomasoni y Alessia Soldarini

Los sistemas de calefacción y refrigeración a menudo están sujetos a **inconvenientes causados por la presencia de sales disueltas en el agua e impurezas en suspensión**, como ya se ilustró en los números 2 y 4 de Hidráulica.

Por consiguiente, hay que prestar mucha atención a la calidad del agua y los correspondientes tratamientos que se requieren para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas, rendimientos elevados, bajos costes de gestión y mantenimiento, así como el cumplimiento de las condiciones de garantía de los distintos componentes, como por ejemplo calderas, bombas de calor y grupos de refrigeración.

En lo que respecta a la eliminación de las impurezas normalmente presentes en el agua (arena, óxido, magnetita, etc.), hasta ahora se han utilizado principalmente filtros tradicionales y desfangadores.

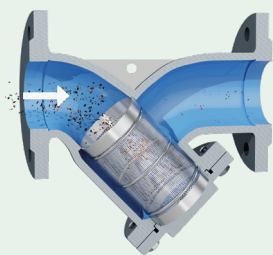
Los **filtros tradicionales** son capaces de retener partículas de suciedad de dimensiones superiores a las de su malla filtrante, ya en la primera pasada. Sin embargo no pueden capturar partículas de dimensiones más pequeñas, obstruyéndose con frecuencia lo que supone elevados costes de gestión. Los **desfangadores** pueden retener también las partículas de tamaño muy pequeño como la magnetita. Gracias a su principio de funcionamiento, es decir la decantación, no se obstruyen y no requieren un mantenimiento frecuente. Sin embargo, para poder eliminar las impurezas, son necesarias varias pasadas por el dispositivo.

Para aprovechar las ventajas de ambos dispositivos, en el mercado están teniendo cada vez más éxito los **filtros desfanganadores**. Estos dispositivos son capaces de eliminar en la primera pasada todas las partículas que pueden crear graves inconvenientes en los

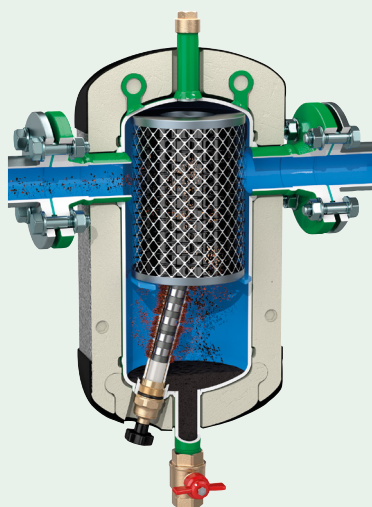
componentes del sistema reduciendo al mínimo los problemas de obstrucción y mantenimiento frecuente.

El artículo siguiente se divide básicamente en tres partes:

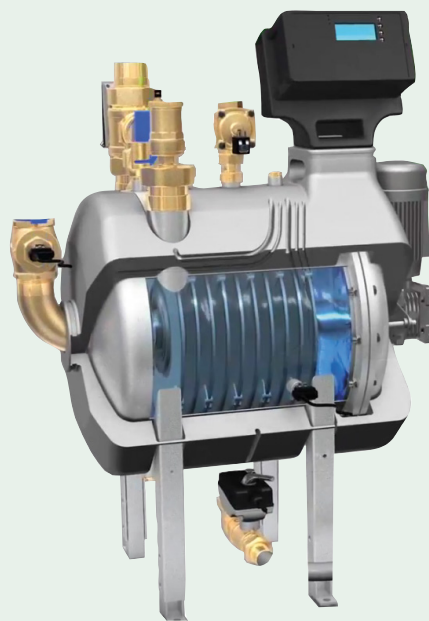
- en la primera se estudian las impurezas que se pueden encontrar en los sistemas, su formación y los daños que pueden causar;
- en la segunda se analizan los dispositivos que permiten la eliminación de las dichas impurezas destacando sus características principales y proponiendo los métodos oportunos de dimensionamiento;
- en la tercera se presentan los esquemas típicos de instalación, para ilustrar las aplicaciones más significativas de estos dispositivos en sistemas de potencia pequeña y grande.



Filtro



Desfangador con imán



Filtro desfanganador magnético autolimpiante

SUSTANCIAS PRESENTES EN EL AGUA

Las sustancias, las partículas, las sales y las impurezas presentes en el sistema pueden:

- **estar en el agua de llenado** o reposición y dependen de la procedencia del agua (pozo, acueducto);
- **ser residuos derivados de las operaciones de instalación** o mantenimiento del sistema;
- **haberse generado en el interior de la instalación** como consecuencia de oxidaciones y corrosiones, residuos de incrustaciones y crecimiento de bacterias.

Los problemas que se originan por la presencia de estas sustancias no son solo de tipo mecánico (oclusiones, abrasiones, agarrotamientos), sino también de tipo químico y electroquímico. Por ejemplo, todos los sedimentos pueden originar nuevas corrosiones por subdepósito aumentando así de forma exponencial el desarrollo de fenómenos corrosivos.

Las sustancias que se encuentran en el agua de llenado pueden ser partículas orgánicas, como bacterias y algas, inorgánicas como arena y limo, o sales e iones solubles.

Entre las **partículas generadas por las operaciones de instalación** hay residuos de mecanizado de los componentes como rebabas de metal, arenas de fundición, grumos y escamas de pintura, residuos de materiales utilizados para obtener la estanqueidad (estopa y cinta de teflón) o lubricantes (aceites y grasas).

En cambio, las impurezas generadas por **fenómenos en el interior de los sistemas** como oxidaciones, corrosiones o crecimiento de bacterias se forman durante el funcionamiento. Como se ha apuntado, las mayores incidencias en los sistemas son precisamente causadas por las sustancias que se generan en su interior: son las más peligrosas y pueden perjudicar gravemente su eficiencia.



Sustancias procedentes del agua de llenado



Sustancias procedentes de operaciones de instalación y mantenimiento



Sustancias que se generan en el interior del sistema

Todas estas sustancias que contiene el agua pueden ser:

- **en solución**
- **en suspensión**
- **en forma coloidal.**

SUSTANCIAS EN SOLUCIÓN

Las sustancias en solución **forman enlaces reales con el agua** y no se separan ni siquiera por efecto de la agitación del agua.

En general, las sustancias en solución **mantienen el agua limpia y transparente.**

Por efecto de la temperatura, algunos compuestos en solución pasan a estar en suspensión, como por ejemplo las incrustaciones de cal.

Las sustancias que pasan fácilmente a solución son los iones, las sales, los gases y, parcialmente, las bacterias hasta que al agregarse forman coloides.

Los iones en solución

El hierro

En concentraciones elevadas es síntoma de fenómenos corrosivos en el interior de la instalación; a su vez, puede causar depósitos o corrosiones secundarias. En altas concentraciones aporta una tinte rojizo al agua.

El manganeso

Está presente en el agua de llenado, pero su concentración en los sistemas de calefacción difícilmente aumenta por efecto de las corrosiones. Cantidades elevadas de óxidos de manganeso pueden crear incrustaciones.

El cobre

Difícilmente se encuentra en concentraciones apreciables en el agua de llenado, pero procede de procesos corrosivos en curso. En concentraciones elevadas, puede originar corrosiones localizadas muy peligrosas.

Los iones nitrato, sulfato y cloruro

Proceden del agua de alimentación y por lo tanto normalmente están dentro de los límites previstos. Su concentración puede aumentar al utilizar algunos productos o tratamientos químicos y en este caso pueden producirse fenómenos de corrosión localizada.

El amoníaco

En los sistemas de calefacción se encuentra, con típicos valores de pH, en forma de ión amonio, que puede causar corrosiones, especialmente en los componentes de cobre.

El aluminio

En general no se detecta en el agua de llenado. Unas cantidades elevadas dentro del circuito cerrado son síntoma de corrosiones en curso o de utilización de ánodos de sacrificio de aluminio para proteger algunos componentes del sistema. En los circuitos cerrados, la corrosión del aluminio origina la formación de hidrógeno gaseoso.

SUSTANCIAS EN FORMA COLOIDAL

Las sustancias coloidales (o coloides) **están finamente dispersas en el agua sin estar en solución**, es decir sin tener un auténtico enlace con el agua.

El agua que contiene coloides **tiene un color característico** según el tipo de coloide, por lo tanto no es transparente. Un coloide se puede separar del agua tanto por efecto de la temperatura como por agitación.

Los coloides no pueden sedimentarse tal cual por decantación, a menos que se añadan otras sustancias al agua que los hagan precipitar.

Sin embargo, pueden sedimentarse y formar incrustaciones en algunos puntos críticos de la instalación donde la temperatura es especialmente elevada (por ejemplo, en los intercambiadores).

Además, con el roce, **pueden crear abrasiones en los materiales**. El ejemplo más típico de coloide que se puede encontrar en el agua de un sistema de calefacción es la magnetita, un óxido de hierro.

Óxidos de hierro

Un óxido es un compuesto químico que se obtiene de la **reacción del oxígeno con otro elemento**.

En los sistemas de calefacción los óxidos son residuos de corrosiones o micro-corrosiones electrolíticas.

Los óxidos de hierro **se sedimentan** primero como fangos en el punto en que se ha producido la corrosión y posteriormente **se convierten en auténticas incrustaciones** cuando alcanzan el intercambiador y sufren un proceso de endurecimiento por efecto de la subida de temperatura.

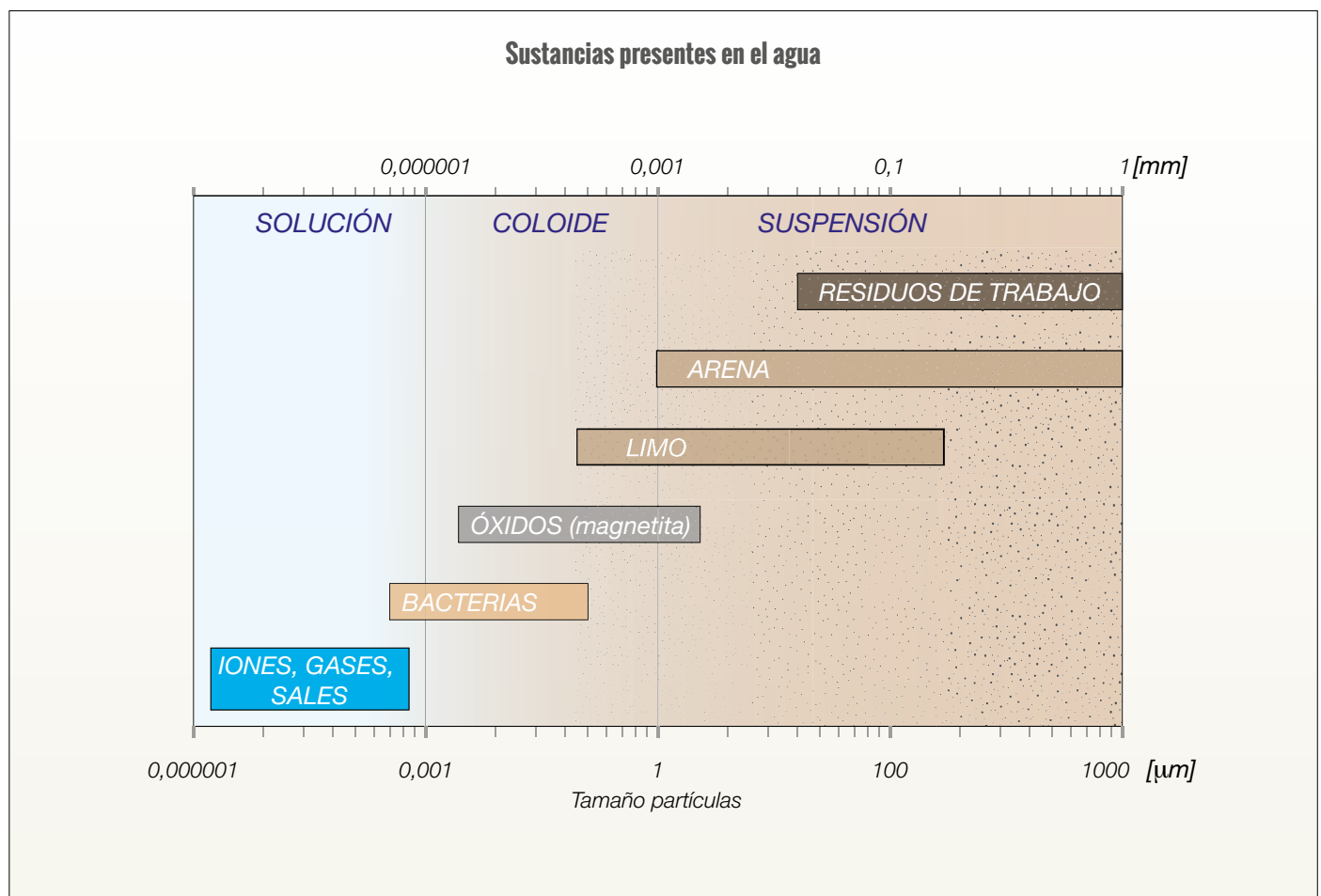
Al ser magnéticos, los óxidos de hierro se pueden separar del agua del sistema mediante imanes; de lo contrario, sería difícil retenerlos totalmente con los sistemas comunes de filtrado y desfangado.

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN

Las sustancias en suspensión son partículas con un peso específico que **les impide formar auténticos enlaces** y permanecen en circulación en el agua o se sedimentan formando incrustaciones.

La mezcla de partículas en suspensión **enturbia el agua**.

Las típicas partículas que se encuentran en suspensión en el agua son la arena, el limo y los residuos de mecanizado.



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y QUÍMICO-FÍSICAS DEL AGUA

Las características del agua utilizada en instalaciones térmicas afectan significativamente el funcionamiento y el rendimiento del sistema.

Los principales parámetros que hay que revisar y tener bajo control son los siguientes:

- aspecto
- temperatura
- pH
- dureza
- conductividad eléctrica
- sólidos totales disueltos
- alcalinidad
- Además, es importante revisar las cantidades de:
 - hierro
 - manganeso
 - cobre
 - iones cloruro, sulfato y nitrato
 - amoníaco e ión amonio
 - aluminio
 - formaciones microbiológicas

Unos valores elevados de hierro y cobre indican fenómenos corrosivos en curso que se deben eliminar. También unos valores altos de cloruros pueden causar problemas de corrosión en contacto con determinados metales (cloruros con algunos aceros inoxidable), aunque en el agua potable siempre se cumplen dichos límites.

Aspecto

Depende de la presencia de sustancias e impurezas en suspensión, coloidales o en solución que pueden precipitar. Como se ilustrará más adelante, dichas sustancias provocan incrustaciones, corrosiones, abrasiones, desarrollos biológicos y a veces formación de espumas.

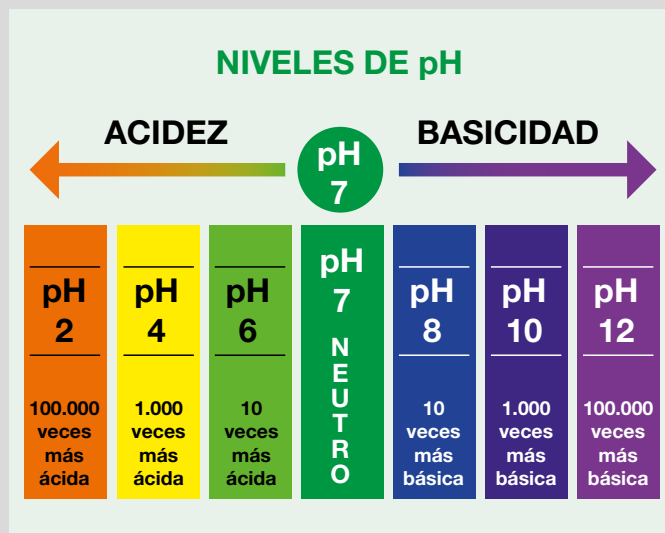
Temperatura

Influye de forma más o menos rápida en la puesta en marcha de distintos fenómenos como incrustaciones, corrosiones y crecimientos microbiológicos.

pH

Indica el grado de basicidad ($\text{pH} > 7$) o acidez ($\text{pH} < 7$) de una solución acuosa y es un parámetro básico para evaluar su corrosión.

Un agua ácida puede causar corrosiones, un agua básica puede contribuir significativamente al desarrollo de incrustaciones y crecimientos microbiológicos.



Dureza

La dureza total indica la suma de todas las sales de calcio y magnesio disueltas en el agua de la instalación y normalmente se expresa en °f (grados franceses).

La dureza temporal, que normalmente se toma en consideración, indica la suma de los bicarbonatos de calcio y magnesio y es responsable de los fenómenos de incrustación. Los bicarbonatos de calcio y magnesio están químicamente en equilibrio con los carbonatos (de calcio y magnesio), el agua y el anhídrido carbónico.

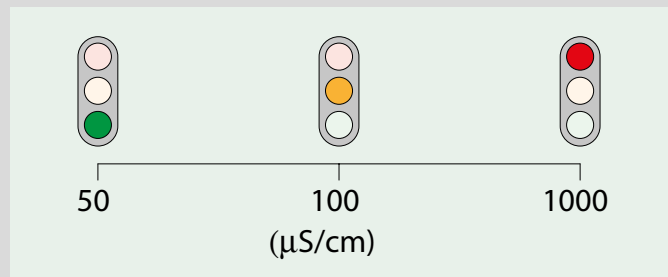
Al aumentar la temperatura, los bicarbonatos solubles se convierten en carbonatos insolubles, formando incrustaciones calcáreas y liberando anhídrido carbónico.

Clasificación	Dureza [°f]
Muy blanda	0–8
Blanda	8–15
Poco dura	15–20
Medianamente dura	20–32
Dura	32–50
Muy dura	>50

Conductividad eléctrica

Indica la cantidad de sales que contiene el agua y normalmente se expresa en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A menudo coincide con el residuo fijo, es decir la cantidad de sales pesada en una muestra de agua después de secar a 180°C . Elevados valores de conductividad eléctrica pueden provocar corrosiones, incrustaciones o sedimentos.



La conductividad eléctrica no se puede deducir del valor de dureza.

Sólidos totales disueltos

Representan la suma de todas las sustancias presentes en el agua, ya sea disueltas o coloidales.

Alcalinidad

Indica la capacidad de una solución acuosa de “regular” las variaciones de pH, neutralizando los ácidos y desarrollando una acción de tampón.

Es una propiedad importante para contrarrestar muchos fenómenos corrosivos porque está directamente relacionada al pH y a la dureza temporal.

Unos valores excesivos pueden generar espuma y favorecer la formación de sedimentos e incrustaciones.

En cambio, unos valores demasiado bajos indican una baja capacidad de contrarrestar las variaciones de pH aumentando la probabilidad de fenómenos corrosivos.

Se expresa en mg/l de CaCO_3 .

Presencia de oxígeno

La presencia de oxígeno es probablemente el factor más importante, porque a pesar de purgar la instalación después del llenado inicial, nunca está totalmente desprovista de oxígeno.

La reacción más sencilla del oxígeno es con aleaciones de hierro (o acero o fundición), produciéndose óxido de hierro (magnetita) y gas hidrógeno.

En general el hidrógeno se acumula en determinados puntos de la instalación, como por ejemplo la parte alta de los radiadores, que por consiguiente no se calientan.

La presencia de hidrógeno a menudo se detecta al escuchar silbidos y ruidos.

Parámetros de referencia

Los parámetros químicos y químico-físicos del agua del circuito de calefacción deben estar dentro de los límites indicados en la tabla; el objetivo de estos límites aconsejados, es optimizar el rendimiento y la seguridad de la instalación, protegerla en el tiempo y minimizar los consumos energéticos.

Características del agua de llenado

Aspecto	transparente	
Dureza	ningún límite 5–15 °f	($P \leq 100 \text{ kW}$) ($P > 100 \text{ kW}$)
pH	6,5–9,5	

Características del agua del circuito calefacción

Aspecto	0–8
pH (a 25°C)	6,5–9,5 7–8,5 (*)
Hierro	< 0,5 mg/kg
Cobre	< 0,1 mg/kg
Aluminio	< 0,1 mg/kg
Cloruros (**)	< 200 mg/l

(*) en presencia de aluminio y aleaciones ligeras

(**) parámetro que se cumple con agua potable. Para los aceros sin molibdeno se recomienda mantener dicho valor por debajo de 50 mg/l .

INCONVENIENTES TÍPICOS

Durante el funcionamiento de las instalaciones pueden presentarse inconvenientes como:

- incrustaciones
- corrosiones
- sedimentos
- crecimientos biológicos
- congelación
- residuos de degradación del fluido caloportador.

Es posible evitar estos problemas o al menos limitar sus efectos en el tiempo con un diseño correcto, una instalación y puesta en marcha realizadas como mandan los cánones y una gestión adecuada.

Dejando de lado la congelación (solo para instalaciones o partes expuestas al frío) y el deterioro del fluido caloportador (en instalaciones solares o sistemas de aire acondicionado), vamos a analizar los inconvenientes típicos de una instalación con el fin de reducirlos o eliminarlos.

INCRUSTACIONES

Las incrustaciones son el resultado del **depósito de calcio y magnesio** (sales que determinan la dureza) en las paredes de las tuberías, las superficies de intercambio y los órganos de control y regulación.

La cantidad de sedimento depende de:

- la temperatura
- la dureza del agua
- el volumen de agua utilizado.

A diferencia de otras sales, las sales de calcio y magnesio se vuelven menos solubles al aumentar la temperatura; por esta razón, existe el riesgo de incrustaciones en todas las instalaciones donde se caliente el agua.

Son conocidas las incrustaciones que se forman en el circuito de agua caliente sanitaria, hervidores, intercambiadores, tuberías y grifos de alimentación.

En estos sistemas tanto la temperatura como el volumen de agua utilizada son elevados y las incrustaciones son fácilmente visibles.

En los sistemas de calefacción tienen una importancia relativamente marginal, ya que la precipitación del carbonato cálcico y del hidróxido de magnesio contribuye a la formación de sedimentos solo en la fase inicial: la cal que contiene el agua de llenado se deposita en las zonas más calientes del sistema (en general la caldera).

Sin embargo, una vez formada, la cal no se elimina vaciando el agua de la instalación.

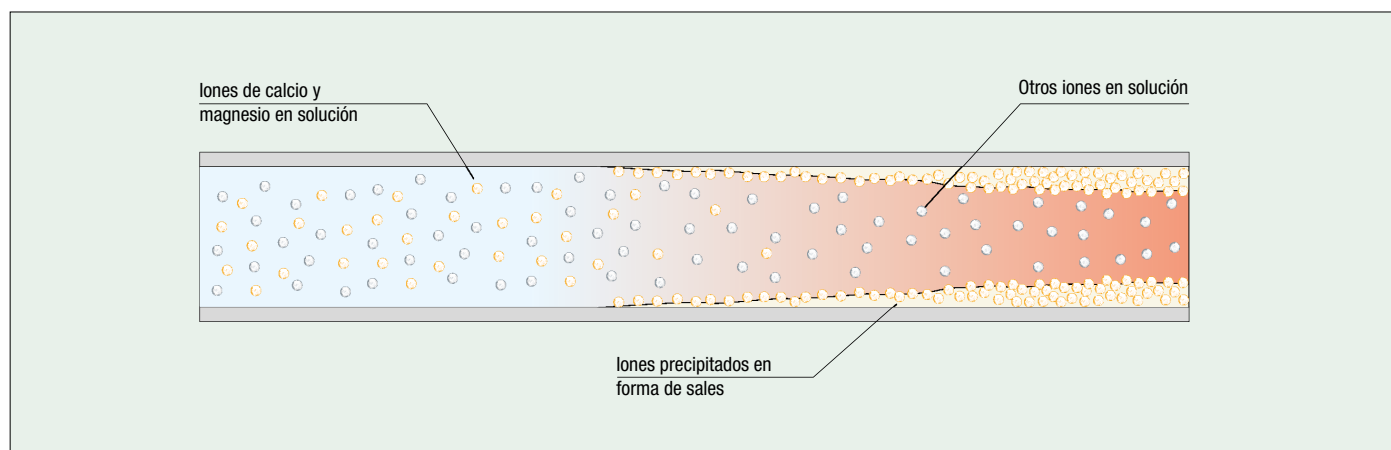
Por consiguiente, en caso de vaciado parcial del agua y posterior llenado, se produce una aportación añadida de sales de calcio en el sistema que van a originar otra capa de cal. En caso de llenados frecuentes (por mantenimiento o fallos), la continua aportación de agua puede provocar, incluso a corto plazo:

- ruido en la caldera causado por el sobrecalentamiento localizado del agua que circula, llevando a la formación de vapor;
- reducción progresiva de las secciones de paso en las tuberías hasta su completa oclusión;
- reducción del intercambio térmico en las superficies de los intercambiadores.

En un agua de llenado con una dureza temporal de 30°f, que por lo tanto contiene 0,3 gramos por litro de sales de calcio y magnesio sedimentables, en 100 litros de agua se puede formar 30 gramos de cal.

Para prevenir la formación de incrustaciones, el agua se puede tratar:

- internamente añadiendo inhibidores específicos
- externamente ablandando el agua de llenado.



CORROSIONES

El fenómeno más temido en un sistema de calefacción y que más influye en la formación de fangos es sin duda la corrosión. Es un fenómeno muy complejo que en general afecta al sistema en su totalidad y no solo algunas partes. La corrosión es el resultado de múltiples factores como el tipo de metales presentes, las características químico-físicas del agua y sus condiciones fluidodinámicas (temperatura, velocidad y presión).

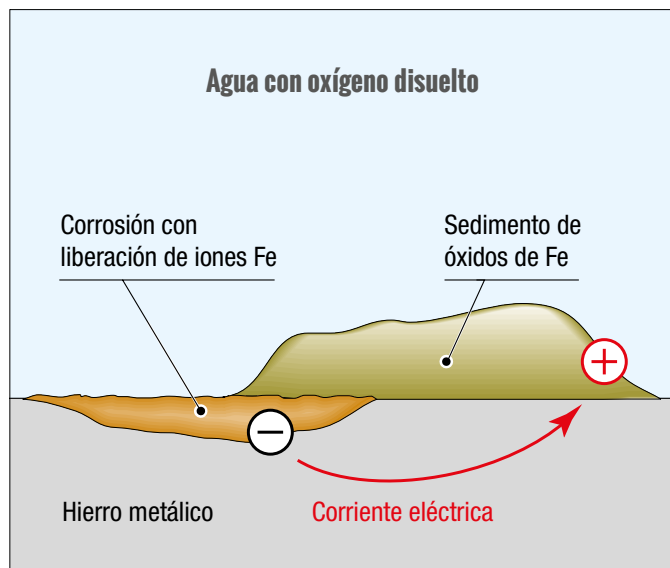
Las corrosiones se pueden dividir en dos categorías principales:

- **generalizada**, se desarrolla de forma homogénea por toda la superficie metálica;
- **localizada**, se desarrolla en proximidad de zonas específicas de los metales.
- Las causas de las corrosiones pueden ser múltiples:
- Corrientes parásitas
- Oxígeno disuelto en el agua
- Electrólisis
- Erosión
- Cavitación
- Sedimentos
- Fisuras en los materiales

La presencia de sedimentos en superficies de metal favorece especialmente la corrosión.

En los sistemas de calefacción la **corrosión por subdepósito** (también llamada corrosión por aireación diferencial) representa la mayoría de los fenómenos corrosivos que pueden producirse en el interior del circuito cerrado.

En presencia de agua, una capa de impurezas sobre una superficie metálica (por ejemplo, sedimentos de óxidos de hierro) lleva a la formación de dos zonas (agua/impurezas e impurezas/metal) con distinto contenido de oxígeno.

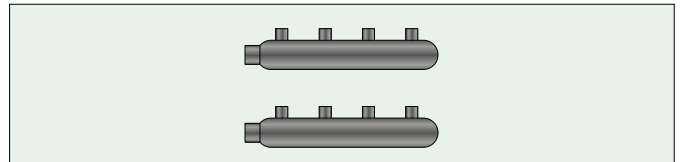


La zona de agua/impurezas (zona catódica) es sensiblemente más rica en oxígeno respecto a la zona de impurezas/metal (zona anódica). Se desarrolla así un efecto "pila" localizado con flujos de corriente que provoca la corrosión de las superficies metálicas.

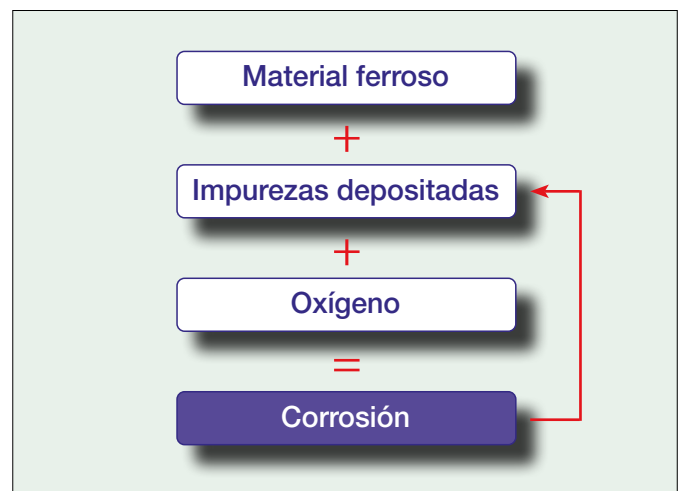
Se produce en zonas donde las velocidades de desplazamiento del fluido son muy bajas y, por lo tanto, pueden formarse fácilmente sedimentos.

Vamos a analizar a continuación el efecto de las corrosiones en los materiales más utilizados en los sistemas de calefacción.

Materiales ferrosos



En presencia de oxígeno y sedimentos, los materiales ferrosos **están expuestos a corrosión generalizada**.



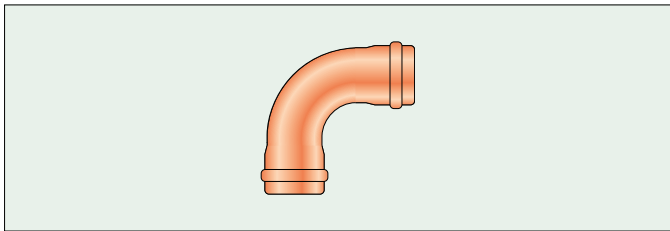
La corrosión generalizada origina la formación de **magnetita**, el típico lodo gris-oscuro que se encuentra a menudo en los sistemas de calefacción y en los viejos radiadores de calefacción de hierro y fundición.

La formación de magnetita es un proceso que se autoalimenta: los depósitos de magnetita pueden crear más corrosión por subdepósito.

La magnetita es un óxido de hierro con importantes propiedades magnéticas. Por esta razón, se puede eliminar mediante dispositivos provistos de imán.

Si en el sistema sigue habiendo oxígeno, la magnetita continúa su reacción química y se transforma en **hematita** que causa corrosión puntiforme en el interior de la instalación.

Cobre y aleaciones de cobre



El cobre es un metal noble y por lo tanto **presenta una buena resistencia a la corrosión**.

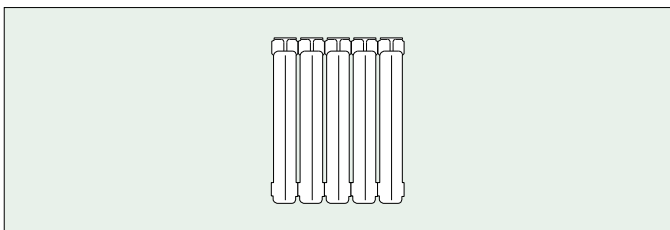
Sin embargo, puede estar expuesto a ligeras corrosiones:

- uniformes, en presencia de oxígeno; esta reacción se traduce en la formación de una capa protectora de óxido de pasivación que impide el avance de la corrosión;
- localizadas, en presencia de sedimentos en las superficies.

Cuando el cobre se corroe, se disuelve en pequeñas cantidades en el agua que a su vez pueden originar corrosiones con otros metales presentes en el sistema, como acero dulce o aluminio.

Algunas **aleaciones de cobre** que contienen zinc (latón), si son de baja calidad, pueden dar lugar a reacciones como la **descincificación**, es decir la disolución del latón con la formación de iones zinc e iones cobre. Además de crear posibles sedimentos, este proceso afecta las propiedades mecánicas del latón.

Aluminio



El aluminio **se “auto-protege” de las corrosiones formando una capa protectora si el pH del agua está entre 7 y 8,5**.

En determinadas condiciones, sin embargo, la película protectora puede dañarse por:

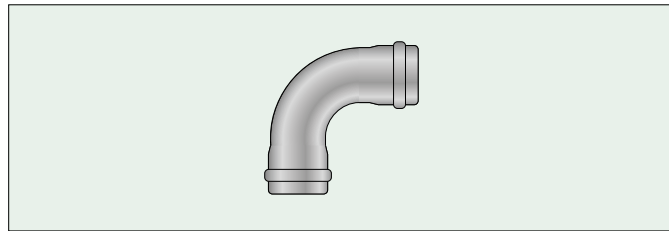
- alteración del pH
- concentraciones elevadas de cloruros
- presencia de cobre en el circuito (se crea una corrosión bimetalica)

y puede causar corrosiones localizadas que podrían perforar rápidamente el metal.

Al ser **sensible a las variaciones de pH**, hay que prestar especial atención a la utilización de agua ablandada o desmineralizada, pobre en sales.

Las sales disueltas en el agua tienen un efecto “tampón”, es decir que limitan las variaciones de pH.

Acero inoxidable



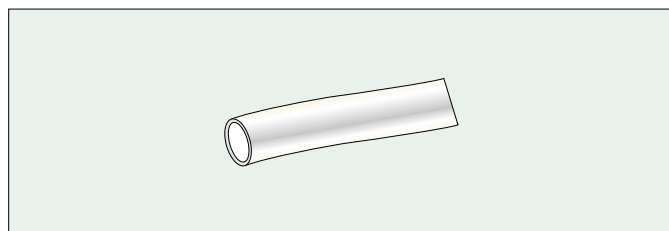
En general, el acero inoxidable es **resistente a la corrosión**. En algunos casos pueden manifestarse corrosiones localizadas en presencia de ión cloruro.

Para asegurar la ausencia de este ión, a veces se recomienda un tratamiento de desmineralización para el agua de llenado.

Si hubiera materiales sensibles a las variaciones de pH del agua (como el aluminio), es necesario añadir sustancias capaces de estabilizar su valor o bien monitorizar las variaciones de acidez y alcalinidad del agua.

Algunas aleaciones de acero (AISI 316) contienen molibdeno y son más resistentes a la corrosión (especialmente por cloruros) respecto a las que no lo contienen (AISI 304).

Plásticos



En general, los plásticos **no son atacados químicamente** por el agua que contienen los sistemas de calefacción y refrigeración y por las sustancias disueltas o dispersas en la misma. Por lo tanto, no presentan especiales problemas de corrosión.

Sedimentos

Los sedimentos se forman por la **precipitación de las sustancias en suspensión** tanto orgánicas como inorgánicas, que son insolubles en agua.

Los óxidos metálicos forman parte de los sedimentos que se pueden crear en el interior de una instalación originando fenómenos de incrustación.

Los sedimentos se pueden evitar realizando una limpieza del agua de llenado y la que circula, así como un oportuno acondicionamiento químico del agua.

CRECIMIENTO BIOLÓGICO

Se incluyen todas las **formas de vida como bacterias, hongos, algas y levaduras**, cuyo crecimiento es favorecido por la luz, el calor, la presencia de oxígeno y sedimentos, contaminaciones accidentales y condiciones desfavorables para la instalación.

Dichos microorganismos sobreviven en los desechos presentes en la instalación después de su montaje o se encuentran en el agua de llenado.

Favorecen el crecimiento biológico:

- **presencia de oxígeno** (imprescindible para las bacterias aeróbicas)
- **bajas temperaturas** (37/38 °C es la temperatura óptima para el crecimiento de bacterias y hongos)
- **presencia de sustancias orgánicas** (de las que se alimentan las bacterias)
- **productos para el tratamiento del agua**, como los propios biocidas, que cuando pierden su efecto protector pueden convertirse en un nutriente para la proliferación de bacterias

- condiciones de **estancamiento** (debajo de los sedimentos fangosos crecen las bacterias anaeróbicas, cuyo metabolismo impulsa la formación de puntos localizados de corrosión).

- **sedimentos calcáreos** (son entornos óptimos para el desarrollo de las bacterias).

Están en riesgo los sistemas de calefacción que contienen ramales muertos, estancamientos de agua, y, sobre todo, las instalaciones de suelo radiante de baja temperatura.

Si están aisladas, las bacterias no son peligrosas. Sin embargo, el crecimiento bacteriano origina un sedimento de limo biológico (biopelícula) en las paredes de las tuberías que, si no se contrarresta adecuadamente, reduce el intercambio térmico y el paso del agua.

La biopelícula es difícilmente penetrable y se puede eliminar solo con productos (biocidas) o tratamientos específicos.

Problemas en función del tipo de instalación

	<i>Incrustaciones</i>	<i>Corrosiones</i>	<i>Formación de fangos</i>	<i>Sedimentos</i>	<i>Crecimiento biológico</i>
 Instalaciones de alta temperatura					
 Instalaciones de baja temperatura					

Problemas en función del tipo de material

	<i>Incrustaciones</i>	<i>Corrosiones</i>	<i>Formación de fangos</i>	<i>Sedimentos</i>	<i>Crecimiento biológico</i>
 Cobre					
 Material ferroso					
 Acero inoxidable					
 Aluminio					
 Plástico					

DAÑOS CAUSADOS POR LAS IMPUREZAS

Las impurezas presentes en el agua originan una serie de inconvenientes como incrustaciones, corrosiones, sedimentos y crecimientos biológicos.

La puesta en marcha de dichos fenómenos se realiza **en tiempos relativamente breves, pero pueden continuar durante años** y causar sobre todo corrosiones amplias y dispersas.

Las instalaciones con este problema se caracterizan por aguas muy turbias de color gris-negro y una fuerte producción de impurezas.

A continuación se indican los principales daños que pueden afectar las instalaciones sin tratamiento adecuado.

Funcionamiento irregular de las válvulas

Las **impurezas incrustadas** en sus asientos pueden alterar la regulación y causar fugas.

Por ejemplo, las válvulas de regulación presentan pasos de agua muy estrechos que se pueden obstruir incluso con partículas muy finas.

Bloqueo o agarrotamiento de las bombas

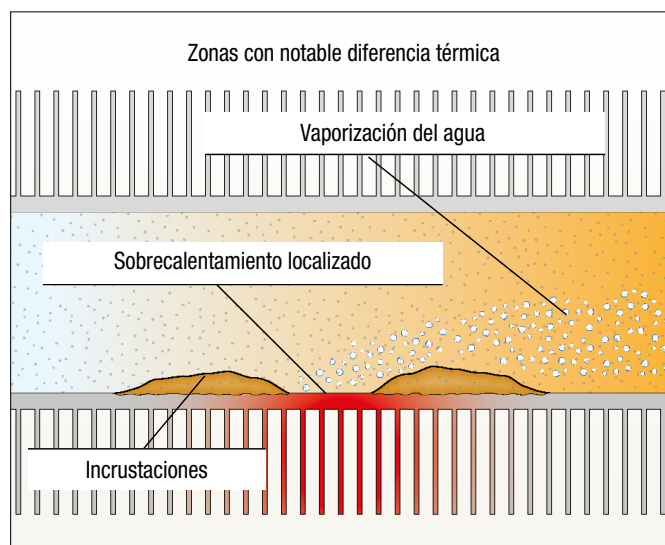
Las **impurezas que** circulan y pasan a través de las bombas **pueden acumularse** bien por la forma específica de las bombas o bien por efecto de los campos magnéticos generados por las mismas.

Menor rendimiento de los intercambiadores de calor

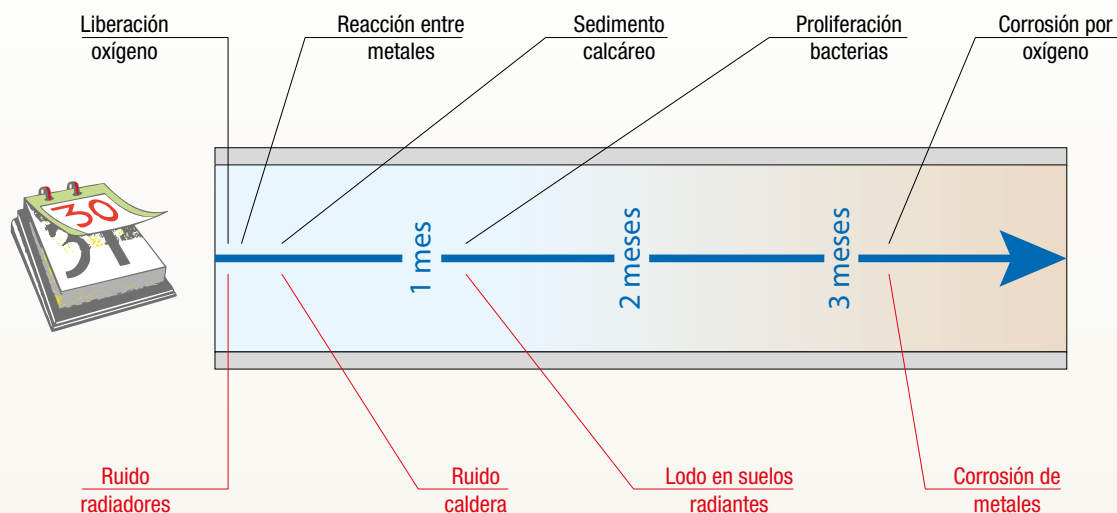
La presencia de partículas en suspensión y residuos de corrosión, al precipitar en el intercambiador, actúan negativamente en dos frentes:

- **obstruyen los pasos** reduciendo sensiblemente los caudales de fluidos;
- **aíslan térmicamente** el intercambiador reduciendo su rendimiento.

Además, dichas incrustaciones y sedimentos pueden formarse de forma no uniforme y crear zonas con notables diferencias de temperatura y sobrecalentamientos localizados del metal de los intercambiadores. Los sobrecalentamientos localizados pueden dar lugar a la vaporización del agua con fuerte aumento del ruido y, en los casos más graves, roturas de los intercambiadores por dilataciones fuertes y concentradas.

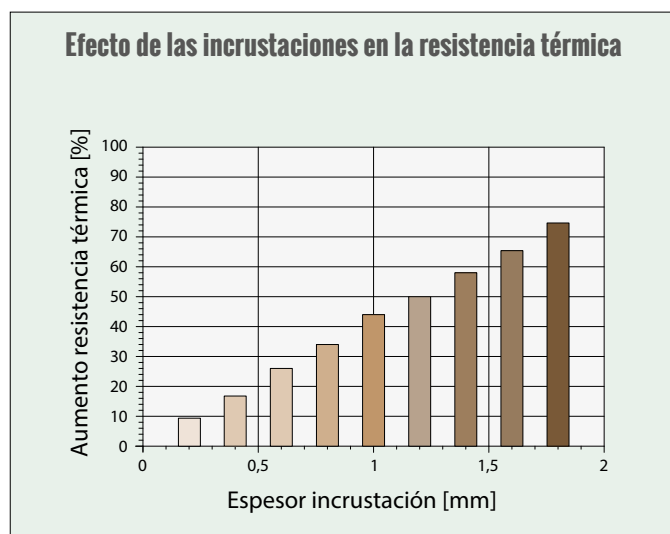


Desarrollo a lo largo del tiempo de los principales fenómenos y daños en las instalaciones



Es importante destacar que incluso unas **incrustaciones de pequeño espesor pueden aumentar notablemente la resistencia térmica** de los intercambiadores.

Como se puede observar en el gráfico siguiente, por ejemplo, tan solo un milímetro de incrustación puede aumentar la resistencia térmica del intercambiador en aproximadamente el 45 %.



Para compensar esta mayor resistencia al intercambio térmico y mantener constante la potencia intercambiada (es decir, la potencia suministrada a la instalación) los sistemas de regulación de las calderas **aumentan la potencia del quemador**.

Esto se traduce en:

- un aumento de las temperaturas de los humos
- un mayor calor dispersado (por los humos y las paredes de la caldera)
- una menor condensación de los humos.

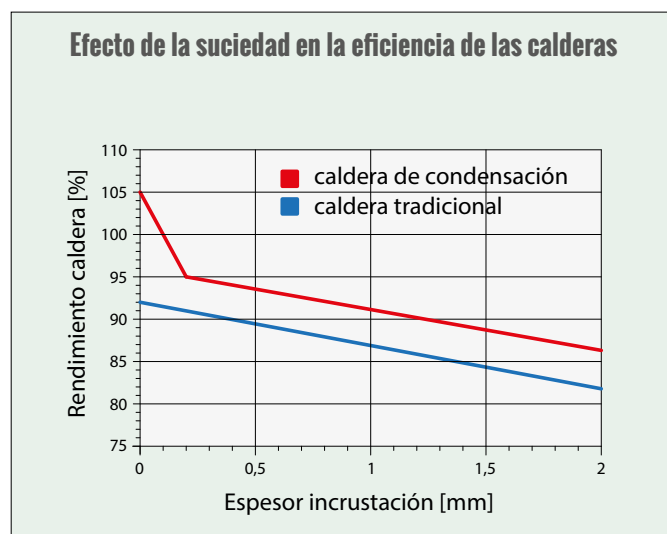
Todo ello conlleva un **menor rendimiento de la caldera y un aumento de los costes energéticos**.

En las **calderas de condensación** este fenómeno es aún más acentuado sobre todo al principio de la incrustación, cuando el espesor de depósito todavía es reducido.



En efecto, un aumento incluso de pocos grados de la temperatura de los humos reduce notablemente la capacidad de condensación de las calderas y, por consiguiente, su eficiencia.

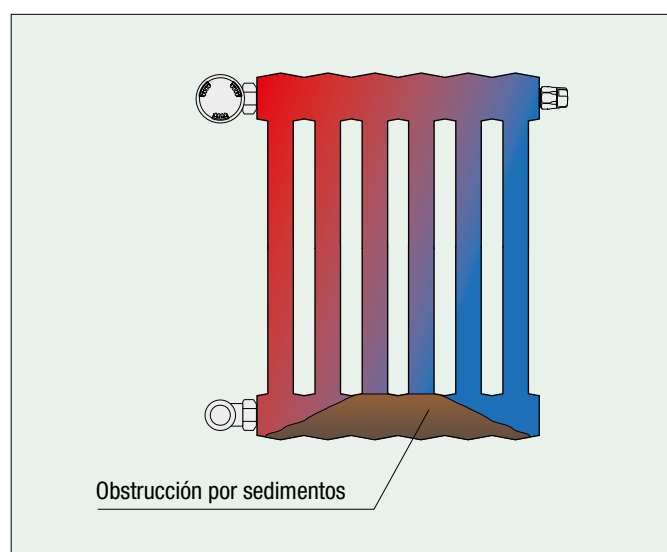
El rendimiento de las calderas de condensación se ve muy afectado por los sedimentos de impurezas.



Menor rendimiento de los elementos calefactores

La **acumulación de sedimentos**, polvos de hierro y magnetita en la parte baja de los elementos calefactores, puede causar graves desequilibrios térmicos, un nivel de confort insuficiente y mayores costes de gestión.

Una posible **obstrucción** puede cerrar algunos pasos en el interior de los radiadores e impedir la circulación del agua caliente. Por consiguiente, **se crean zonas frías** que no contribuyen al intercambio térmico. Al mismo tiempo, en la parte alta de los radiadores, la presencia de aire puede causar daños como las impurezas: por un lado disminuye el rendimiento del elemento calefactor y por otro a menudo es la causa del principio de las corrosiones.

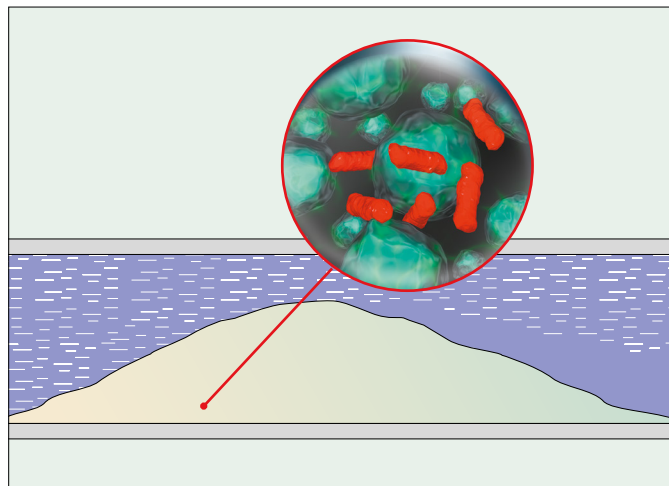


Reducción o bloqueo de la circulación

En las tuberías pueden producirse obstrucciones, especialmente en los codos o reducciones de diámetro.

En las **instalaciones de alta temperatura** la reducción de la circulación se debe esencialmente a las partículas de impurezas en suspensión que se depositan con el tiempo, sobre todo por precipitación durante el período estival.

En cambio, en las **instalaciones de baja temperatura** los bloqueos son causados principalmente por la presencia de algas y bacterias que proliferan formando la biopelícula. Las bajas temperaturas típicas de los sistemas de calefacción con suelo radiante (37/38 °C), son ideales para el crecimiento bacteriano.



Daños en las instalaciones de alta temperatura Impurezas generadas principalmente por corrosiones



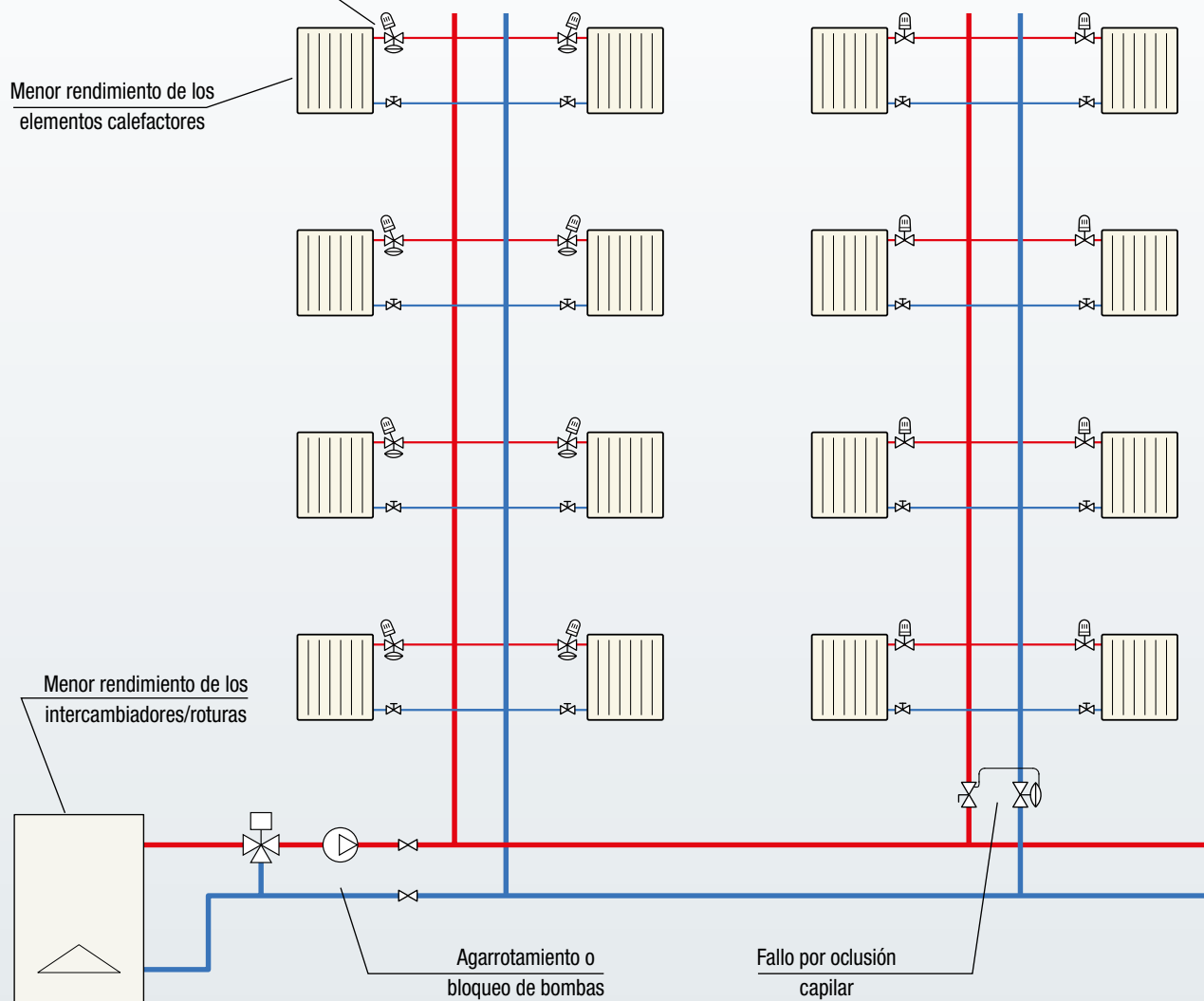
Fallo/obstrucciones
de válvulas

Menor rendimiento de los
elementos calefactores

Menor rendimiento de los
intercambiadores/roturas

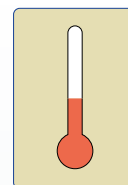
Agarrotamiento o
bloqueo de bombas

Fallo por oclusión
capilar

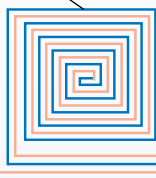
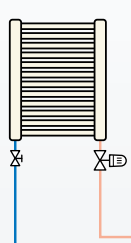


Daños en las instalaciones de baja temperatura

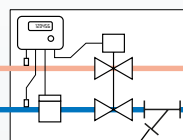
Impurezas generadas principalmente por el desarrollo de microorganismos



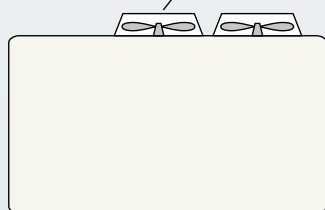
Circuitos parcialmente o totalmente obstruidos



Obstrucción de filtros

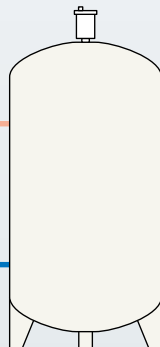


Menor eficiencia del bloque de intercambiadores



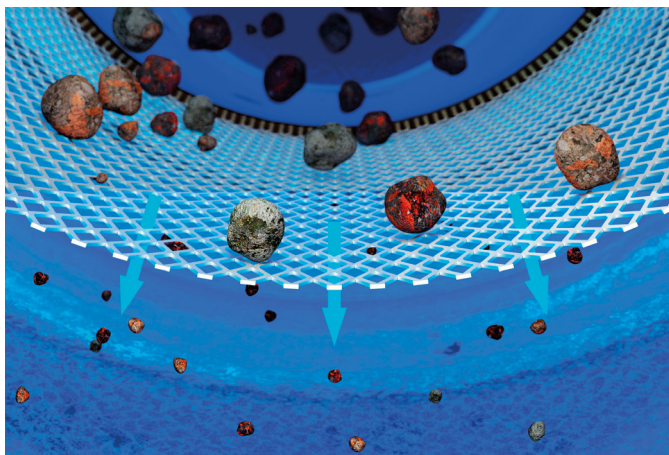
Bloqueo de la bomba

Fallo de la válvula mezcladora



DISPOSITIVOS PARA LA ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS

Las impurezas se pueden eliminar del agua de la instalación por medio de tratamientos de filtrado o desfangado, normalmente en la línea de retorno para proteger el generador. El **filtrado** es un tratamiento físico en el que las partículas de suciedad se separan del agua al ser retenidas por un medio filtrante poroso (malla filtrante).



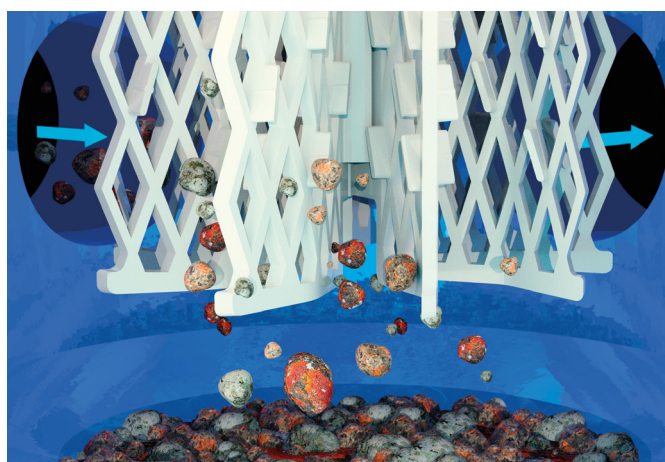
Tradicionalmente en los sistemas de calefacción de circuito cerrado se utilizan:

- filtros en Y
- filtros de malla o cartucho
- filtros de lecho.

Normalmente la elección depende de la dimensión de las impurezas en el interior de la instalación.

Si el agua contiene solo material grueso (piedrecitas, escamas de óxido, pequeñas cantidades de arena), son suficientes los filtros en Y o de malla.

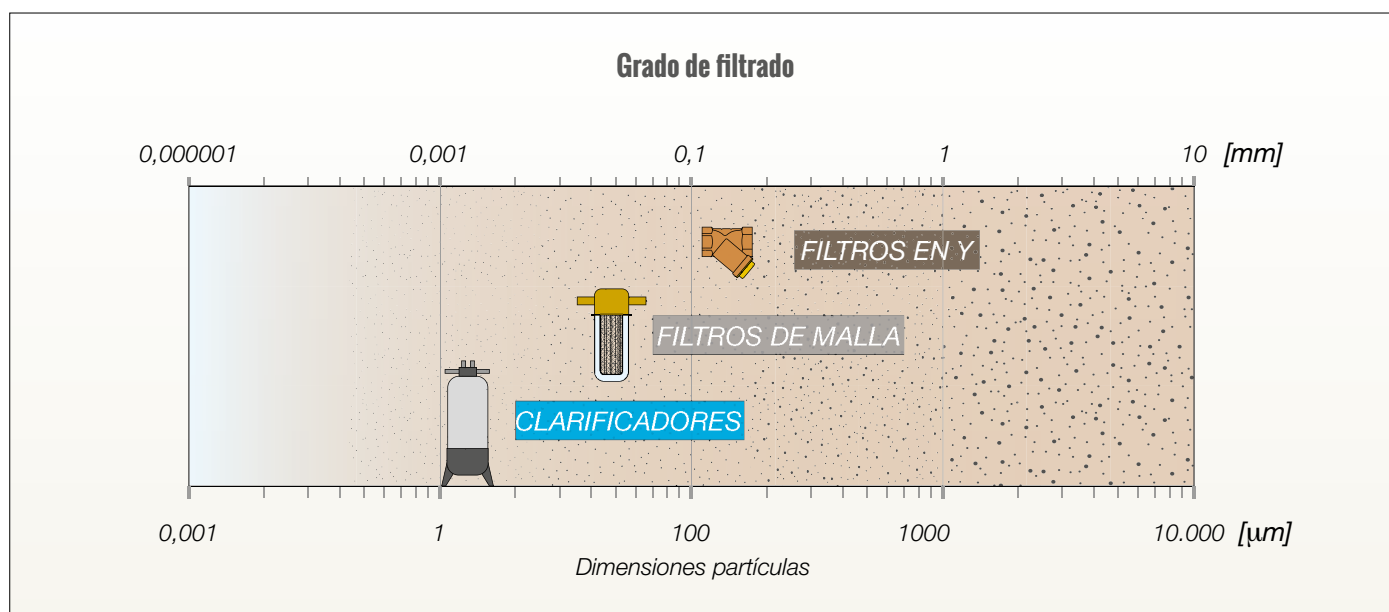
En cambio, si también hay sustancias finamente dispersas como magnetita, limo o algas, el filtrado de malla puede ser insuficiente dando mejores resultados los filtros de lecho. Vamos a analizar las principales diferencias entre los tipos de filtrado. El **desfangado** es un tratamiento físico que aprovecha la diferencia de peso específico de las partículas de impurezas respecto al agua: las partículas se separan del agua gracias a la **fuerza centrífuga** o la **fuerza de gravedad** (según el tipo de desfangador) y precipitan en la cámara de recogida.



Es un tratamiento más eficaz que el filtrado para la separación de las pequeñas partículas de suciedad e impurezas, sin embargo requiere varias pasadas del agua a través del dispositivo.

Para proteger mejor una instalación sería recomendable instalar tanto el filtro como el desfangador.

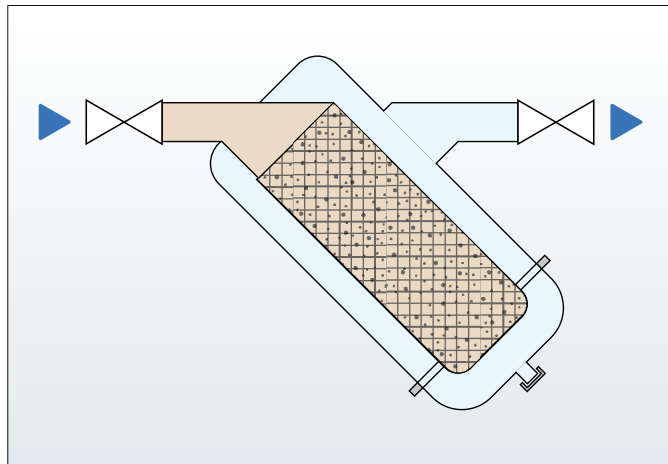
En el mercado hay productos combinados que desempeñan la función de filtro y desfangador: los **filtros desfangadores**.



FILTROS EN Y

Los filtros en Y están formados por un cesto de malla metálica o polímero que funciona como elemento filtrante y contenedor de impurezas.

El flujo procede desde el interior hacia el exterior del cesto filtrante. Las partículas, por lo tanto, quedan atrapadas en el interior del cesto.



En los sistemas de calefacción de circuito cerrado habitualmente se utilizan cartuchos con **capacidad filtrante** de **400–500 μm** , es decir que retienen impurezas a partir de este tamaño. No se recomiendan mallas más densas porque la superficie expuesta del elemento filtrante no es muy amplia. Sin embargo, es posible utilizar un imán para retener también las micropartículas magnéticas.

El valor de Kv, normalmente indicado en la ficha técnica, se calcula con el filtro totalmente limpio y áreas de paso libres de impurezas.

Cuando el filtro se obstruye, las pérdidas de carga aumentan progresivamente causando problemas (la altura manométrica del circulador puede no ser suficiente) o incluso el bloqueo de la circulación.

La **limpieza periódica** es fundamental porque las partículas tienden a adherirse a la superficie interna de la malla filtrante y solo una fracción de las mismas cae en la parte inferior para la recogida de impurezas.

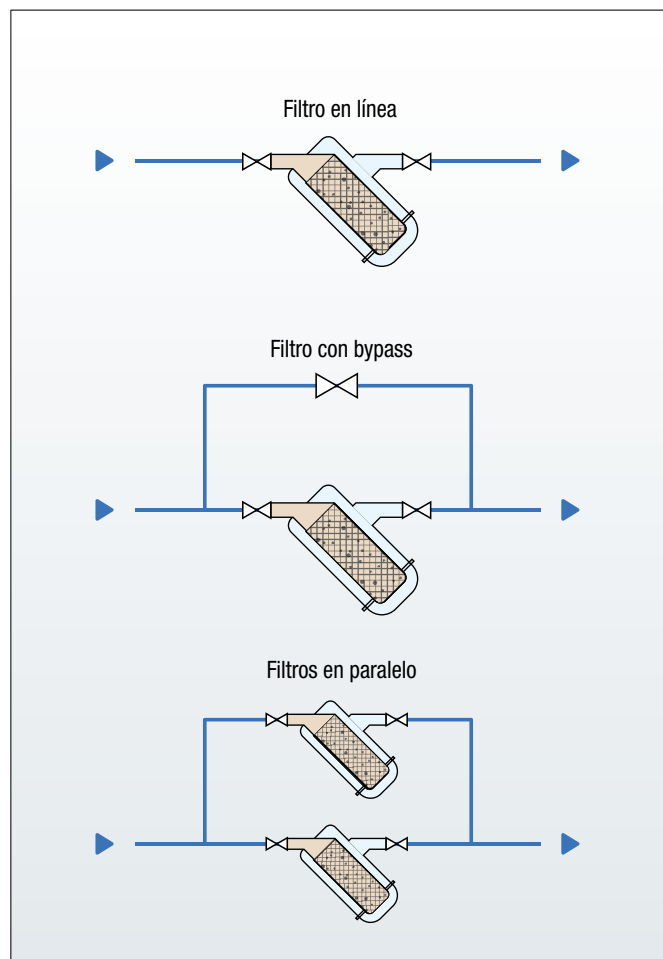
Es posible comprobar el **grado de suciedad** del cartucho filtrante con las tomas de presión (ya incluidas en algunos modelos) o instalando dos manómetros para el control de la pérdida de carga. Para realizar la limpieza y el mantenimiento del cartucho filtrante es necesario instalar dos válvulas de corte aguas arriba y aguas abajo del filtro.

El filtro se puede instalar:

en línea sin bypass (conlleva la parada de la instalación durante la fase de mantenimiento)

en línea con bypass preparado para la fase de mantenimiento;

en paralelo. Utilizando dos filtros se garantiza la protección de la instalación también durante el mantenimiento y puede ser útil en caso de obstrucción de un dispositivo.



VENTAJAS

- **filtrado en la primera pasada**
- **compacto y económico**
- **registrable:** es posible limpiar y reemplazar el cartucho interno sin desmontar el cuerpo de la tubería.



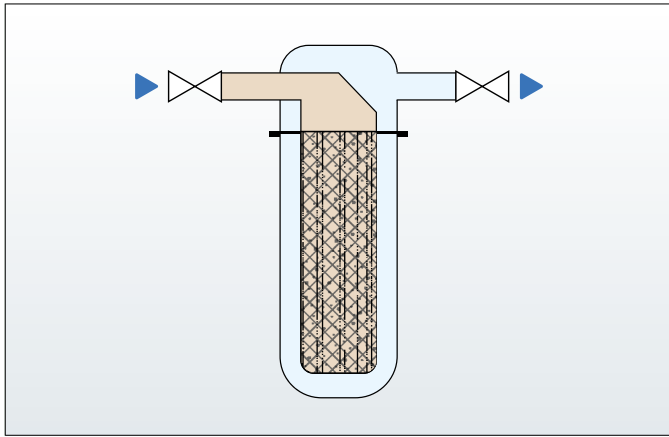
DESVENTAJAS

- **grado de filtrado no elevado:** logra separar partículas hasta 400–500 μm .
- **limpieza manual** mediante apertura del filtro y aclarado del cartucho.
- **limpieza periódica** frecuente
- **aumento de las pérdidas de carga** con obstrucción progresiva

FILTROS DE MALLA O CESTA

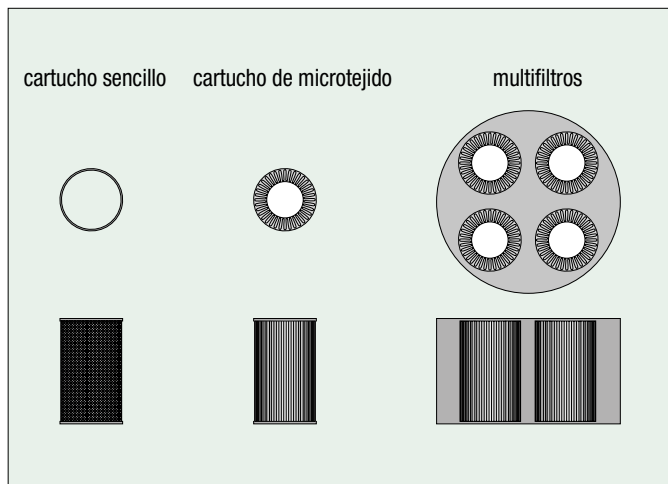
El agua pasa a través del elemento filtrante soltando las impurezas en la superficie del mismo, de forma similar a los filtros en Y.

La diferencia principal consiste en la **mayor extensión de la superficie filtrante**: siendo igual la malla filtrante, las superficies de filtrado mayores evitan una obstrucción precoz del filtro y, por consiguiente, permiten la utilización de mallas más finas.



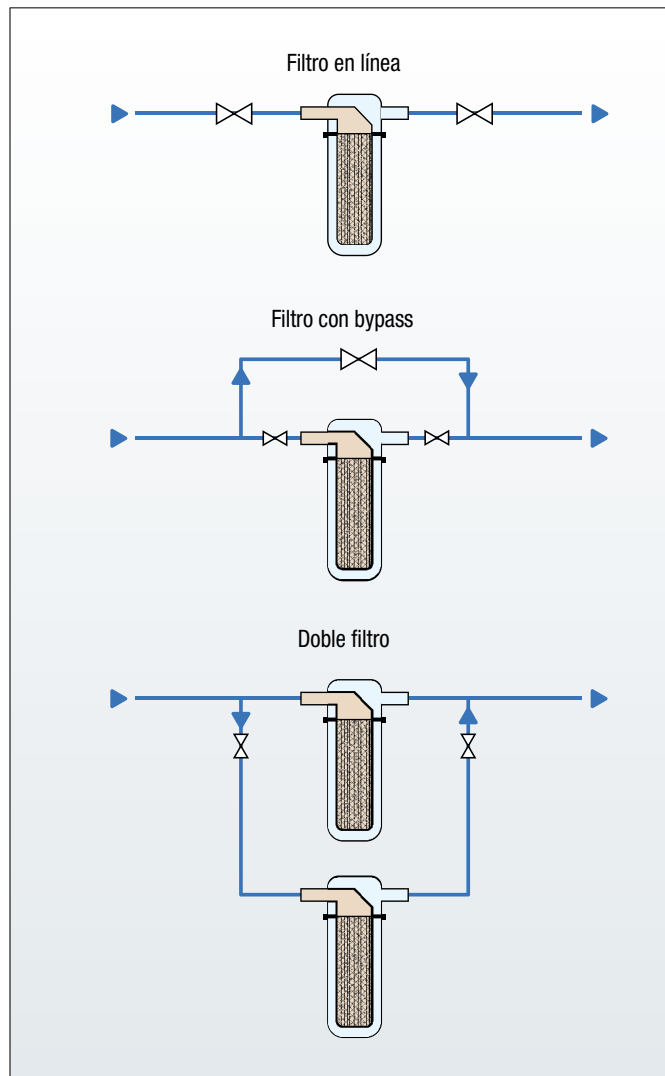
El cartucho interno filtrante puede ser de materiales distintos (acero, polipropileno, microtejido) y formas diferentes (sencillos o plisados).

Los cartuchos de microtejido de tipo plisado permiten aumentar notablemente la superficie filtrante manteniendo las mismas dimensiones de los cartuchos sencillos.



Las **dimensiones típicas** de la malla filtrante utilizada en instalaciones térmicas pueden ser de **1 a 200 μm** , pudiéndose incluir un imán para eliminar las micropartículas magnéticas.

Para aumentar la capacidad filtrante, es posible utilizar filtros múltiples (o multifiltros), adecuados para tratar grandes cantidades de agua (incluso hasta 500 m^3/h).



La limpieza de los elementos filtrantes requiere la apertura del dispositivo, la extracción (no siempre fácil) de los mismos y sobre todo la limpieza de la malla. En caso de mallas finas la limpieza es dificultosa, así que a menudo se procede directamente a su sustitución.



VENTAJAS

- **filtrado en la primera pasada**
- **amplia superficie filtrante** *aumentando el número de elementos filtrantes o las dimensiones de los mismos*
- **varias capacidades de filtrado.**



DESVENTAJAS

- **abultados**
- **difícil limpieza de la malla filtrante**
- **elevadas pérdidas de carga** *según el grado de obstrucción (cuanto más densa es la malla, más fácilmente se obstruye)*

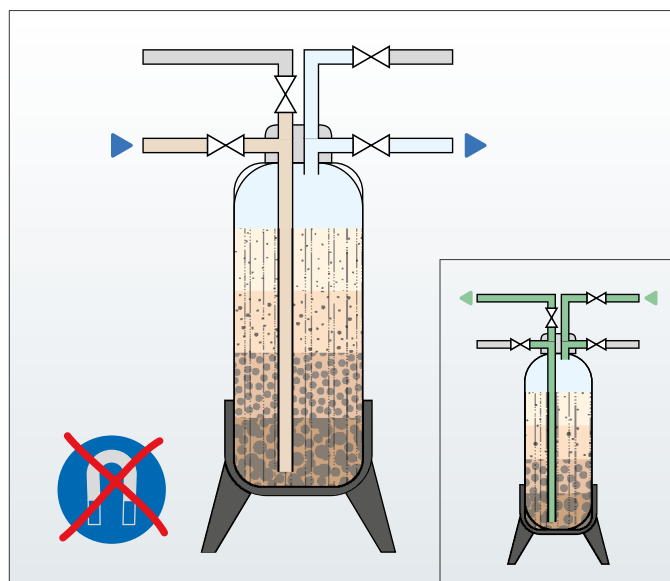
FILTROS DE LECHO

Se emplean para eliminar tanto residuos gruesos como partículas en suspensión (algas, arcilla y limo), óxidos metálicos y fangos de pequeñas dimensiones según las granulometrías utilizadas.

Se denominan “filtros de lecho” porque están **formados por varias capas de granulometría seleccionada** de tamaño diferente, cada una con una acción filtrante específica.

Las granulometrías diferentes son imprescindibles para conseguir una elevada eficacia de eliminación de todos los tipos de material disperso.

En este tipo de dispositivos, aunque se alcancen grados de filtrado elevados, no es posible aprovechar el efecto magnético para retener la magnetita.



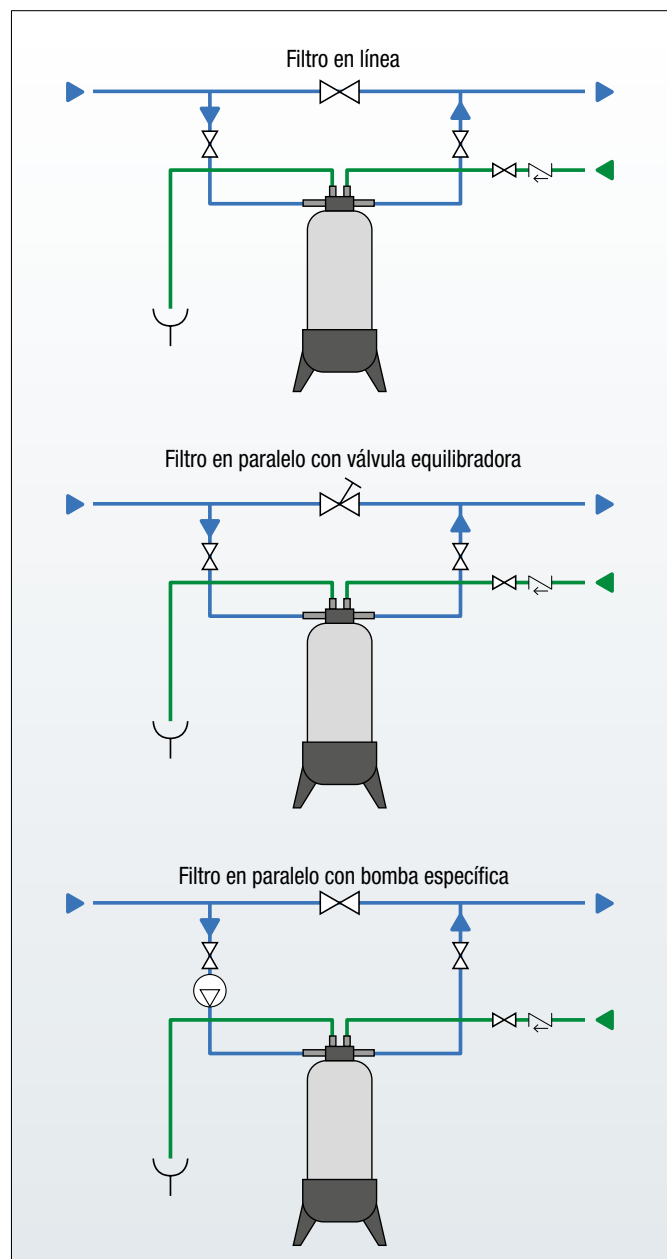
Es necesario realizar **contralavados periódicos**, cuando las pérdidas de carga a través del lecho filtrante alcanzan o superan el valor máximo permitido.

La limpieza con contralavado consiste en hacer fluir en el interior del dispositivo agua procedente de la red, en sentido contrario al sentido tradicional de recorrido del filtro. Al hacer pasar una gran cantidad de agua, el material del lecho filtrante se expande y permite la separación y evacuación de las impurezas retenidas.

Al cabo de un cierto número de ciclos, este procedimiento deja de ser eficaz y hay que sustituir las masas filtrantes.

Estos dispositivos se instalan raramente en línea, es decir con paso total del caudal, puesto que generan pérdidas de carga elevadas.

Es más común la instalación en paralelo, es decir desviando solo parte del caudal a través del dispositivo, gracias a una válvula de equilibrado o un circulador específico.



VENTAJAS

- **lavado a contracorriente:**
es posible realizar la limpieza sin abrir la carcasa
- **grado elevado de filtrado**



DESVENTAJAS

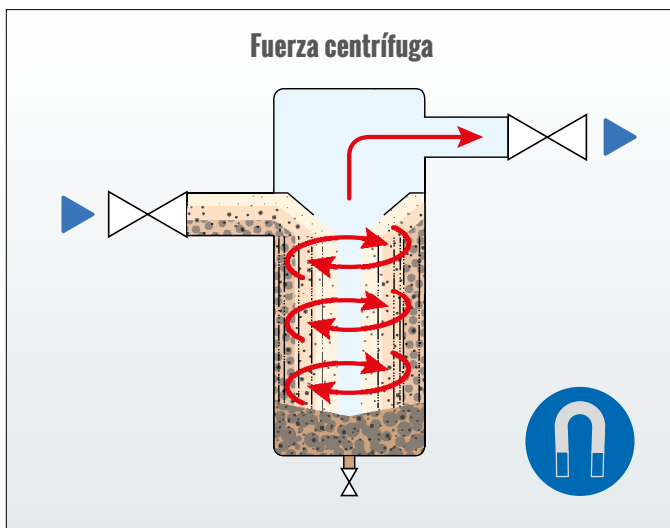
- **no está preparado para filtrado magnético**
- **elevadas pérdidas de carga** según el grado de obstrucción
- **posible obstrucción** después de cierto número de ciclos de contralavado.

DESFANGADORES

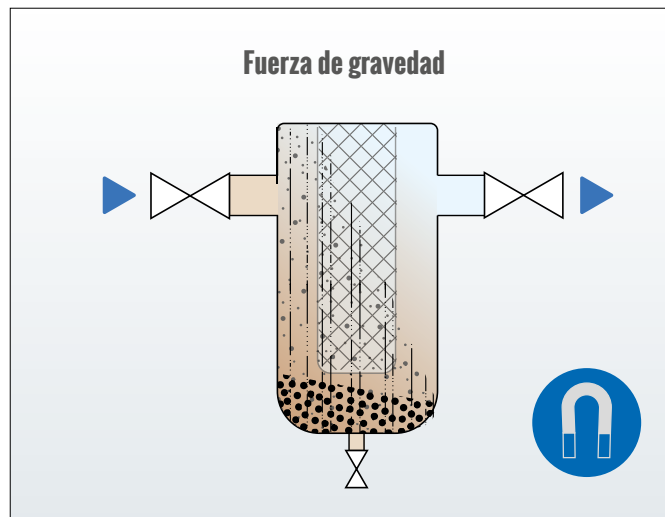
El desfangador aprovecha el peso específico diferente de las partículas de impurezas para separarlas del agua.

La recogida de las impurezas puede realizarse aprovechando:

- **la fuerza centrífuga.** La configuración del dispositivo obliga al agua a recorrerlo con un movimiento en espiral (ciclónico). La fuerza centrífuga empuja contra las paredes del dispositivo las impurezas más pesadas que precipitan por gravedad; después de un tramo descendente, el agua vuelve a subir dejando los residuos depositados en el fondo del dispositivo. Para la eficacia de este dispositivo, la velocidad debe mantenerse estable.

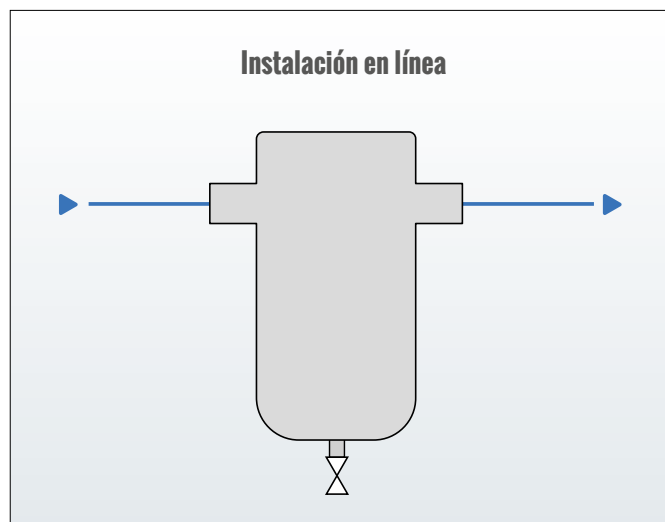


- **la fuerza de gravedad.** Las impurezas precipitan en la cámara de recogida gracias a la reducción de la velocidad del flujo después del ensanchamiento de sección del dispositivo respecto a la tubería. Además, el elemento interno, integrado por una malla colocada en forma de corona, facilita la precipitación de las partículas al chocar contra la malla. Para que el desfangador por gravedad sea eficaz en la eliminación de las partículas de suciedad e impurezas, la velocidad máxima recomendada del fluido en las conexiones del dispositivo debe rondar valores de 1–1,5 m/s.



Los desfangadores, sobre todo por gravedad, pueden utilizarse con imanes para la separación de las partículas ferromagnéticas como la magnetita.

La reducción de la velocidad del flujo permite aprovechar mejor la **atracción magnética** ya que se reduce claramente el efecto de arrastre.



En ambas soluciones las impurezas se pueden eliminar también estando la instalación en funcionamiento, simplemente abriendo la llave colocada en la parte inferior.

Para una limpieza más exhaustiva, casi siempre es posible desmontar también la parte superior de los dispositivos para acceder a la cámara de acumulación de fangos.



VENTAJAS

- **mantenimiento sencillo:** *no se obstruye y raramente es necesaria la limpieza*
- **descarga de impurezas con la instalación en marcha**
- **con imán:** *gracias a los imanes logra separar las partículas de hasta 5 μm (magnetita)*



DESVENTAJAS

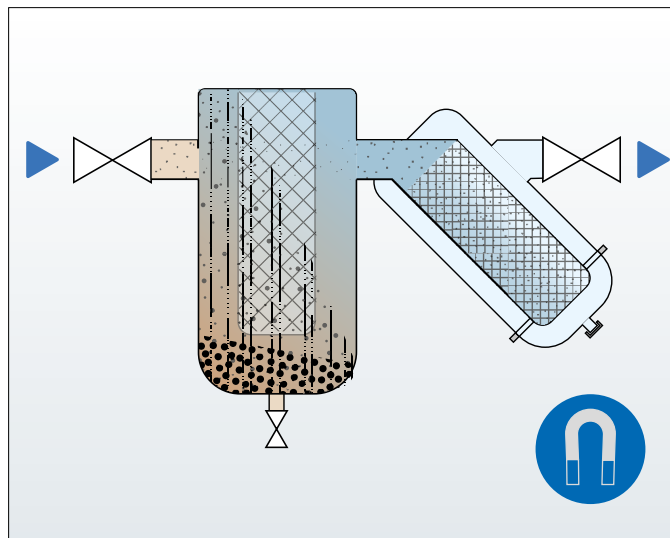
- **máxima eficiencia solo con varias pasadas**
- **velocidad máxima de flujo limitada**
la eficacia de separación aumenta al disminuir la velocidad del flujo; si la velocidad de arrastre se reduce, las partículas se separan más fácilmente

FILTROS DESFANGADORES

Para eliminar las impurezas que contiene el agua del circuito, la mejor solución es utilizar conjuntamente un filtro y un desfangador, **aprovechando así las ventajas de ambos componentes.**

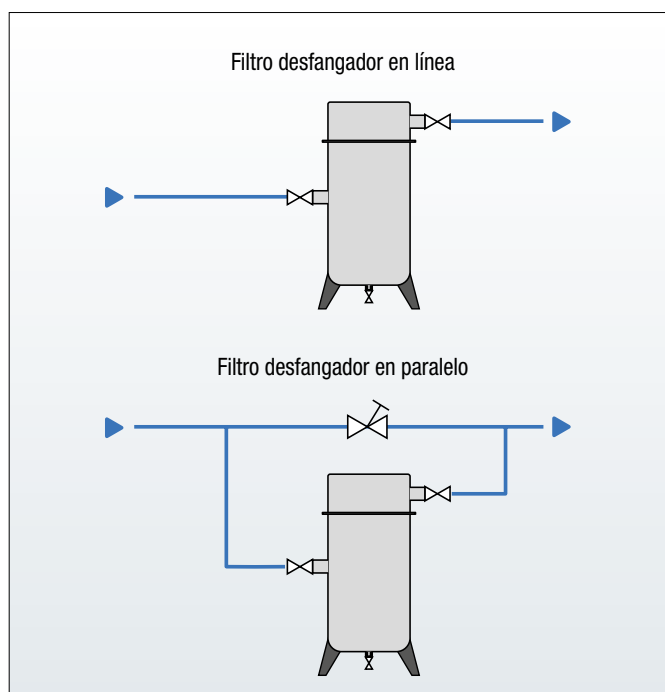
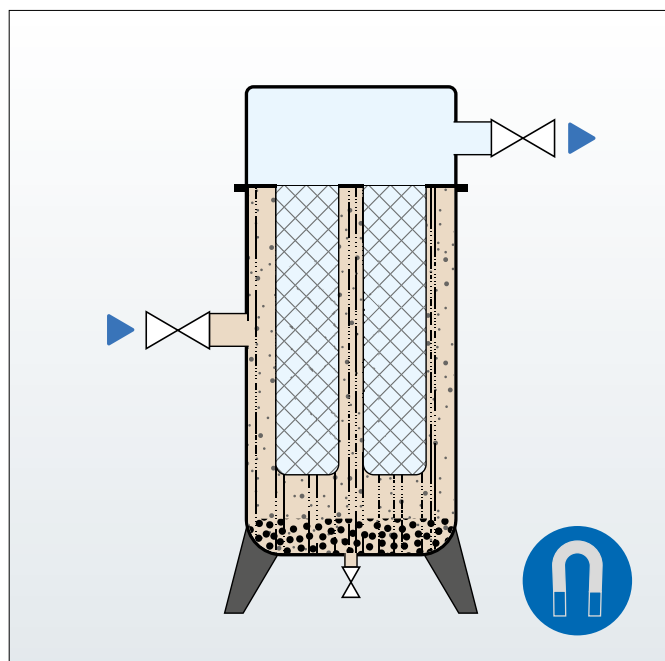
Respecto al sentido de flujo, se recomienda instalar primero el desfangador y luego el filtro. Así al retener una parte de las impurezas, el desfangador protege el filtro contra la obstrucción. El filtro se encarga de atrapar las partículas que quedan.

Para las **pequeñas instalaciones** es posible instalar los dos componentes en serie o utilizar dispositivos combinados.



En las **instalaciones medianas y grandes** es posible instalar los dos componentes en serie; en el mercado se encuentran los denominados **filtros desfangadores** porque están provistos de dispositivos filtrantes alojados en una cámara de dimensiones bastante grandes para aprovechar la fuerza de la gravedad y la decantación de las impurezas. Los cartuchos filtrantes internos, como los de los filtros de cesto, pueden tener una malla filtrante de dimensiones diferentes según el grado de filtrado que se desea conseguir. Sin embargo, en estos dispositivos el agua fluye del exterior al interior del cartucho filtrante, en sentido contrario respecto a los filtros de cesto.

Es así posible aprovechar el principio de la decantación de las partículas por gravedad antes de pasar por la malla filtrante. La instalación puede ser en línea o paralelo.



VENTAJAS

- filtrado en la primera pasada
- amplia gama de dimensiones
- posibilidad de elegir el grado de filtrado
- es posible incluir imanes



DESVENTAJAS

- limpieza dificultosa de los cartuchos filtrantes
- obstrucción de los cartuchos filtrantes

Limpieza de los filtros desfangadores

La utilización de imanes puede aumentar la capacidad de separación de las partículas magnéticas de dimensiones reducidas, sin embargo crea complicaciones durante la fase de limpieza del dispositivo.

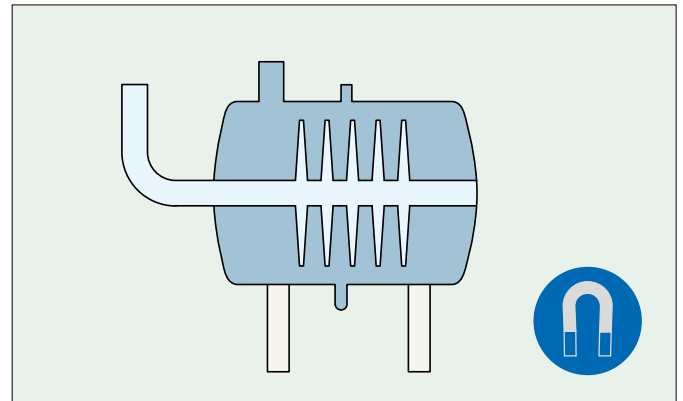
La limpieza de los filtros desfangadores tradicionales, habitualmente es **bastante compleja**, si no en términos de intervención en el dispositivo, seguramente en términos de lavado de los cartuchos filtrantes y limpieza de los imanes sumergidos.



Para mejorar la eficiencia del sistema de filtrado y desfango de la instalación, evitando los problemas relacionados con el aumento de las pérdidas de carga, el bloqueo de la

circulación y la limpieza dificultosa, es posible instalar **filtros desfangadores autolimpiantes**.

Los filtros desfangadores autolimpiantes se van a detallar en las páginas siguientes.



VENTAJAS

- **filtrado en la primera pasada**
- **fácil limpieza de los cartuchos filtrantes**
- **autolimpiante:** *la versión automática permite realizar el ciclo de limpieza cuando el Δp alcanza un valor límite configurado.*

DESAGÜE AL ALCANTARILLADO

El agua del sistema de calefacción, debido a las impurezas que contiene, **no siempre se puede descargar libremente al alcantarillado**. En efecto, a menudo algunos parámetros del agua residual superan los valores establecidos por ley y, por estas razones, el agua debe considerarse un “residuo” que hay que eliminar cumpliendo las disposiciones nacionales y locales.

Los fenómenos corrosivos originan productos de corrosión (hierro, aluminio, cobre, zinc, estaño e incluso plomo) que circulan en el agua y que posteriormente se descargan durante las operaciones de mantenimiento.

Además, durante la limpieza se retiran de la instalación notables cantidades de materiales gruesos, sobre todo si se utilizan productos químicos. De por sí, el producto químico no representa un problema si se descarga en el alcantarillado, ya que no es peligroso y es biodegradable. Sin embargo, si actúa correctamente, las sustancias eliminadas se ponen en circulación en el agua.

La mayoría de las aguas residuales contienen cantidades de hierro y material grueso más elevadas respecto a los límites establecidos.

En general los desagües de los sistemas de calefacción y refrigeración de grandes dimensiones a menudo se someten a controles por las autoridades competentes. Para pequeñas calderas domésticas, en cambio, se tiende a no tener en cuenta este problema, aunque las normativas sean las mismas.

Por esta razón, al realizar intervenciones de limpieza y mantenimiento, se recomienda tener en cuenta el procedimiento correcto para la eliminación de las aguas residuales. Además, cabe destacar que, con una correcta gestión de la instalación, quedará más limpia, se limitará la disolución de metales en el agua y se evitará la formación de corrosiones e incrustaciones. Se reducen así los lavados necesarios y la probabilidad de que las descargas superen los límites que establecen las normas.

DISPOSITIVO CON DESFANGADOR Y FILTRO PARA PEQUEÑAS INSTALACIONES

Estos dispositivos se han diseñado para ser especialmente **compactos y facilitar su montaje** en instalaciones de pequeñas dimensiones.

Se pueden instalar en tuberías horizontales y verticales gracias a una tuerca anular que permite el giro del desfangador para mantener la cámara de decantación siempre en posición óptima.

FUNCIONAMIENTO

Este dispositivo está integrado por un desfangador y un filtro colocados en serie.

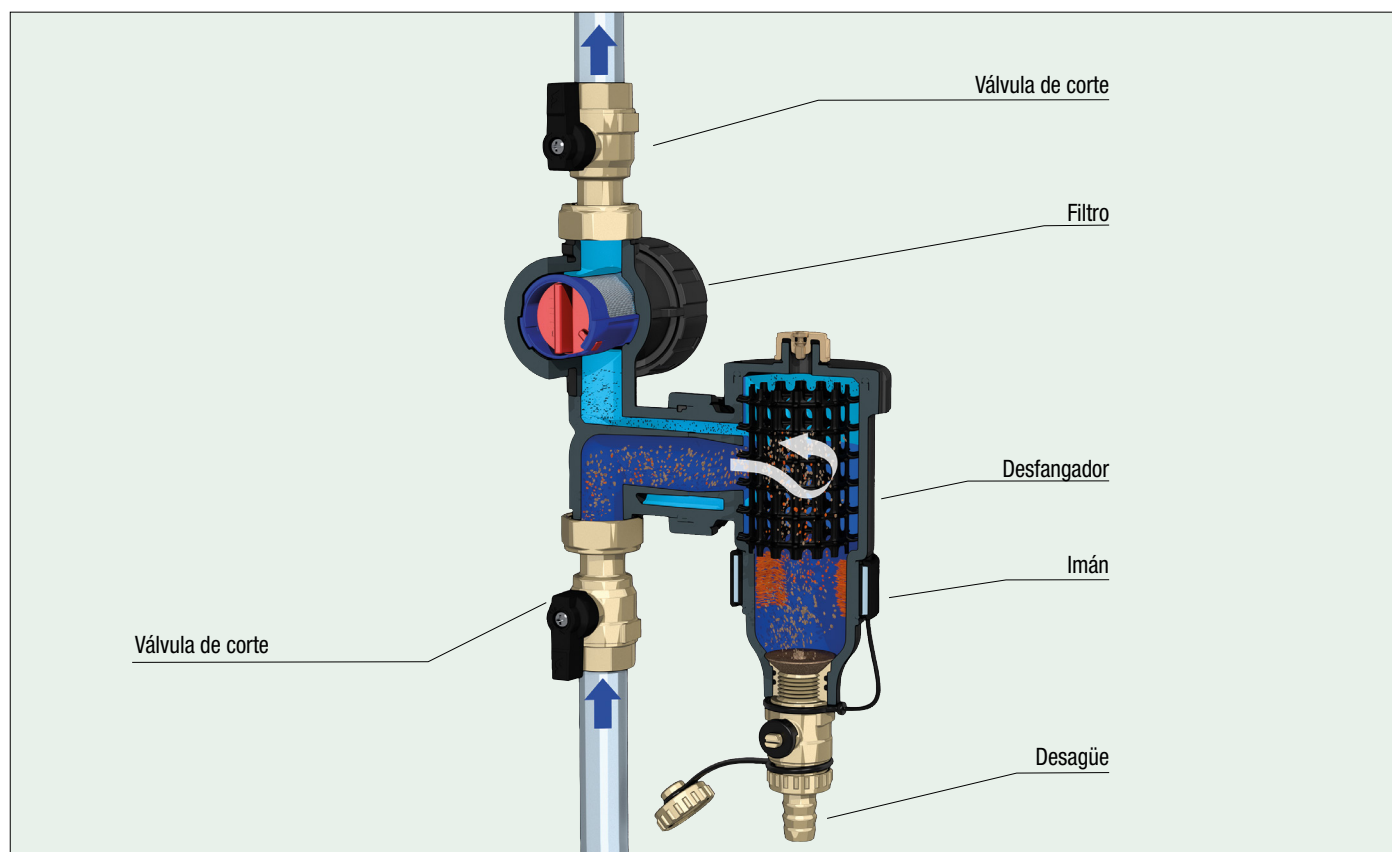
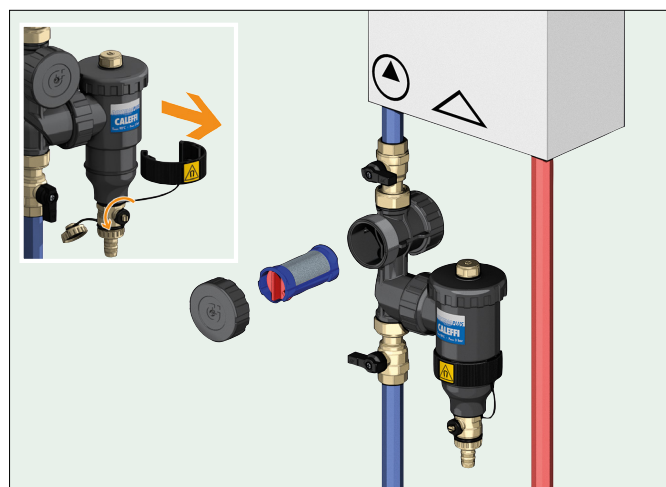
El agua que circula en la instalación pasa primero por el **desfangador** y luego por el filtro de cartucho. Así, la mayoría de las impurezas precipita en el desfangador, evitando que la malla filtrante se obstruya rápidamente. El **filtro** se encarga de retener las partículas restantes, garantizando la máxima limpieza del agua y la protección del generador.

Además, en el desfangador hay un elemento magnético imprescindible para retener las partículas ferrosas.

LIMPIEZA

En general, la limpieza se divide en dos fases:

1. **descarga de la cámara de decantación;** en esta fase, después de retirar el elemento magnético, se realiza la purga de los fangos recogidos abriendo la correspondiente válvula de descarga.
2. **limpieza del cartucho filtrante;** después de aislar el dispositivo, se extrae el elemento filtrante del que se pueden eliminar fácilmente las impurezas capturadas.



FILTRO DESFANGADOR AUTOLIMPIANTE

Estos dispositivos se han diseñado para superar la limitación principal de los filtros desfangadores con alto grado de filtrado, es decir su obstrucción que en general requiere operaciones de limpieza complejas y costosas.

Las ventajas son las que caracterizan los filtros desfangadores, es decir realizar la limpieza del fluido del sistema de calefacción mediante:

- **filtrado total** a través de las superficies de los elementos filtrantes;
- **atracción magnética** gracias a imanes instalados en el exterior de los elementos filtrantes;
- **decantación de las impurezas** gracias al efecto ciclónico al que se somete el fluido y al tamaño del dispositivo.

FUNCIONAMIENTO

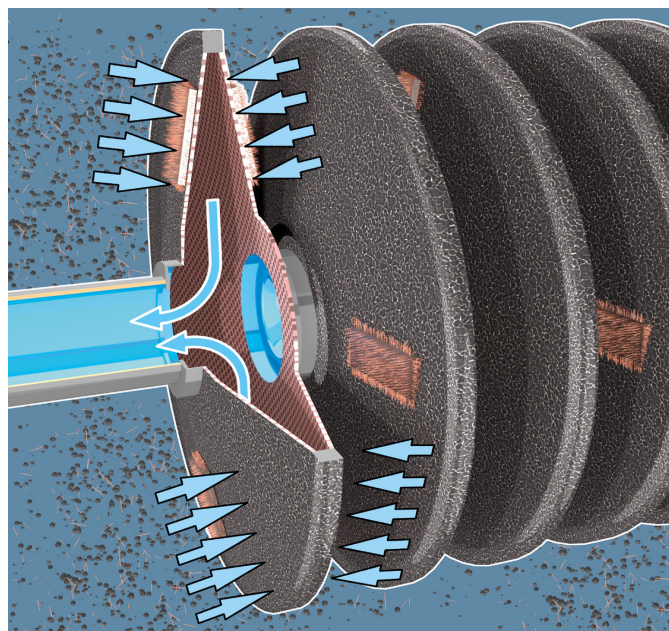
El agua de la instalación en entrada al dispositivo pasa por los discos con una superficie filtrante muy amplia.

Las impurezas se retienen en el exterior de la malla filtrante y precipitan por gravedad.

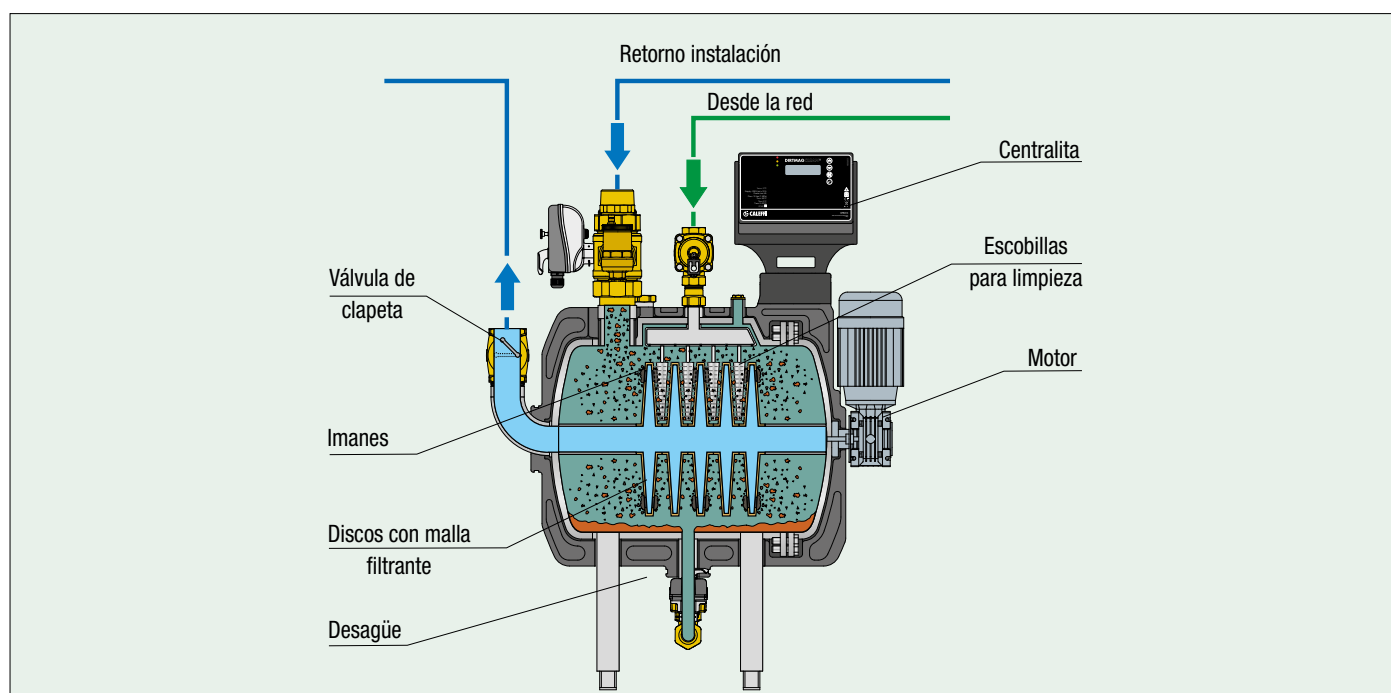
Los imanes colocados en los discos filtrantes atraen las partículas ferromagnéticas.

La malla filtrante se va obstruyendo progresivamente provocando un aumento de la pérdida de carga al paso del agua a través del dispositivo. Por encima de un determinado valor hay que limpiar el sistema.

La limpieza se puede realizar de forma manual (siendo el operario que debe controlar la fase de limpieza) o de forma automática con centralita de control (la limpieza se realiza



automáticamente según el grado de obstrucción de los cartuchos filtrantes o bien con programación horaria). La malla filtrante se va obstruyendo progresivamente provocando un aumento de la pérdida de carga al paso del agua a través del dispositivo. Por encima de un determinado valor hay que limpiar el sistema. La limpieza se puede realizar de forma **manual** (siendo el operario que debe controlar la fase de limpieza) o de forma **automática** con centralita de control (la limpieza se realiza automáticamente según el grado de obstrucción de los cartuchos filtrantes o bien con programación horaria).



LIMPIEZA

En general, la limpieza se divide en tres fases:

1. Vaciado del dispositivo
2. Lavado y limpieza de los discos filtrantes
3. Llenado del dispositivo y restablecimiento del funcionamiento

Vaciado del dispositivo

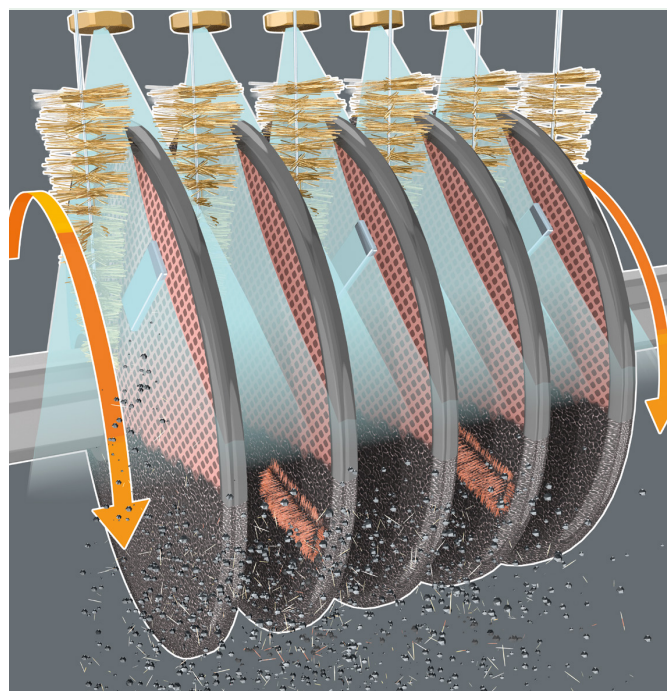
Sirve para vaciar la cámara que contiene los elementos filtrantes para pasar a la fase de lavado. Además, permite eliminar las impurezas recogidas por decantación en el fondo del dispositivo. Para realizar esta operación, se aísla el dispositivo de la instalación cerrando las válvulas aguas arriba y aguas abajo y después se abre la válvula de descarga. La presencia de una válvula rompe vacío, que permite introducir aire en la parte superior de la cámara de decantación, facilita la salida del agua. En la versión automática la maniobra de todas estas válvulas está automatizada a través de los servomandos.

Lavado y limpieza

Con el dispositivo vacío, se abre la válvula de carga procedente de la línea de llenado de la instalación y el agua en entrada se transforma en pequeños chorros a alta velocidad que desprenden las impurezas presentes en los discos filtrantes y las hacen precipitar en la parte baja del dispositivo.

Al mismo tiempo los discos filtrantes giran y las escobillas colocadas en la parte superior contribuyen a limpiar los discos filtrantes y los imanes.

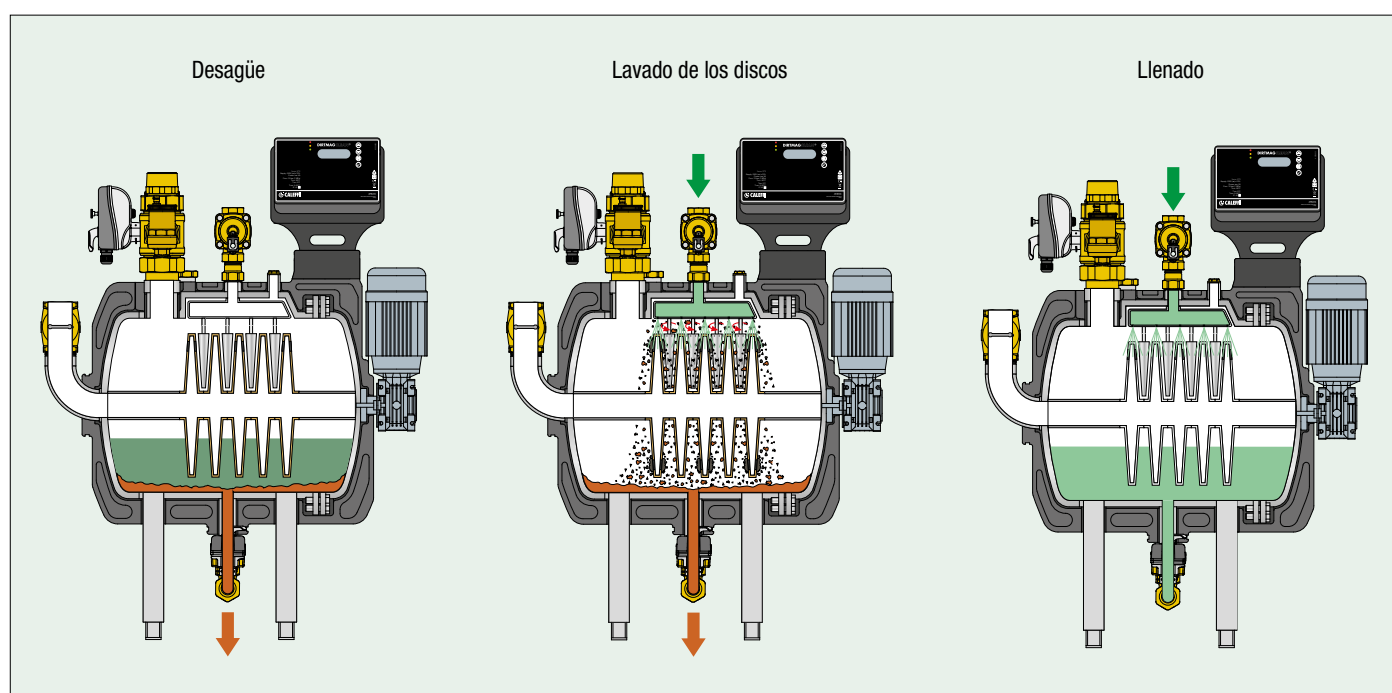
El desagüe está siempre abierto para eliminar las impurezas que se desprenden durante el lavado.



Llenado y restablecimiento del funcionamiento

Una vez finalizada la limpieza del dispositivo, se cierra la válvula de descarga y, con el agua procedente de la línea de llenado, se restablece la presión en el interior del dispositivo antes de volver a abrir la circulación hacia la instalación.

Durante el llenado, la válvula automática de purga del aire en la parte más alta del dispositivo se encarga de eliminar el aire.



DIMENSIONAMIENTO DE FILTROS Y DESFANGADORES

Aunque desempeñen la misma función, es decir retirar las impurezas de la instalación, para su dimensionamiento los filtros y los desfangadores requieren la evaluación de parámetros distintos.

Vamos a ver los criterios de dimensionamiento de estos dispositivos.

FILTROS Y FILTROS DESFANGADORES

Para el dimensionamiento de un filtro el parámetro principal a analizar es su **pérdida de carga**. En efecto, el paso del agua a través de la malla filtrante crea una pérdida de carga diferente según la capacidad filtrante. Cuanto mayor es la capacidad filtrante, mayor será la eficiencia de separación así como las pérdidas de carga que se generen.

Además, la pérdida de carga no se mantiene constante durante el funcionamiento, sino que aumenta, también de forma considerable, según la malla filtrante va reteniendo las partículas arrastradas por el agua. Por eso se recomienda calcular la pérdida de carga de diseño teniendo en cuenta el grado de suciedad de la malla filtrante.

En las fichas técnicas proporcionadas por el fabricante se indica, en función del caudal, la **pérdida de carga nominal** (ΔP_{nom}), es decir con el filtro limpio. Sin embargo, para el dimensionamiento conviene tener en cuenta el grado de suciedad permitido para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación incluso con una obstrucción parcial del filtro. Por lo tanto, es recomendable prever una pérdida de **carga de diseño** (ΔP_{pr}) comprendida entre los siguientes valores:

$$1,4 \cdot \Delta p_{nom} \leq \Delta p_{pr} \leq 2 \cdot \Delta p_{nom}$$

En los dispositivos combinados como los **filtros desfanganadores**, la malla filtrante está más protegida respecto a la de un simple filtro, porque una parte de las impurezas precipita en el desfangador. Por esta razón, a igualdad de tiempo de funcionamiento, el grado de suciedad es inferior respecto al de los filtros. Por consiguiente, conviene prever una pérdida de carga de diseño (ΔP_{pr}) comprendida entre los siguientes valores:

$$1,1 \cdot \Delta p_{nom} \leq \Delta p_{pr} \leq 1,3 \cdot \Delta p_{nom}$$

En estos dispositivos es importante revisar también la velocidad de paso del fluido, como se verá en detalle en el apartado siguiente dedicado a los desfangadores.

DESFANGADORES

El dimensionamiento de un desfangador depende principalmente de la **velocidad de paso del fluido** a través del dispositivo, ya que una velocidad demasiado elevada no permitiría una correcta decantación de las impurezas.

Aunque los desfangadores estén provistos de amplias secciones de paso creadas especialmente para desacelerar el fluido, para garantizar un funcionamiento óptimo, la **velocidad de diseño** (v_{pr}) en entrada al dispositivo debe estar comprendida entre:

$$1 \text{ m/s} \leq v_{pr} \leq 1,5 \text{ m/s}$$

Como es sabido, la velocidad del fluido está relacionada con el caudal a través de la sección de paso. Permanecer dentro de los límites de velocidad arriba indicados significa no superar determinados valores de caudal máximo permitido por cada medida.

A diferencia de los filtros, el cálculo de las pérdidas de carga de los desfangadores es un aspecto secundario, ya que las pérdidas de carga se mantienen constantes en el tiempo de funcionamiento: las impurezas acumuladas en la cámara de decantación no obstaculizan el paso del fluido. Por esta razón la pérdida de carga nominal, es decir con el dispositivo limpio, coincide con la de diseño.

Dada la conformación de estos componentes (sección de paso amplia), en el rango de caudales de funcionamiento óptimos, su pérdida de carga se mantiene en valores casi siempre insignificantes y en el orden de 100 mm c.a.

GRÁFICOS DE DIMENSIONAMIENTO

Los métodos de dimensionamiento expuestos se pueden resumir en gráficos como el que se muestra en la página siguiente.

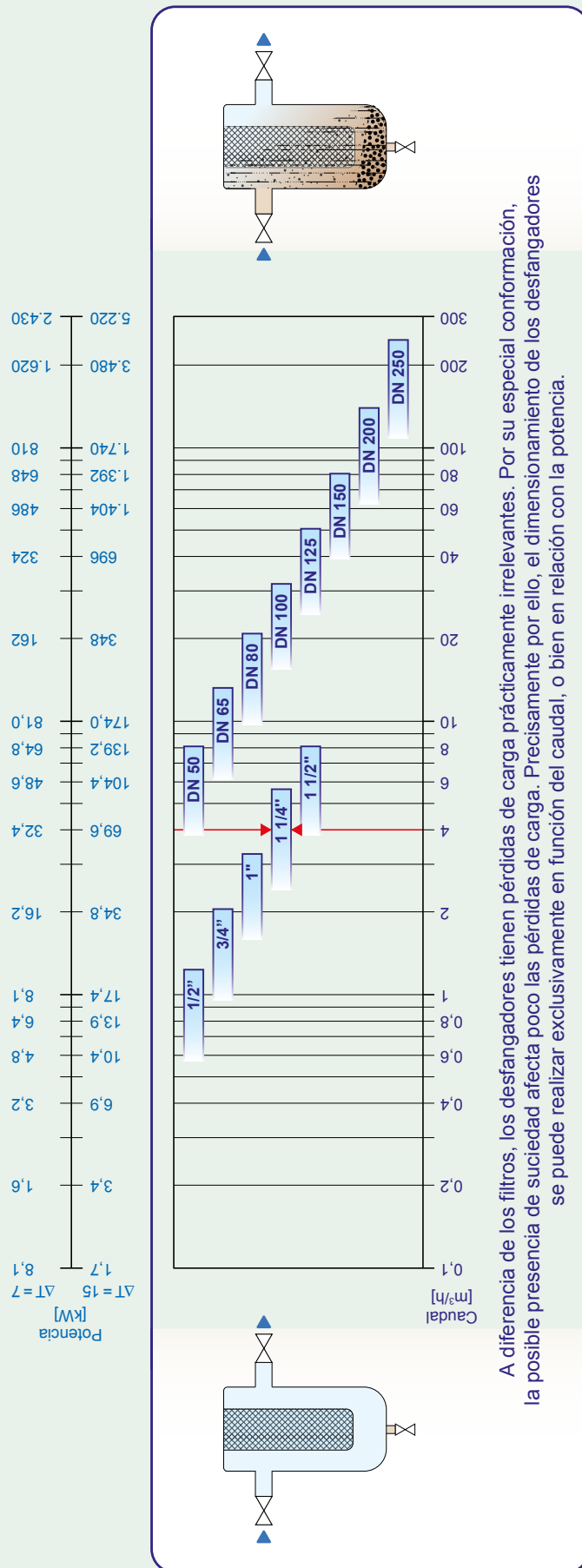
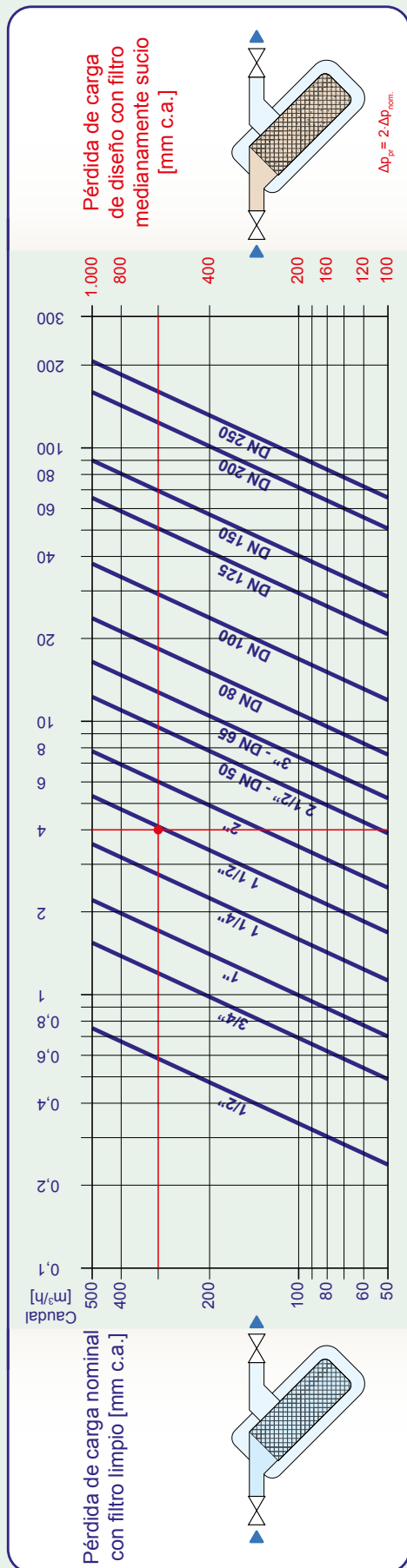
A continuación se muestra un ejemplo que ilustra mejor su utilización.

Ejemplo

Dimensionamiento de un filtro y un desfangador para los siguientes parámetros:

- Caudal total de la instalación $G_{tot} = 4000 \text{ l/h}$
- Pérdida de carga de diseño: $\Delta p_{pr} = 600 \text{ mm c.a.}$

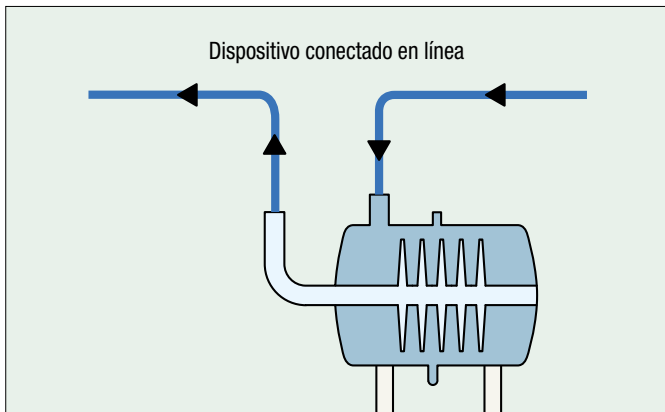
Utilizando el gráfico, cruzando los valores de pérdida de carga de diseño y caudal, se puede elegir un filtro de 1 1/2". Del mismo modo, en la parte reservada a los desfangadores, se obtiene una medida de 1 1/4".



A diferencia de los filtros, los desfangadores tienen pérdidas de carga prácticamente irrelevantes. Por su especial conformación, la posible presencia de suciedad afecta poco las pérdidas de carga. Precisamente por ello, el dimensionamiento de los desfangadores se puede realizar exclusivamente en función del caudal, o bien en relación con la potencia.

DISPOSITIVOS EN LÍNEA

En los dispositivos en línea, el caudal pasante coincide con el caudal total de la instalación. Por lo tanto, se pueden utilizar los criterios de dimensionamiento ilustrados anteriormente. Este tipo de conexión se utiliza cuando la pérdida de carga generada por el dispositivo no afecta el funcionamiento de la instalación. Este factor debe valorarse atentamente, sobre todo en instalaciones existentes.



DISPOSITIVOS EN PARALELO

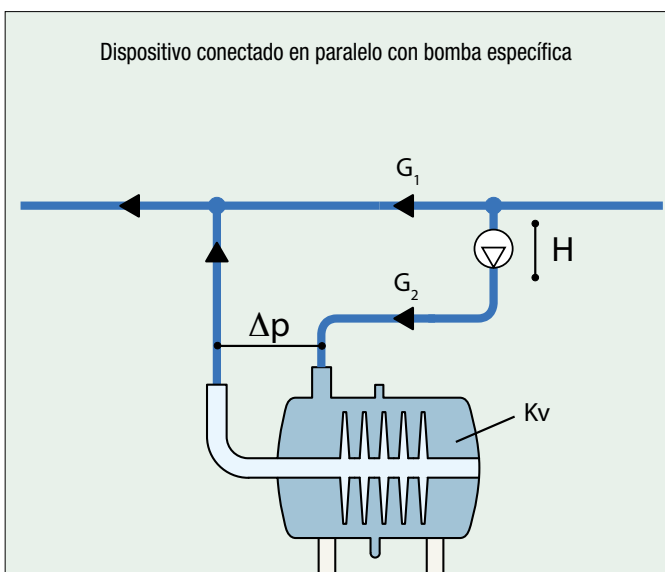
En este tipo de conexión el caudal que pasa por el dispositivo es solo una fracción del caudal total de la instalación. Por esta razón es apto para instalaciones con altura manométrica residual disponible limitada.

Existen dos opciones:

- con bomba específica;
- con válvula de regulación.

Conexión con bomba específica

En esta conexión una parte del caudal total se envía hacia el filtro mediante una bomba específica.



La conexión en paralelo mediante una bomba no genera ninguna pérdida de carga adicional en la instalación, puesto que toda la pérdida de carga causada por el sistema de tratamiento del agua es compensada por una bomba específica. En caso de **instalaciones existentes**, este tipo de conexión es ventajoso porque no altera el funcionamiento respecto a la situación de diseño, tanto en términos de caudal como de altura manométrica requerida por el circulador principal. Por consiguiente, no se requiere la sustitución de los circuladores ya instalados.

En cambio, en **instalaciones nuevas** de caudal variable, la conexión con bomba específica permite independizar el caudal de funcionamiento de la instalación del caudal tratado. Así es posible tratar siempre la máxima cantidad de fluido también con régimen de carga parcial.

En general siempre se pueden realizar operaciones de mantenimiento y lavado de los elementos filtrantes también estando activa la instalación; esto es especialmente importante en los dispositivos provistos de sistemas automáticos de limpieza.

Dimensionamiento

Para dimensionar este sistema:

1. se establece el caudal G_2 que debe ser tratado por el dispositivo, habitualmente del 20 al 80 % del caudal total;
2. se calcula la pérdida de carga nominal a través de los gráficos facilitados por los fabricantes o a través del valor de K_v del dispositivo;
3. se calcula la pérdida de carga de diseño teniendo en cuenta el grado de suciedad del dispositivo (consulte la pág. 26) y las pérdidas correspondientes a las tuberías de conexión;
4. se dimensiona la bomba a través de los valores de caudal G_2 y la pérdida de carga calculada en el punto 3.

Ejemplo

Dimensionamiento de un filtro desfangador con los siguientes parámetros:

- Caudal total instalación $G_{tot} = 40.000 \text{ l/h}$
- K_v filtro desfangador $K_v = 45 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal tratado: $G_2 = 35 \% \text{ de } G_{tot}$

Se calcula el caudal tratado (G_2):

$$G_2 = G_{tot} \cdot 0,35 = 40.000 \cdot 0,35 = 14.000 \text{ l/h}$$

Se calcula la pérdida de carga nominal:

$$\Delta p_{nom} = 0,01 \cdot (G_2 / K_v)^2 = 0,01 \cdot (14.000 / 45)^2 = 968 \text{ mm c.a.}$$

Se calcula la pérdida de carga de diseño:

$$\Delta p_{pr} = \Delta p_{nom} \cdot 1,1 = 968 \cdot 1,1 \approx 1.100 \text{ mm c.a.}$$

sin tener en cuenta las pérdidas de las tuberías de conexión. Se dimensiona entonces la bomba específica con dichos valores:

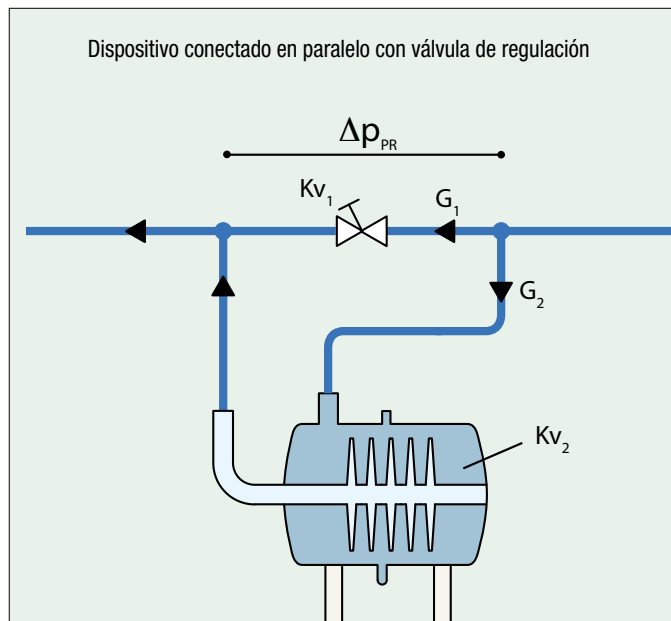
$$G = 14.000 \text{ l/h}$$

$$H = 1.100 \text{ mm c.a.}$$

caudal de la bomba
altura manométrica de la bomba

Conexión mediante la válvula de regulación

En esta conexión una parte del caudal se envía hacia el dispositivo mediante la pérdida de carga generada por una válvula de regulación.



La pérdida de carga nominal del dispositivo (es decir, con el componente limpio) puede ser muy próxima o incluso coincidir con la de diseño, ya que la obstrucción del dispositivo afecta el caudal total de la instalación de forma menos significativa respecto a la instalación en línea.

Dimensionamiento

Para dimensionar este sistema:

1. Se establece la **pérdida de carga de diseño** (Δp_{pr}) teniendo en cuenta la altura manométrica disponible. Para reducir los costes de bombeo, la pérdida de carga de diseño debería estar comprendida entre **500–1500 mm c.a.**
2. Se calcula la pérdida de carga nominal (Δp_{nom}):

$$\Delta p_{nom} = \frac{\Delta p_{pr}}{1,1}$$

3. Se calcula el caudal que pasa por el dispositivo (G_2) mediante la fórmula:

$$G_2 = K_{v_2} \cdot \sqrt{\Delta p_{nom}}$$

El caudal (G_2) no debe ser demasiado bajo para no inutilizar el sistema de filtrado. Habitualmente no se recomiendan valores inferiores al 20-25 % del caudal total de la instalación.

4. Se calcula el caudal que pasa a través de la válvula de regulación (G_1):

$$G_1 = G_{tot} - G_2$$

5. Se calcula el K_{v_1} de la válvula de equilibrado:

$$\Delta p_{pr} = \left(\frac{G_1}{K_{v_1}} \right)^2 = \left(\frac{G_2}{K_{v_2}} \right)^2$$

$$K_{v_1} = \frac{G_1}{G_2} \cdot K_{v_2}$$

Alternativamente, es posible calcular el valor de K_{v_2} utilizando los gráficos facilitados por los fabricantes.

Ejemplo

Dimensionamiento de un filtro-desfangador y válvula equilibradora para los siguientes parámetros:

- Caudal total instalación $G_{tot} = 40.000 \text{ l/h}$
- K_v filtro desfangador $K_{v_2} = 45 \text{ m}^3/\text{h}$
- Pérdida de carga de diseño: $\Delta p_{pr} = 1.100 \text{ mm c.a.}$

Se calcula la pérdida de carga nominal del filtro-desfangador:

$$\Delta p_{nom} = \Delta p_{pr} / 1,1 = 1.100 / 1,1 = 1.000 \text{ mm c.a.}$$

Se calcula el caudal que pasa por el filtro-desfangador:

$$G_2 = 10 \cdot K_{v_2} \cdot \sqrt{\Delta p_{nom}} = 10 \cdot 45 \cdot \sqrt{1.000} = 14.230 \text{ l/h}$$

En este caso G_2 corresponde al 35 % del caudal total.

Por diferencia se calcula el caudal que pasa por la válvula de equilibrado:

$$G_1 = G_{tot} - G_2 = 40.000 - 14.230 = 25.770 \text{ l/h}$$

Se calcula el K_{v_1} de la válvula de equilibrado con la fórmula:

$$K_{v_1} = (G_1 / G_2) \cdot K_{v_2} = (25.770 / 14.230) \cdot 45 = 81,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con este valor es posible elegir la válvula de equilibrado.

ESQUEMAS DE INSTALACIÓN

En las páginas siguientes vamos a presentar algunos esquemas de instalación de los principales componentes utilizados para la separación de las impurezas en los sistemas.

INSTALACIONES DE PEQUEÑA POTENCIA

Las dimensiones reducidas de estas instalaciones limita la formación de grandes cantidades de impurezas. A pesar de ello, es oportuno garantizar la protección de los componentes del sistema a través de filtros y desfangadores magnéticos o con dispositivos combinados como filtros-desfangadores. Estos últimos son especialmente ventajosos cuando el espacio para la instalación es reducido.

Esquema 1: Instalación autónoma con desfangador magnético debajo de la caldera

Esta solución es especialmente indicada **en caso de sustitución del generador de calor e instalación de válvulas termostáticas**.

Es una tipología muy extendida y consta de una caldera mural que alimenta directamente los radiadores. La impureza que aparece más a menudo es la **magnetita** que se genera por la corrosión de las tuberías y los radiadores.

Para proteger eficazmente el generador, es oportuno instalar un **desfangador magnético** en la tubería de retorno. En las calderas murales, donde el espacio es reducido, es posible utilizar las soluciones debajo de la caldera.

Esquema 2: Instalación autónoma con bomba de calor

Es una solución utilizada principalmente **en nuevas construcciones o reformas de adecuación para bajo consumo energético**. La instalación está integrada por una bomba de calor, un separador hidráulico y grupos de bombeo que reparten calor a los terminales de baja temperatura.

En general, las impurezas presentes son residuos de mecanizado y magnetita. Para proteger el intercambiador de la bomba de calor se elige utilizar un filtro desfangador instalado en la línea de retorno. En efecto, estos intercambiadores tienen en su interior secciones de paso muy estrechas y por lo tanto presentan un alto riesgo de obstrucción. Además de la protección mecánica, en una instalación de baja temperatura es importante evitar la proliferación de microorganismos.

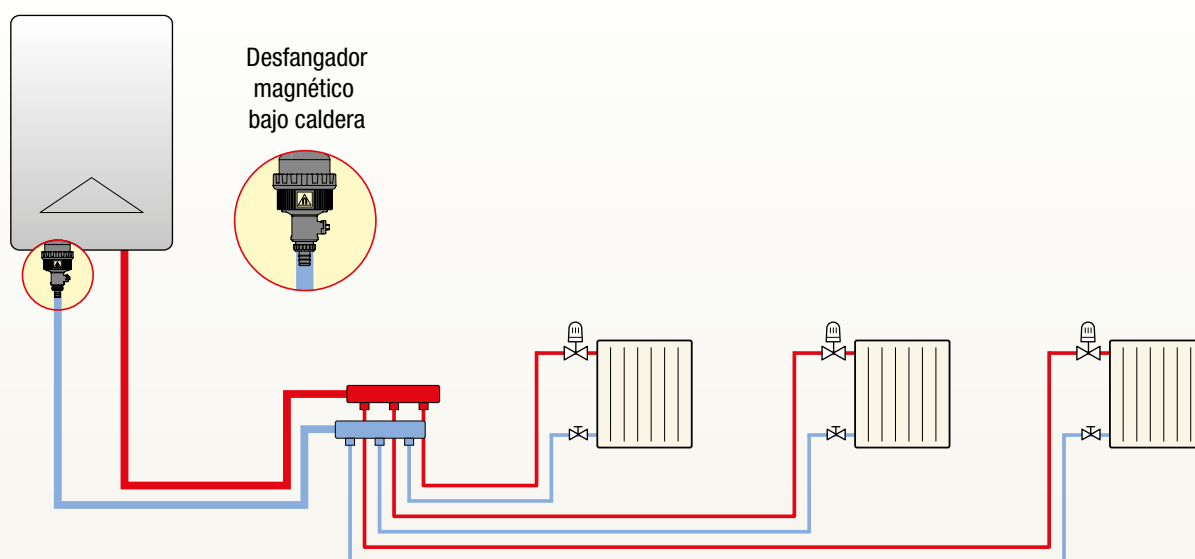
Esquema 3: Instalación híbrida con bomba de calor y caldera

Esta solución se utiliza en caso de **renovación de instalaciones autónomas** o en **nuevas instalaciones** donde por la potencia solicitada no es conveniente instalar solo la bomba de calor. La instalación está integrada por una bomba de calor, una caldera de integración, un acumulador de inercia y un colector con grupos de distribución a las instalaciones.

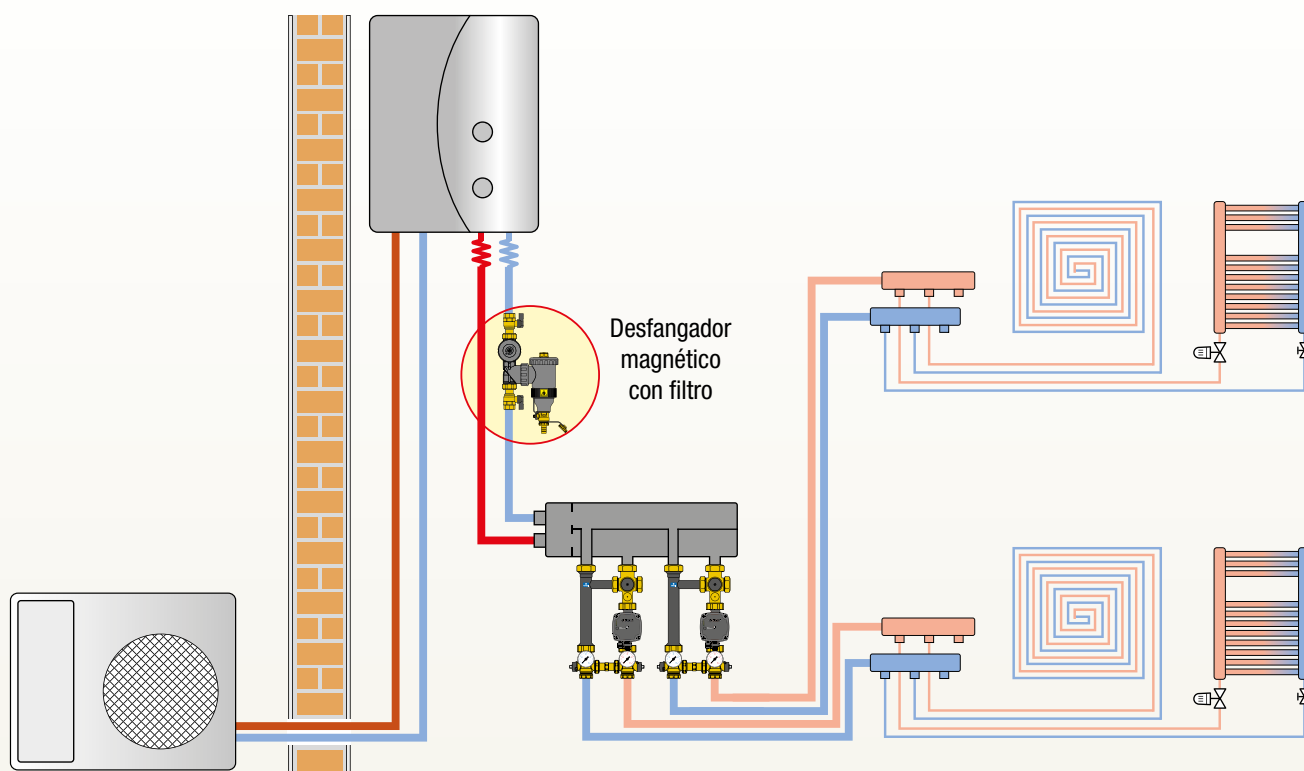
Las impurezas que se encuentran más a menudo son residuos de mecanizado y magnetita.

Para la protección de la instalación se utiliza un **desfangador magnético** colocado en el circuito secundario de distribución y **filtros en Y** para proteger los generadores de calor.

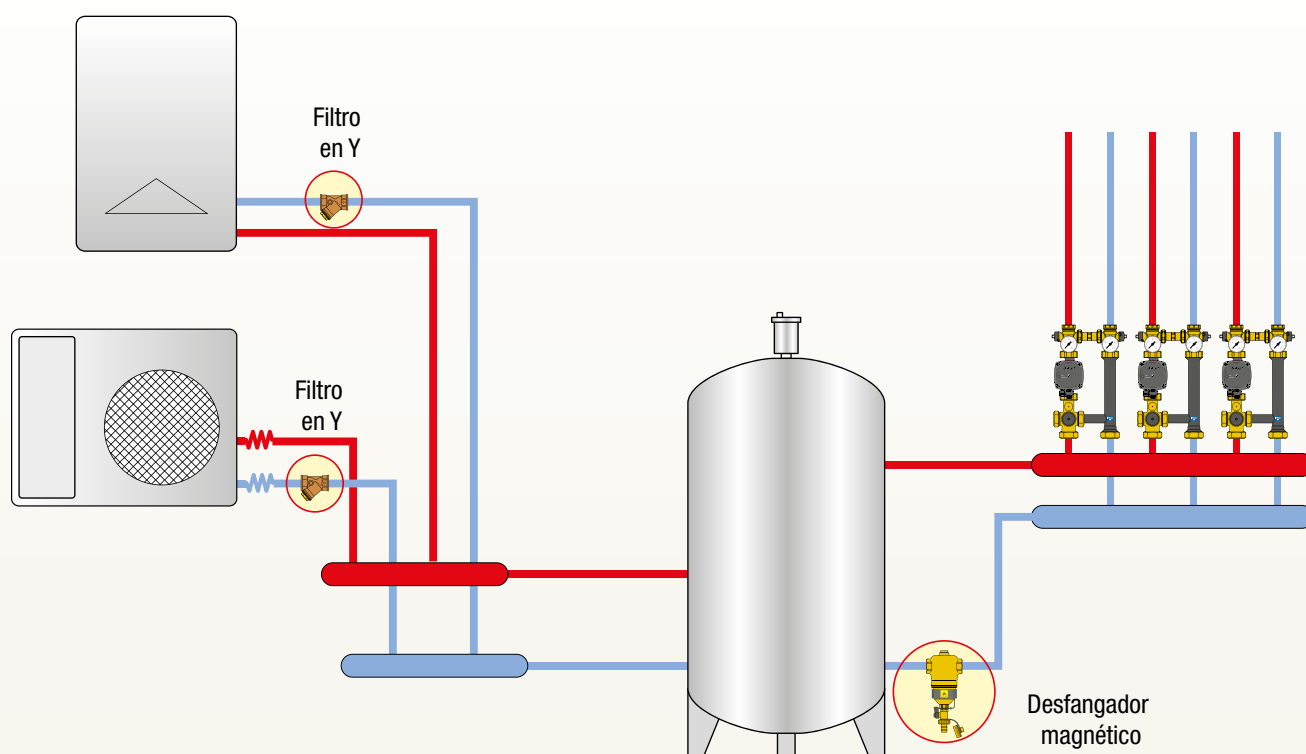
Esquema 1: Instalación con caldera autónoma existente



Esquema 2: Instalación autónoma con bomba de calor



Esquema 3: Instalación renovada con caldera y bomba de calor



INSTALACIONES DE GRAN POTENCIA

Para estos tipos de instalación existen dos tipos de protección:

1. **desfangadores magnéticos y filtros en Y, en caso de nuevas instalaciones** donde no hay una fuerte acumulación de impurezas causadas por corrosiones;
2. **filtros-desfangadores con alto grado de filtrado, en caso de instalaciones existentes** y donde se registra una fuerte presencia y producción de impurezas.

Esquema 4: Instalación centralizada de nueva construcción con calefacción indirecta

Es típico de nuevas instalaciones en ciudades en las que existe un **servicio de calefacción indirecta**.

En general se puede detectar la presencia de magnetita originada por la corrosión de las tuberías y los componentes de acero, además de residuos de mecanizado.

Es oportuno utilizar un **filtro**, para proteger el intercambiador en la primera pasada, y un **desfangador magnético**, para mantener la limpieza de la instalación.

Esquema 5: Instalación centralizada de nueva construcción con bomba de calor

Es una solución utilizada en **nuevos edificios con bajo consumo energético**.

En estas instalaciones normalmente la utilización de componentes de acero es limitada.

Sin embargo, especialmente en una central térmica, algunos componentes como los acumuladores y las tuberías pueden sufrir procesos de corrosión con la consiguiente generación de óxidos magnéticos. Por lo tanto, para la protección de la instalación se utiliza un **filtro en Y**, instalado antes de la bomba de calor para proteger el intercambiador y cumplir las recomendaciones del fabricante.

También se recomienda incluir un **desfangador magnético** en el circuito de calefacción para la limpieza cíclica de la instalación a lo largo del tiempo.

Al ser un tipo de instalación de baja temperatura, es necesario tratar el agua contra el crecimiento bacteriano.

Esquema 6: instalación centralizada renovada con calderas modulares

Es una solución muy utilizada **en la renovación de las centrales térmicas de instalaciones existentes**.

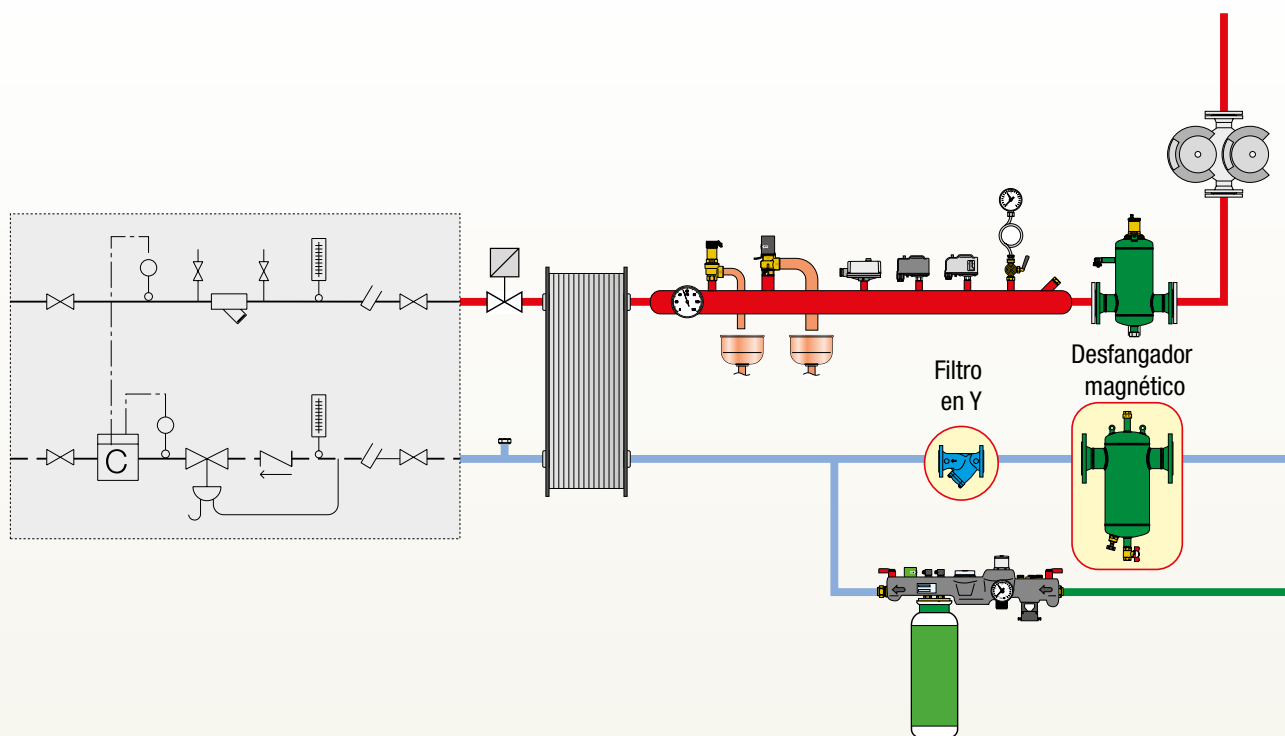
El circuito del nuevo generador de calor se protege separándolo de la instalación de calefacción mediante un intercambiador de calor.

En cambio, en el circuito aguas abajo del intercambiador es muy probable que se encuentren grandes cantidades de impurezas típicas de las antiguas instalaciones.

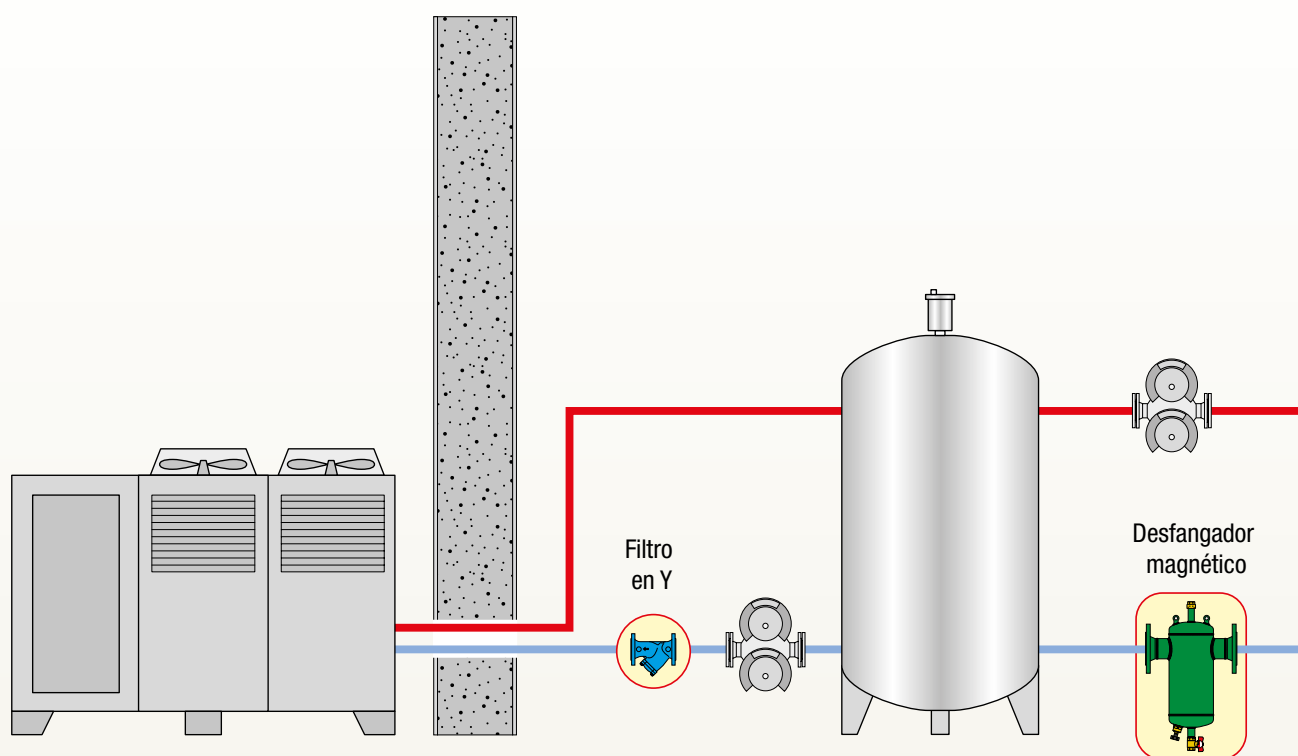
Por esta razón es oportuno prevenir la acumulación de suciedad del intercambiador, causada por las impurezas procedentes de la instalación, con un filtro y un desfangador magnético.

Se reducen así la frecuencia y el gasto del mantenimiento del intercambiador.

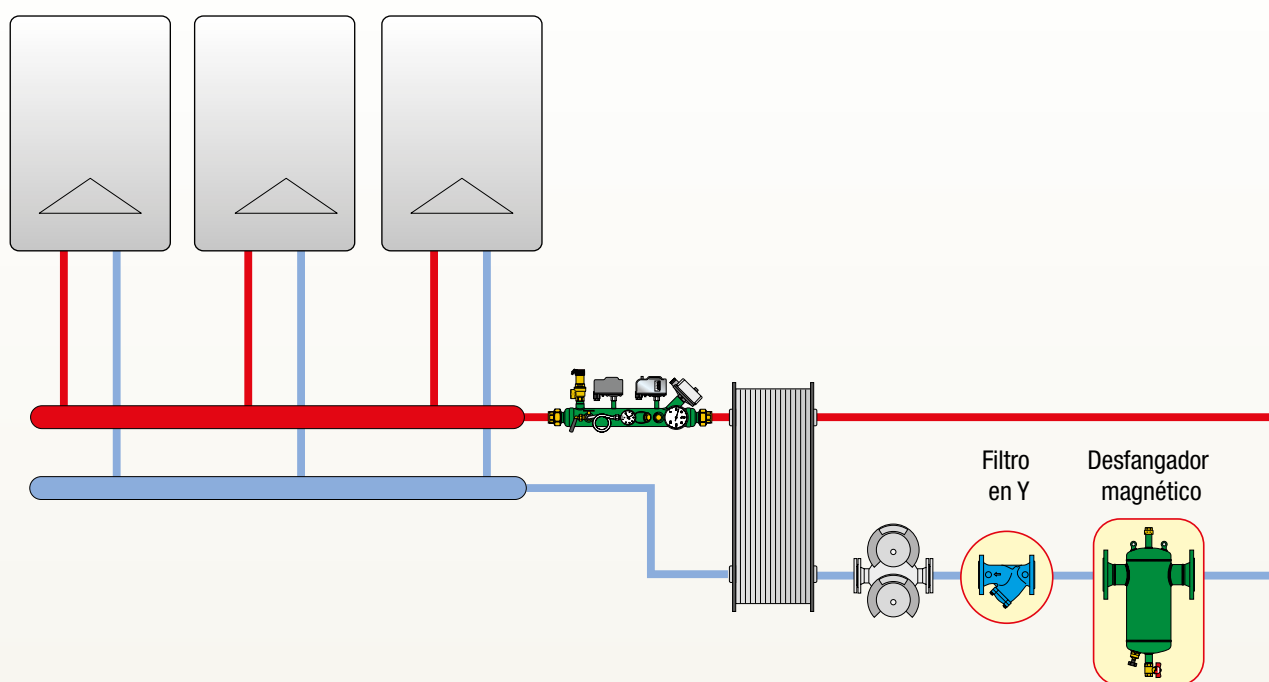
Esquema 4: Instalación centralizada de nueva construcción con calefacción indirecta



Esquema 5: Instalación centralizada con bomba de calor



Esquema 6: Instalación centralizada renovada con calderas modulares



Esquema 7: Instalación centralizada existente con filtro desfangador instalado en línea

Es una solución para la protección de instalaciones existentes donde las corrosiones en curso pueden generar una notable cantidad de impurezas, especialmente perjudiciales en caso de sustitución del generador de calor e instalación de válvulas termostáticas. Debe prestarse especial atención en caso de utilización de válvulas con prerregulación o dinámicas. Es oportuno instalar un **filtro-desfangador** en línea para **tratar de forma continua todo el caudal de agua que circula** por el sistema.

Para no reducir los caudales de diseño, la instalación en línea requiere una cuidadosa evaluación de las pérdidas de carga generadas por el sistema de filtrado.

Esquema 8: Instalación centralizada con filtro desfangador instalado en paralelo

Esta solución se puede utilizar **en instalaciones existentes** en las que hay **una presencia significativa de impurezas**, pero cuya cantidad no requiere el tratamiento de todo el caudal de la instalación.

El circulador instalado debe poder compensar las pérdidas de carga adicionales generadas por el sistema de filtrado. Desviando solo una parte del caudal hacia el **filtro desfangador**, para proteger los generadores, es recomendable instalar los **filtros en Y** en las respectivas tuberías de retorno.

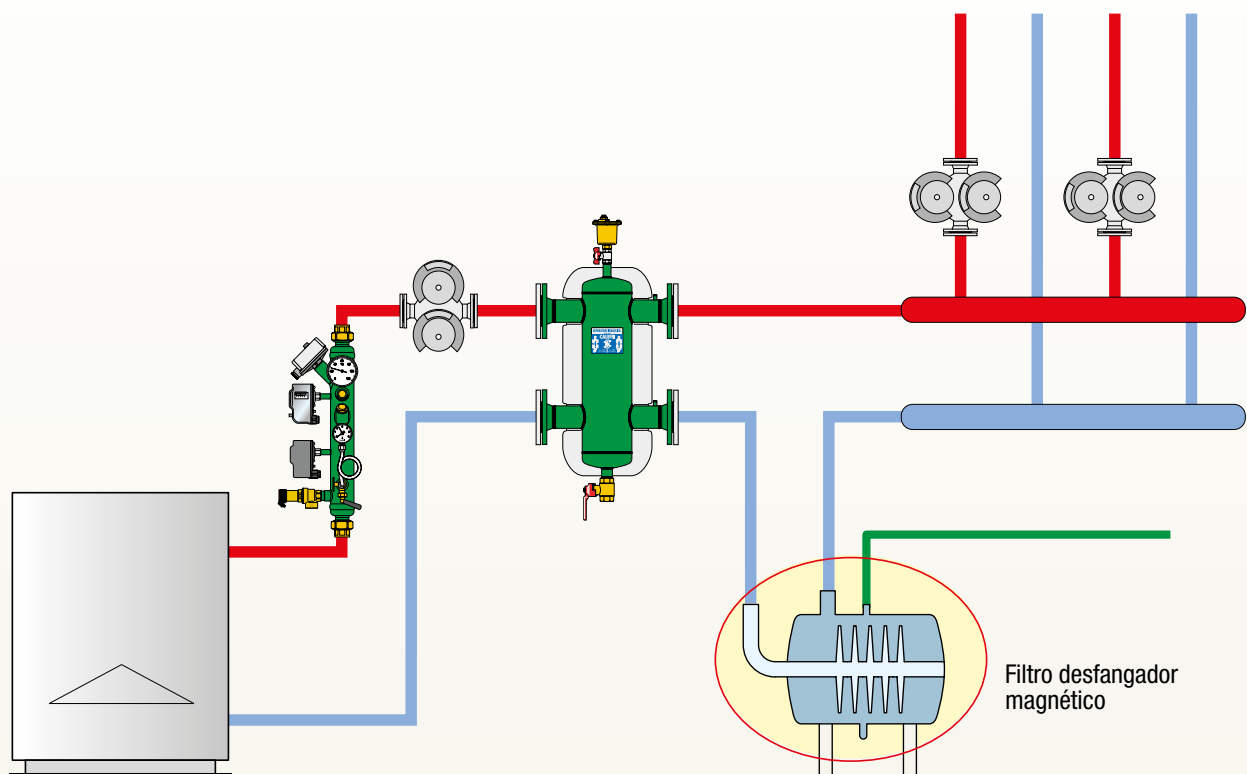
Esquema 9: Instalación centralizada con filtro desfangador y bomba específica

Es una solución alternativa a la ilustrada anteriormente (esquema 8). Este tipo de instalación **no crea pérdidas de carga adicionales** para el circuito de la instalación y por consiguiente no es necesario sustituir los circuladores presentes.

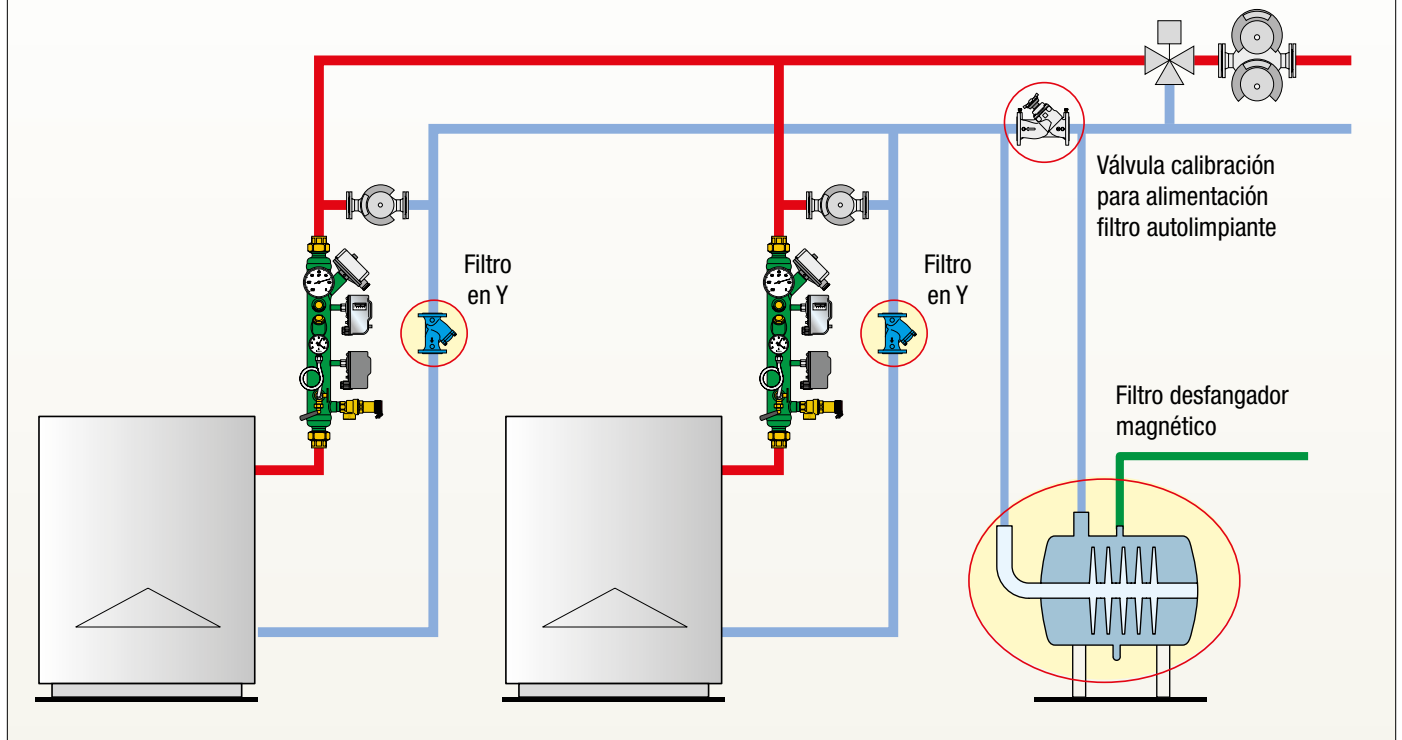
El correcto dimensionamiento del circulador para el sistema de filtrado permite tratar la cantidad deseada de caudal.

También en este caso, al no tratar el caudal en su totalidad, es oportuno incluir un **filtro en Y** para proteger el generador.

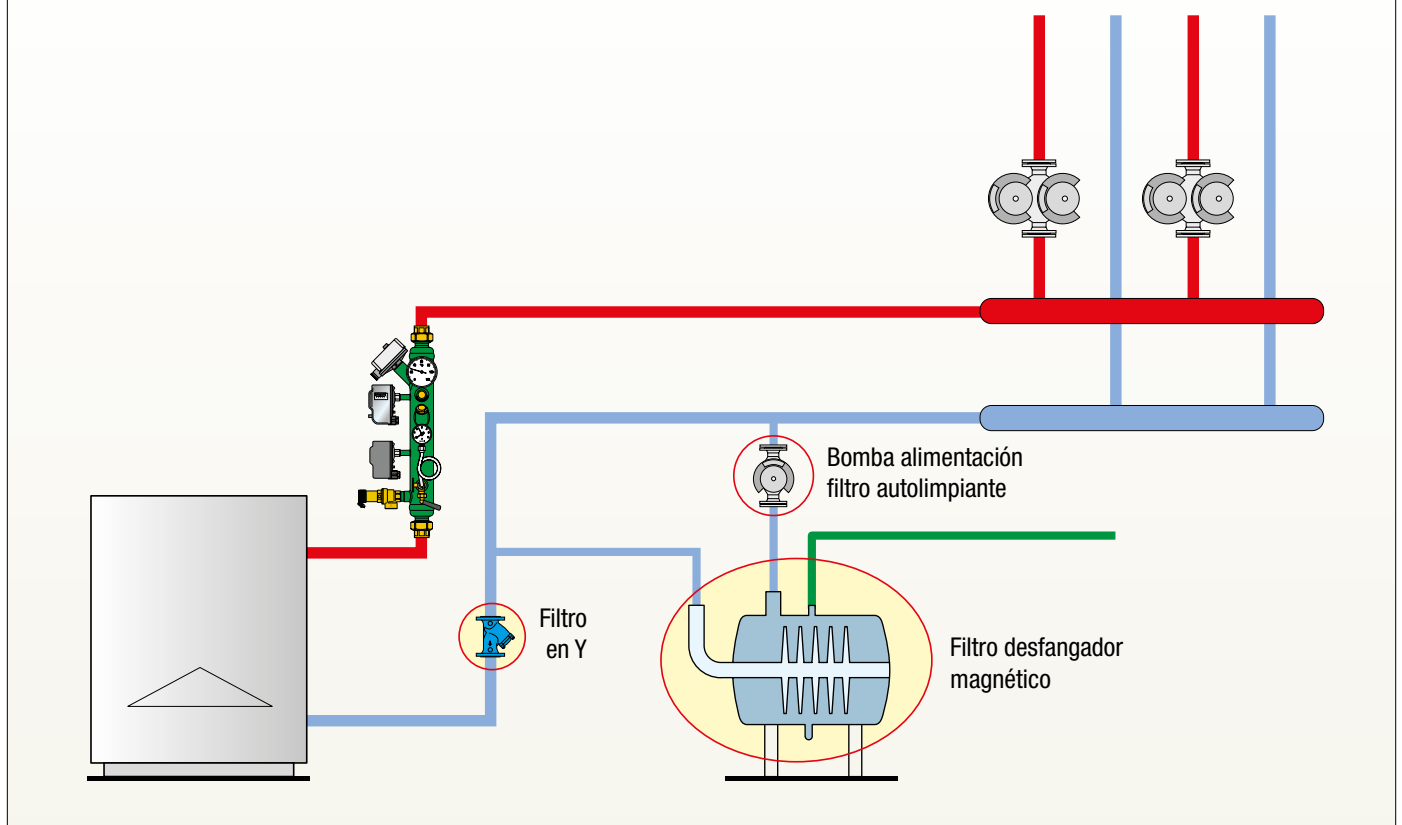
Esquema 7: Instalación centralizada con filtro desfangador magnético instalado en línea



Esquema 8: Instalación centralizada con filtro desfangador magnético instalado en paralelo



Esquema 9: Instalación centralizada con filtro desfangador magnético con bomba específica



TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y QUÍMICO-FÍSICOS

El agua de la instalación debe tratarse también desde el punto de vista químico y químico-físico.

El tratamiento químico-físico del agua se puede asociar a los tratamientos externos e incluye:

- ablandamiento
- desmineralización

El tratamiento puramente químico del agua se considera un procedimiento interno y se realiza con productos específicos para distintas funciones:

- **Limpieza de la instalación.** En esta categoría se incluyen los productos utilizados para la extracción de fangos y sedimentos, óxidos metálicos, grasas, aceites y residuos de trabajos en instalaciones nuevas o existentes. Según su fórmula, pueden tener una acción más o menos intensa para eliminar distintos grados de suciedad.
- **Protección de la instalación.** Esta categoría de productos es muy amplia. Entre los más conocidos y utilizados están los inhibidores de corrosión e incrustaciones para sistemas de radiadores o paneles radiantes, los biocidas, los anticongelantes y los estabilizadores de pH, que mantienen este parámetro en su rango ideal.
- **Mantenimiento de la eficiencia de la instalación.** Esta categoría incluye todos los productos que realizan acciones específicas, como los selladores (para reparar pequeñas fugas de agua) y los reductores de ruido (que eliminan la molesta sonoridad de las calderas incrustadas).

Ablandamiento

El ablandamiento es un tratamiento que consiste en **sustituir el calcio y el magnesio** (responsables de la dureza del agua y poco solubles) **por el sodio**, que es más soluble. Al hacer pasar el agua a través de un lecho de resina, se retienen los iones calcio y magnesio y se liberan en el agua los iones sodio.

Los bicarbonatos de sodio que se liberan en el agua no producen incrustaciones, ni siquiera después de calentarse. El ablandamiento **no altera la conductividad eléctrica del agua**.

Un ablandamiento total (0–5 °f) vuelve el agua “agresiva” con posibles daños a algunos componentes de la instalación (por ejemplo, el acero galvanizado). Por esta razón es preferible mantener **un valor de dureza residual entre 5 y 15°f**.

Después de llenar la instalación con agua ablandada es necesario agregar un acondicionador químico.

Desmineralización

La desmineralización es un tratamiento que **elimina la mayoría de las sales presentes en el agua** en forma de iones: **disminuye la conductividad eléctrica**.

Normalmente se utilizan lechos de resinas mixtas de intercambio iónico.

Puesto que el agua desmineralizada tiene un bajo poder de tampón ante las variaciones de pH, es preferible disminuir la conductividad eléctrica sin llegar a la desmineralización total.

Es oportuno agregar un acondicionador químico adecuado después de realizar el llenado con agua desmineralizada.



Productos de limpieza de la instalación

En el mercado existen tres grandes categorías de productos para la limpieza y el lavado de las instalaciones:

- **Los ácidos.** Restablecen el funcionamiento correcto del circuito en poco tiempo, pero no se aconsejan para componentes galvanizados o metálicos en general porque suponen un alto riesgo de corrosión.
- **Los secuestrantes.** Atrapan las sustancias presentes en el agua, con enlaces más o menos estables pero siempre capaces de sustraer las partículas e impedir que se agrupen entre sí. No son agresivos ni perjudican los metales. Puesto que actúan a nivel iónico, las partículas secuestradas son demasiado pequeñas para ser retenidas por un sistema tradicional de filtración. Por esta razón, después del tratamiento con secuestrantes **se debe descargar por completo la instalación.**
- **Los dispersores.** Se adhieren a cualquier sustancia presente en el agua, induciendo en las partículas una carga eléctrica que las hace repelerse en vez de agruparse. Las partículas se pueden retener y eliminar con un sistema común de filtración. También ejercen una acción anticorrosiva y se mantienen estables con la temperatura. **No es necesario descargar estos productos tras el lavado de la instalación.** En cambio, se recomienda descargar las impurezas retenidas por los sistemas de filtración durante la limpieza.

Inhibidores de corrosión e incrustaciones

Son los productos más conocidos para la protección de las instalaciones.

Los inhibidores de corrosión e incrustaciones pueden actuar por:

- **Adsorción.** Se crea una interacción químico-física entre el producto y el metal.
- **Precipitación.** Estos productos se denominan también "filmógenos", porque forman una película protectora sobre los tubos y componentes de la instalación que impide a las impurezas depositarse en ellos.

Con frecuencia, estos productos contienen también sustancias químicas que regulan el pH del agua.

Puesto que los sistemas de calefacción y refrigeración están formados por distintos metales, **el inhibidor de corrosión debe ser compatible con todos los materiales metálicos** y también con plásticos, gomas, membranas y juntas.

Se recomienda añadir los inhibidores después de limpiar y lavar el sistema con productos específicos, a fin de eliminar la mayor parte de las impurezas presentes en el circuito.

Biocidas

Se agregan al agua de los sistemas de calefacción que funcionan a baja temperatura, para evitar **la formación de biopelícula** en el interior de las tuberías.

Su acción se puede combinar con la de inhibidores de corrosiones e incrustaciones.

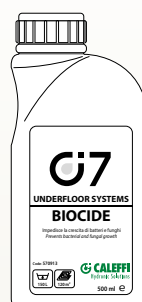
Selladores para pequeñas pérdidas

Permiten **reparar pequeñas fugas de agua** en la instalación, a menudo difíciles de detectar.

LA LIMPIEZA



LA PROTECCION



EL MANTENIMIENTO



bim.caleffi.com

BIBLIOTECA BIM CALEFFI

**TUS PROYECTOS
NUESTRA EXPERIENCIA**





BIM

Compartimos nuestra experiencia contigo, qué como nosotros, diseñas soluciones todos los días. Nuestros esquemas de planta BIM te permiten obtener los mejores resultados sin perder tiempo y minimizando los errores. Fáciles de descargar, puedes insertarlos directamente en tus proyectos. Cada familia contiene las variantes de los parámetros del objeto digital para poder usar las funciones de cálculo dentro de REVIT y diagramas completos y probados, listos para usar. **Ingresa a nuestro flujo de experiencia. GARANTIZADO CALEFFI.**

bim@caleffi.com



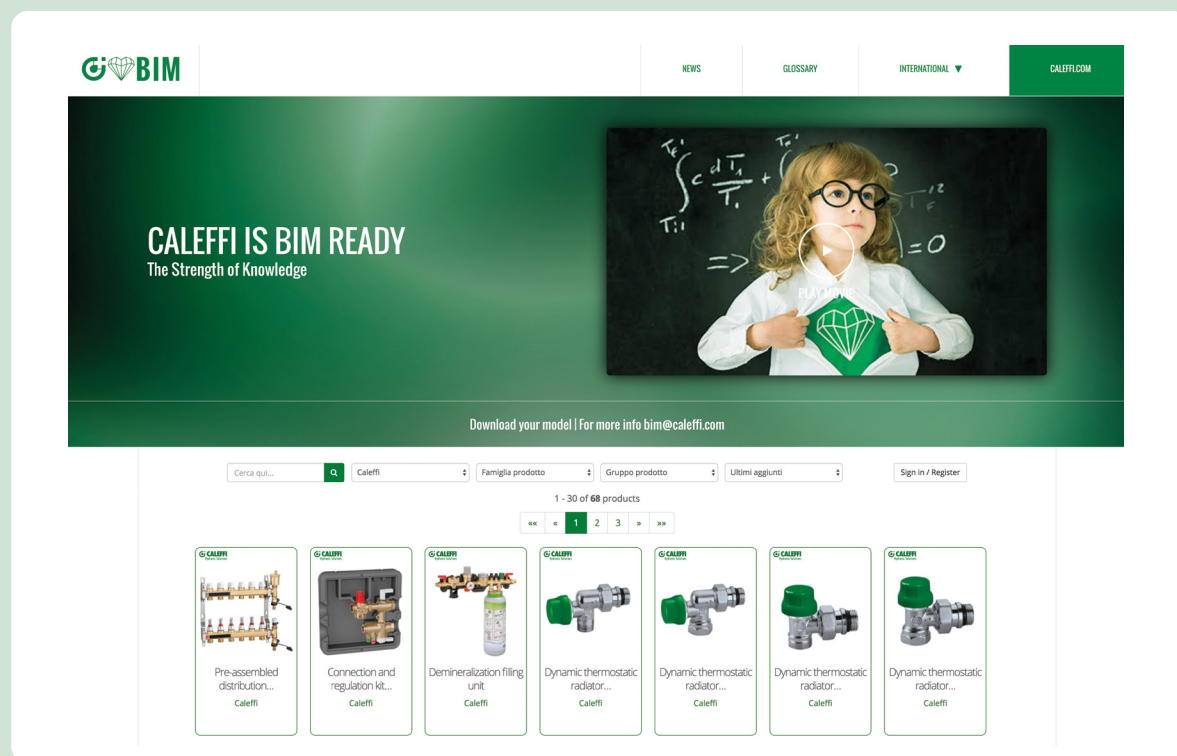
CALEFFI ES BIM READY

En 2018 Caleffi alcanzó un nivel muy alto de conocimientos y calidad de archivos para el BIM. Hubo que recorrer un largo camino hasta lograr estos resultados. ¿Por dónde se empezó? Por el análisis de los archivos BIM existentes y disponibles online, también de industrias y productos muy distintos al nuestro. Tras los primeros estudios e intentos (fallidos en su mayoría), se llegó al diálogo con expertos del sector para la utilización

óptima de nuestros productos digitales dentro de un proyecto.

Una vez alcanzado el nivel de calidad deseado de las familias y su publicación, no solo en nuestro sitio, sino también en distintos portales especializados, decidimos crear un sitio íntegramente dedicado al tema BIM en ingeniería industrial.

En el nuevo sitio bim.caleffi.com es posible encontrar noticias sobre el mundo MEP en ámbito BIM y, sobre todo, descargar gratuitamente no solo todas nuestras familias realizadas de forma nativa en Revit, sino también una central térmica de más de 35 kW, con todos los componentes de seguridad previstos por INAIL (la entidad que en Italia vela por la seguridad y salud en el trabajo), así como ejemplos de esquemas de instalación listos para usar.

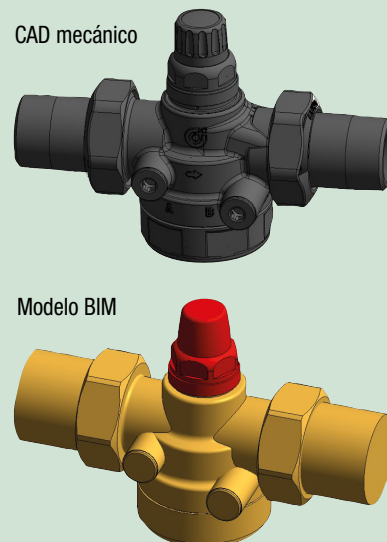


Creación de las familias

Caleffi ha aprovechado la funcionalidad paramétrica que ofrece Revit para el desarrollo de sus familias de productos; se han realizado incluyendo en un único archivo las variantes del componente para poder contar con modelos sencillos y al alcance de cualquier proyecto, sin descuidar la información necesaria para satisfacer cualquier necesidad del usuario.

Las familias Caleffi son:

- **paramétricas**, es decir es posible elegir en un único archivo la configuración más adecuada para el proyecto, en función de las dimensiones del mismo y calibrados distintos;
- **completas de fórmulas físicas y parámetros** para poder interactuar con datos presentes en el proyecto;
- **preparadas para el cálculo del caudal** de la instalación y **la exportación de informes** relacionados con el dimensionamiento;
- **con distintos niveles de detalle** y divididas en cómodas subcategorías.



Conectores hidráulicos

Las válvulas pertenecen a familias del tipo “accesorio para tubería” que requieren la correcta configuración de los conectores. Son los elementos que permiten introducir a las familias en una tubería, garantizando continuidad de flujo en el interior del circuito.

Configurar los conectores significa configurar determinadas propiedades y las informaciones necesarias para que el software permita que las familias conectadas a ellos interactúen entre sí. Por ejemplo, la correcta configuración de los conectores posibilita el paso de flujo por el interior de un circuito hidráulico, de las instalaciones a los generadores. Además de permitir el correcto acoplamiento mecánico de los componentes, los conectores son fundamentales para simular el funcionamiento de la instalación.

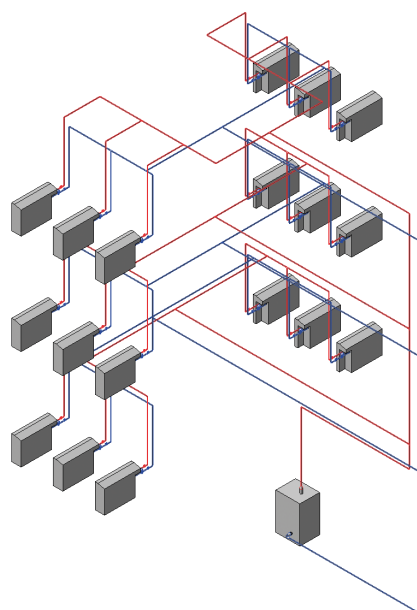
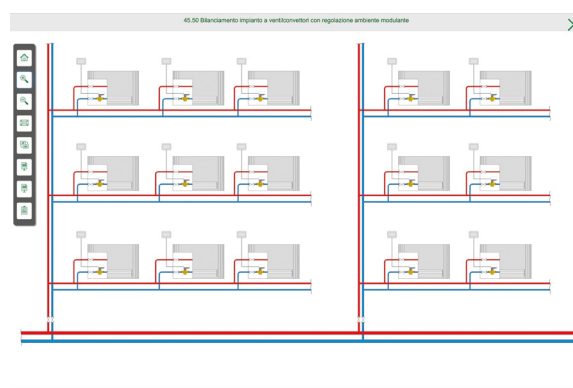
Introducción de la familia en el proyecto

La introducción de una familia en un proyecto debe realizarse según la auténtica naturaleza de la misma. Las familias Caleffi se pueden colocar directamente en el interior de una tubería o bien ser “terminales” de una tubería (piénsese, por ejemplo, en una válvula de seguridad).

Nuestras familias nacen principalmente de dos modelos diferentes (plantilla de familia): algunas -“basadas en superficie”- deben colocarse en un alojamiento específico (por ejemplo, un colector con caja para instalación mural), mientras que otras se pueden instalar solo en caso de presencia de una tubería.

Esquemas de hidráulica: del papel al BIM

Caleffi siempre ha apoyado la idea de compartir los conocimientos, primero con los famosos cuadernos Caleffi impresos en papel, luego con la llegada del CAD en los años ochenta los cuadernos se retomaron con soluciones para instalaciones en formato DWG, más tarde con internet desarrollamos las soluciones Caleffi, esquemas interactivos disponibles online (<https://www.caleffi.com/spain/es/software/software-caleffi>): para nosotros los esquemas BIM no son más que la evolución natural de una herramienta, persiguiendo siempre el mismo objetivo, es decir facilitar el crecimiento del conocimiento del sector. Los esquemas realizados de forma nativa en Revit representan un acceso “simplificado” al mundo BIM, por eso en lugar de partir de cero, el diseñador encontrará unas **plantillas ya correctamente configuradas** para la realización de proyectos de instalaciones, siendo un paso fundamental para el correcto funcionamiento del modelo. El que utilice por primera vez el diseño MEP con Revit encontrará una herramienta sencilla, a la vez que potente, para arrancar con buen pie y comprender muy rápidamente las reglas en las que se basa un correcto enfoque con uno de los software más utilizados en el mundo.



CALEFFI XS®

NINGUNO ES ASÍ EXTRA SMALL



Buscamos constantemente nuevas soluciones que redefinan la comodidad. Soluciones confiables y fáciles de instalar que son hermosas a la vista, como Caleffi XS®. Nuestro filtro magnético bajo caldera, el más compacto del mercado, tiene un imán interno extra fuerte, mallas extra seguras y es extremadamente (súper) fácil de inspeccionar debido a su cuerpo transparente, lo que lo convierte en un verdadero ícono en un tamaño extra pequeño. **GARANTIZADO CALEFFI.**

