

PRESSURIZZAZIONE E QUALITÀ DELL'ACQUA

# Air & Dirt Handbook

# [ Ringraziamenti ]

*Questo manuale non sarebbe mai esistito senza il duro e meticoloso lavoro di due colleghi: Karoly Vinkler, sempre nei nostri cuori, che ha iniziato dalle basi del vecchio "Luft Handbuch" integrando l'intero capitolo sulla separazione delle impurità, e Norbert Ramser, che ha ereditato il suo lavoro rivedendo e arricchendo il manuale.*

# [ Indice ]

Aria, Gas e Impurità negli Impianti HVAC.....	5
Gas nell'acqua.....	6
Ingresso di aria e gas.....	8
Diagramma di Henry.....	10
Contenuto di gas durante il riempimento, la messa in servizio e il funzionamento dell'impianto.....	12
Impurità e fango nell'acqua.....	14
Conseguenze, problemi e danni.....	17
Qualità dell'acqua secondo la norma VDI 2035.....	20
Sfiato e separazione delle bolle di gas libero.....	22
Principi di separazione dei gas disciolti.....	27
Degasazione atmosferica.....	29
Degasazione sotto vuoto.....	30
Installazione dei separatori d'aria.....	34
Montaggio dei degasatori sotto vuoto.....	38
Separazione delle impurità.....	40
L'installazione nella pratica.....	52
Le soluzioni di IMI Pneumatex.....	62

# [ Aria, Gas e Impurità negli Impianti HVAC ]

Gestire la qualità dell'acqua nel proprio impianto HVAC rimuovendo l'aria e le impurità è un modo estremamente efficace per prolungare la vita utile degli elementi critici dell'impianto e ottimizzarne le prestazioni. Tutto inizia dal riempimento iniziale dell'impianto e dall'acqua utilizzata per il reintegro.

I vantaggi di una buona gestione della qualità dell'acqua sono molteplici:

- consumo energetico ridotto
- maggiore vita utile dell'impianto
- funzionamento silenzioso
- minore rischio di fermo

La presenza d'aria nell'acqua deve essere minimizzata non soltanto per ridurre i problemi di corrosione, ma anche perché riduce il trasferimento del calore dalle unità terminali. La formazione di sacche d'aria può addirittura impedire la circolazione. Ancora più importante, aumenta considerevolmente il rischio di cavitazione e rumore all'interno di tubi, valvole di regolazione ecc.

I gas liberi e i gas disciolti hanno rispettivamente un effetto diretto e indiretto sulle misurazioni di portata.

Il limite di solubilità di un gas nell'acqua diminuisce all'aumentare della temperatura e al diminuire della pressione. Di conseguenza, le valvole di regolazione e bilanciamento situate nelle parti superiori dell'edificio sono le più esposte, in quanto soggette a una minore pressione statica. La maggiore velocità dell'acqua presso le sedi delle valvole provoca un'ulteriore perdita di carico, consentendo il riassorbimento di azoto e altri gas disciolti. In tal caso, le portate effettive misurate non sono attendibili. In particolare, nel caso delle valvole più piccole, la portata misurata è maggiore di quella effettiva.

# Gas nell'acqua

I gas possono provocare diversi problemi negli impianti di riscaldamento e raffrescamento



- Corrosione
- Depositi da prodotti corrosivi
- Rumore
- Problemi di circolazione
- Riduzione delle prestazioni di riscaldamento

## Che cosa intendiamo per gas e da dove provengono?

I gas sono già presenti nell'acqua, prima che sia utilizzata per riempire l'impianto. L'aria entra nell'acqua dall'atmosfera nei bacini d'acqua (come laghi e fiumi) ben prima di essere introdotta nella rete di distribuzione.

È utile e importante sapere di che cosa è composta l'aria.

### I componenti principali dell'aria secca:

**78,08%**

● **Azoto**

**0,93%**

**Argon**

**20,95%**

● **Ossigeno**

**0,04%**

**altri:** gas nobili, anidride carbonica, metano, idrogeno ecc.

Quando parliamo di 'aria', essenzialmente intendiamo azoto e ossigeno, che hanno un effetto determinante sulla composizione dei gas nel fluido termovettore.

In base a diverse misurazioni nella pratica, alla pressione atmosferica, le quantità di azoto e ossigeno nell'acqua utilizzata per il riempimento sono prossime al limite di saturazione. Un litro d'acqua contiene 14,8 ml (18,5 mg) di azoto e 7,8 ml (11,3 mg) di ossigeno.

L'aria può entrare nell'impianto anche per diffusione, ad es. attraverso i materiali a base di plastica o gomma comunemente utilizzati, oppure a causa di un "vuoto" (pressione negativa) indesiderato.

Altri gas come anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e idrogeno (H<sub>2</sub>) sono il risultato della corrosione elettrochimica e dei processi biochimici del mezzo all'interno dell'impianto.

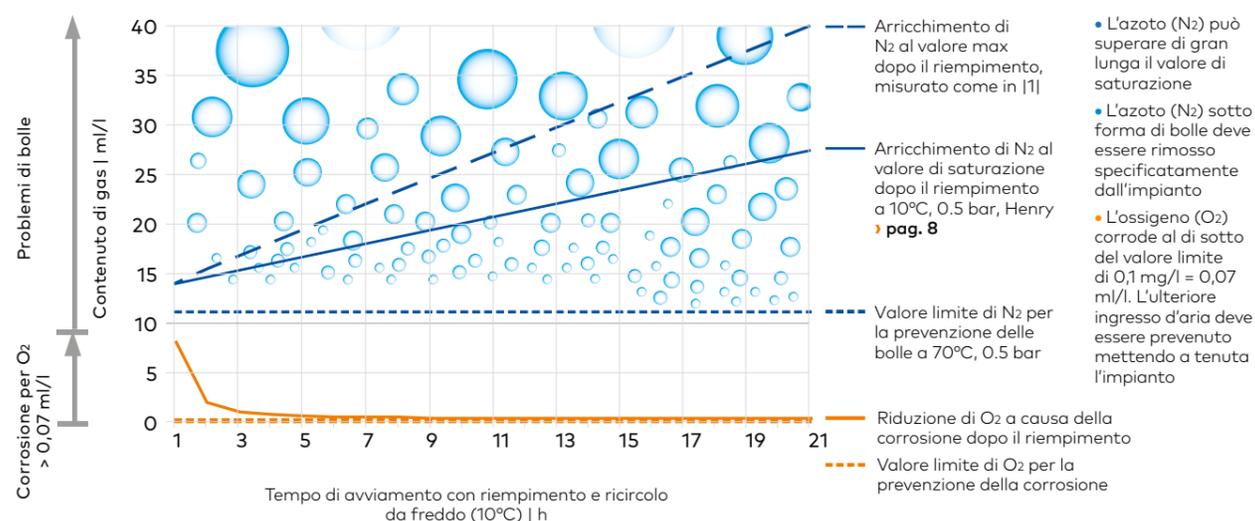
● **L'azoto** è un gas stabile che si accumula come gas inerte sia dopo il riempimento che durante il funzionamento dell'impianto. Spesso è dovuto all'aria rimasta intrappolata durante il riempimento dell'impianto, che si dissolve all'aumentare della pressione. In alcuni impianti sono state misurate quantità fino a 40 ml/l, superiori di tre volte rispetto alla concentrazione naturale e alla solubilità in acqua durante la fase di riscaldamento. La

conseguenza è la formazione di bolle di azoto libero, che rappresentano una delle cause principali alla base dei tipici "problemi d'aria" [1].

● **L'ossigeno** contribuisce attivamente alla corrosione elettrochimica. Negli impianti idronici con una percentuale elevata di acciaio e materiali ferrosi, la corrosione riduce il contenuto di ossigeno nell'acqua da 7,8 ml/l (11,2 mg/l) a 0,07 ml/l (0,1 mg/l) in poche ore dal riempimento dell'impianto. Questo corrisponde al

valore limite di corrosione di 0,1 mg/l [2] ed è un segnale evidente del pericolo correlato all'ossigeno e di quanto sia importante evitare l'ingresso d'aria nel fluido termovettore negli impianti idronici chiusi.

I problemi d'aria sono illustrati nel seguente diagramma di saturazione. Mentre **l'azoto** causa problemi di bolle (gas libero), **l'ossigeno** dissolto può provocare problemi di corrosione.



- L'azoto (N<sub>2</sub>) può superare di gran lunga il valore di saturazione
- L'azoto (N<sub>2</sub>) sotto forma di bolle deve essere rimosso specificatamente dall'impianto
- L'ossigeno (O<sub>2</sub>) corrode al di sotto del valore limite di 0,1 mg/l = 0,07 ml/l. L'ulteriore ingresso d'aria deve essere prevenuto mettendo a tenuta l'impianto

I malfunzionamenti con conseguenti problemi di rumore o perdita di capacità di riscaldamento sui radiatori più alti possono essere gestiti temporaneamente sfiatando l'impianto, ma si possono ripresentare più volte e riguardano soltanto gli impianti di riscaldamento ad acqua calda chiusi. La causa è rappresentata dalla formazione di gas per effetto della corrosione e dei processi microbiologici nell'impianto.

I gas prodotti in questo modo, metano (CH<sub>4</sub>) e idrogeno (H<sub>2</sub>), possono accumularsi fino alla sovrassaturazione e, a parte l'aria, costituiscono le cause più comuni di problemi e sono sempre più frequenti.

**Il metano (CH<sub>4</sub>)** indica la presenza di batteri (ad es. biofilm).

**L'idrogeno (H<sub>2</sub>)** si può formare negli impianti con materiali in acciaio per effetto della cosiddetta reazione di "Schikorr":  
 $Fe_2+ + 6 OH > Fe_3O_4 + 2 H_2O + H_2$   
 Affinché si verifichi questa reazione, la cui velocità aumenta all'aumentare della temperatura, deve essere presente una quantità sufficiente di ossigeno

per reagire con il ferro, ma non in misura tale da favorire la formazione di magnetite senza sviluppo di idrogeno, oltre ai comuni processi di corrosione.  
 $2 Al + 2 H_2 > Al_2O_3 + 2 H_2$   
 (formazione di ossido di alluminio) oppure  
 $Al + 2 H_2O + NaOH > Na[Al(OH)_4] + 3/2 H_2$   
 (formazione di alluminato) possono rilasciare idrogeno. Il valore pH, il grado di addolcimento o demineralizzazione dell'acqua e la stabilità delle leghe dei componenti in alluminio sono determinanti per prevenire questi processi.

**L'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)** penetra nell'acqua tramite infiltrazione attraverso lo strato di humus, dove si accumula a quella prodotta dalla decomposizione delle sostanze organiche. La quantità di anidride carbonica dissolta è direttamente correlata al valore pH, che diminuisce all'aumentare della concentrazione di CO<sub>2</sub> e aumenta al diminuire della concentrazione di CO<sub>2</sub>.

La CO<sub>2</sub> reagisce con l'acqua formando un prodotto di reazione, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (acido carbonico), e riduce il valore pH dell'acqua.

# Ingresso di aria e gas

L'ingresso, la formazione e l'accumulo di gas devono essere ridotti al minimo e i gas che possono interferire con il corretto funzionamento devono essere rimossi. Questo fattore deve essere considerato per tutta la vita utile dell'impianto, dalla progettazione alla messa in servizio e infine allo smaltimento

Un ottimo esempio dei vari gas che possono apparire nell'acqua di riscaldamento è uno sfiato inadeguato al riempimento iniziale dell'impianto.

Infatti, durante il riempimento, l'aria più leggera viene sostituita dall'acqua e sale verso l'alto. Se lo sfiato non è effettuato correttamente, l'aria si accumula nei punti più alti. Sotto pressione, l'aria si può dissolvere nuovamente nell'acqua. Il risultato è una sovrasaturazione in quanto, nella successiva fase di riscaldamento, la solubilità in acqua diminuisce e si formano bolle libere che circolano insieme al flusso. L'aria dissolta nell'acqua di riempimento rimane "intrappolata", formando ad es. cuscini d'aria.

## Cause di ingresso dell'aria e generazione di gas

- Sacche d'aria in seguito a uno sfiato inadeguato o insufficiente durante il riempimento iniziale e all'avviamento
- Sacche d'aria in seguito a riempimento e sfiato inadeguati dopo la conversione, estensione, riparazione e manutenzione
- Diffusione del vapore acqueo attraverso i componenti stagni "a non diffusione" (come tenute, tubi in plastica, flessibili di collegamento elastomerici) nonché le micro-perdite continue d'acqua dovute a materiali di tenuta vecchi, danneggiati o usurati (come tenute piane, O-ring elastomerici, tenute a premistoppa delle valvole) che richiedono il reintegro dell'acqua con apporto corrispondente di N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>
- Diffusione dell'ossigeno attraverso i componenti stagni "a non diffusione" come impianti di riscaldamento a pannelli con tubi in plastica di tipo inadeguato oppure impianti misti con un numero elevato di flessibili di collegamento elastomerici. Esiste anche un alto rischio di diffusione dell'ossigeno nei sistemi di mantenimento

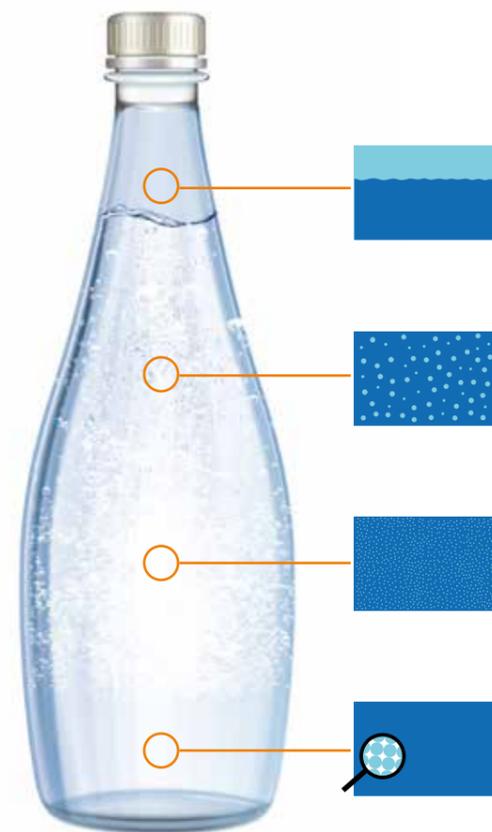
della pressione con pompe o compressori dove il butile non viene utilizzato per le membrane dei vasi di espansione. Poiché la velocità di diffusione aumenta esponenzialmente con l'aumentare della temperatura (raddoppiando all'incirca ogni 10K), i sistemi di mantenimento della pressione con pompe, che sfruttano il loro vaso di espansione per la degasazione atmosferica dell'acqua calda di ritorno sono da considerarsi particolarmente critici.

- Intrappolamento dell'aria in seguito a condizioni di pressione negativa permanenti o temporanee in qualsiasi punto dell'impianto. In un impianto di pressurizzazione progettato e installato con cura, realizzato con componenti e materiali di alta qualità e utilizzato correttamente, non dovrebbero mai verificarsi condizioni di pressione negativa in qualsiasi punto o momento. In molti casi, situazioni di pressione negativa indicano una pressurizzazione inadeguata, che può essere dovuta alle seguenti cause:
  - Pressione preimpostata del gas p<sub>0</sub> troppo bassa o elevata nei vasi di espansione statici

- Perdita di pressione di precarica del gas nei vasi di espansione statici a causa della diffusione (la velocità di diffusione di EPDM è estremamente elevata, quella di NBR è molto elevata e quella di butile è praticamente inesistente) tra due intervalli di manutenzione,
- Pressione minima di esercizio (p<sub>0</sub>) troppo bassa o pressione iniziale (p<sub>a</sub>) impostata su un valore inadeguato negli impianti di mantenimento della pressione con compressori o pompe
- Vaso di espansione dimensionato in misura insufficiente
- Pompe e compressori di pressurizzazione dimensionati in misura insufficiente
- Riserva d'acqua insufficiente nel vaso di espansione.
- Apertura delle valvole di sicurezza in seguito all'impostazione di pressione errata oppure a una pressurizzazione insufficiente che richiede il reintegro dell'acqua con conseguente ingresso di N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>
- Ingresso di N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> attraverso l'acqua di reintegro: l'ossigeno si traduce in processi corrosivi; l'azoto è inerte, si accumula nell'impianto e può causare la formazione di bolle di gas libero
- Formazione di gas durante i processi di corrosione e microbiologici nell'impianto con potenziale accumulo di metano (CH<sub>4</sub>) e idrogeno (H<sub>2</sub>) al punto di sovrasaturazione. Insieme a N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub> rappresentano le cause più frequenti di problemi

## Presenza di gas nell'acqua

I gas possono essere presenti nell'acqua come bolle libere oppure in forma molecularmente dissolta. La solubilità è descritta dalla Legge di Henry. La sovrasaturazione dei gas è localizzata al di sopra delle curve di Henry (vedere pag. 10-11). Qui, i gas dissolti si liberano dalla soluzione come bolle. In caso di sottosaturazione dei gas, tutti i gas sono dissolti.

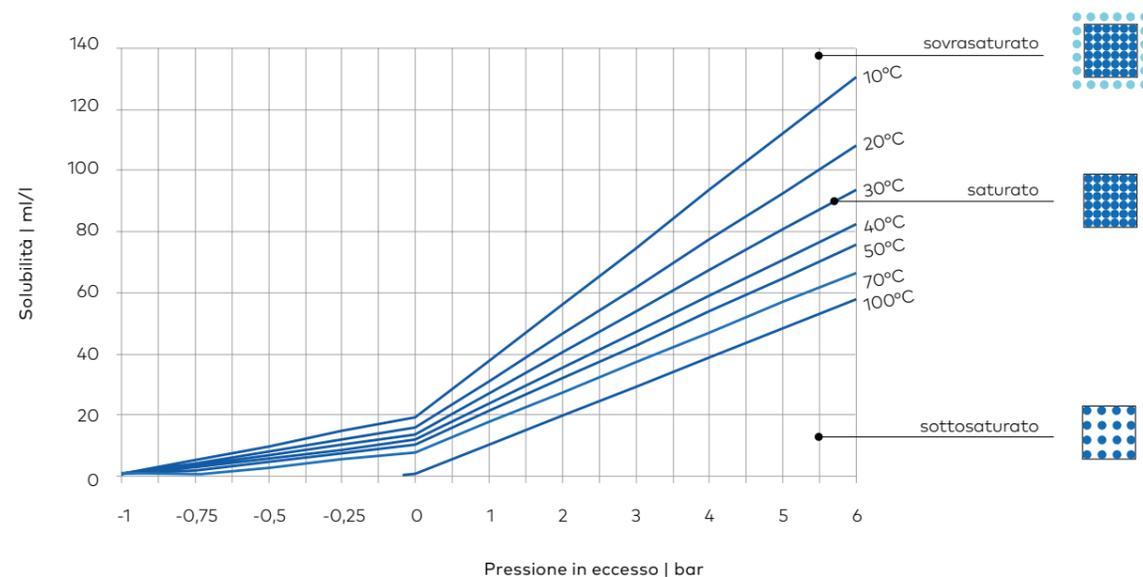


- **Accumulo d'aria nell'acqua stagnante nei punti più alti.** Durante il riempimento, l'aria più leggera viene sostituita dall'acqua e sale verso l'alto. Se lo sfiato non è effettuato correttamente, l'aria si accumula nei punti più alti. Sotto pressione, l'aria si può dissolvere nuovamente nell'acqua, almeno in parte. Il risultato è una sovrasaturazione in quanto, nella successiva fase di riscaldamento, la solubilità in acqua diminuisce e si formano bolle libere che circolano insieme al flusso.
- **Bolle di gas nell'acqua che scorre.** Le bolle di gas scorrono insieme all'acqua. In molti casi, il flusso nei tubi è maggiore rispetto alla capacità di galleggiamento delle bolle. Di conseguenza, la separazione è possibile solamente con dispositivi specifici in grado di intrappolare queste bolle.
- **Le microbolle sono estremamente piccole e possono essere molto numerose.** Inoltre, sono difficili da vedere ad occhio nudo. L'acqua assume un colore bianco lattiginoso. Le microbolle scorrono insieme all'acqua e possono essere catturate solamente da dispositivi di separazione speciali. Le bolle più grandi si "allargano" se sono presenti particelle solide. La tendenza ad aderire alle superfici rende il processo di separazione più difficile e aumenta il rischio di danni.
- **I gas dissolti sono invisibili.** Le molecole di gas si legano a quelle d'acqua in modo tale da poter essere rimosse solamente per mezzo di una riduzione di pressione oppure di un aumento di temperatura. In seguito alle differenze di pressione e temperatura all'interno di un impianto, i gas dissolti possono desorbire in bolle.

# Diagramma di Henry

La Legge di Henry mostra quanto gas si dissolve nell'acqua alle varie temperature e pressioni. Temperature superiori e pressioni inferiori corrispondono a una minore solubilità dei gas.

## Solubilità dell'azoto nell'acqua secondo la Legge di Henry



Ogni gas ha il suo diagramma di Henry specifico.

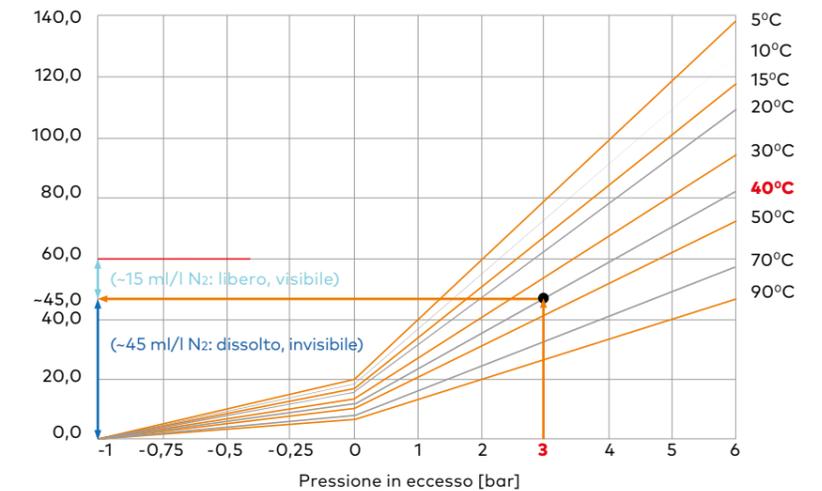
Questo è il diagramma per l'azoto al 100% sopra l'acqua, pressione parziale N<sub>2</sub> = 1 bar ass.

La solubilità per la saturazione atmosferica è pari al 78% dei valori nel diagramma, corrispondente alla percentuale di gas di azoto nell'aria, pressione parziale N<sub>2</sub> = 0,78 bar ass.

Questa è la condizione tipicamente riscontrata nei circuiti idrici chiusi, dove l'ossigeno corrode quasi completamente e non può più essere presente in forma gassosa.

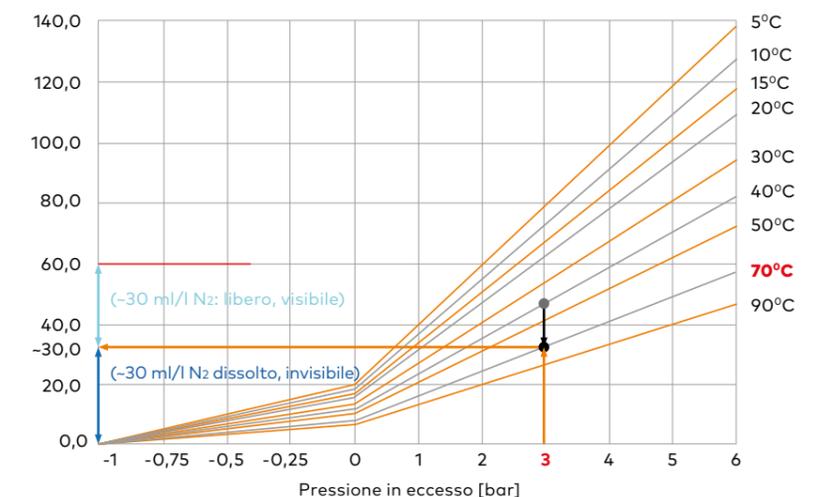
### Esempio 1

Consideriamo un impianto idronico a base d'acqua con un contenuto di N<sub>2</sub> di 60 ml/l a una pressione locale di 3 bar e una temperatura di 40°C. In questo caso, la solubilità massima di N<sub>2</sub> è ~45 ml/l, dove l'N<sub>2</sub> rimane in forma dissolta e invisibile – sottosaturato. I restanti ~15 ml/l di N<sub>2</sub> sono in forma libera e visibile – sovrassaturato, cioè sovrassaturato.



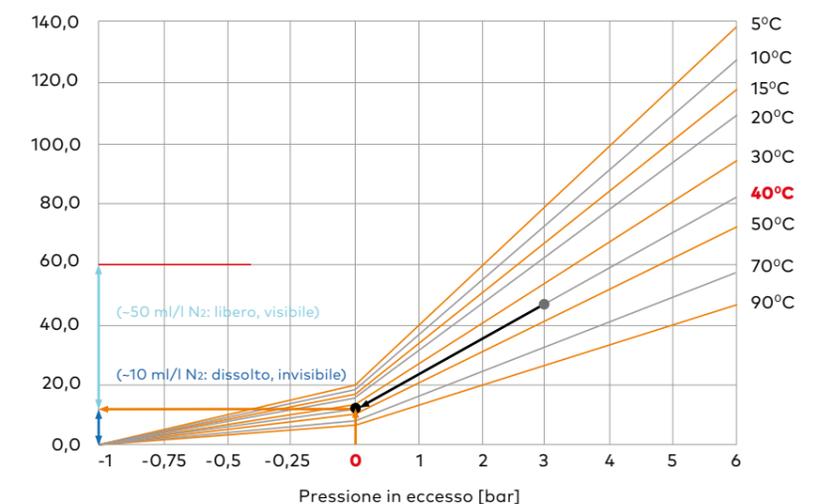
### Esempio 2

A una pressione costante di 3 bar, se la temperatura del mezzo aumenta da 40°C a 70°C e ~30 ml/l N<sub>2</sub> rimangono allo stato dissolto e ~15 ml/l N<sub>2</sub> desorbono allo stato gassoso, eventualmente si formeranno ~30 ml/l N<sub>2</sub> come gas libero e bolle di gas visibili. I separatori di microbolle sono in grado di separare questa quantità di gas dall'acqua e rimuoverla dall'impianto.



### Esempio 3

Se la pressione dell'impianto diminuisce a 0 bar, la solubilità dell'N<sub>2</sub> diminuirà secondo le linee di saturazione alle temperature indicate. A una pressione di 0 bar e una temperatura di 40°C si dissolveranno solamente ~10 ml/l di N<sub>2</sub>, in forma invisibile. I restanti ~50 ml/l di gas potranno essere dispersi per mezzo di un separatore di microbolle.



I degasatori a pressione utilizzano una pompa per ridurre la pressione al di sotto di quella atmosferica. I gas dissolti emergono dal liquido sotto forma di microbolle, che possono quindi essere sfiatate nell'atmosfera.

## Contenuto di gas durante il riempimento, la messa in servizio e il funzionamento dell'impianto

Il contenuto di gas di un impianto di riscaldamento è soggetto a considerevoli variazioni nelle fasi di riempimento iniziale, avviamento e funzionamento.

La seguente tabella mostra il tipico contenuto di gas negli impianti di riscaldamento. È evidente che la completa deaerazione è possibile solamente dopo che l'impianto si è riscaldato e spesso non avviene nella pratica. L'azoto rilasciato dalla soluzione nei punti più alti di riscaldamento della linea di mandata formerà cuscini di gas e circherà nel circuito di riscaldamento sotto forma di bolle di gas libero. Di conseguenza si ridurrà l'efficienza energetica dell'impianto, gli strati protettivi verranno rimossi per erosione, aumenterà la corrosione dovuta all'ossigeno e infine potrà aumentare il rumore.

	Contenuto di gas durante il riempimento con acqua	Contenuto di gas dopo il riempimento e lo sfiato dell'impianto [1]	Durante il funzionamento a una temperatura tipica del flusso nella parte più alta dell'impianto (0,5 bar / 70°C)
Azoto	14,8 ml/l (18,5 mg/l)	~ 40 ml/l (~50 mg/l)	11 ml/l (13,8 mg/l)
Azoto desorbito (gas libero)			-29 ml/l (-36,25 mg/l)
	Contenuto di gas dell'acqua di riempimento	Contenuto di gas dopo il riempimento e lo sfiato dell'impianto nelle primissime ore, prima che inizi la corrosione [1]	Durante il funzionamento
Ossigeno	7,8 ml/l 11,3	~14 ml/l (~20 mg/l)	< 0,07 ml/l (< 0,1 mg/l)
Depositi di corrosione per ossigeno			~64 mg ematite oppure ~71 mg magnetite



# Impurità e fango nell'acqua

La presenza di impurità è inevitabile, sia nei nuovi che nei vecchi impianti di riscaldamento e raffrescamento idronici



## Cause prima della messa in servizio:

- impurità esistente in tubi e componenti
- residui di bave (in particolare dai tubi in plastica)
- residui di saldatura e PTFE
- lubrificanti e sigillanti
- sabbia e polvere
- residui di additivi e inibitori
- corpi estranei

## Cause dopo la messa in servizio:

### Corrosione

La vita utile degli impianti di riscaldamento a base d'acqua è fortemente legata a quella dei materiali metallici e non metallici utilizzati. Nel caso dei metalli, l'elemento che può fare la differenza è la costruzione e la preservazione dei sottili strati protettivi di ossidi metallici sulle rispettive superfici, che inibiscono la corrosione.

### Che cosa si intende per corrosione?

Inizialmente, la corrosione è praticamente inesistente se è stato formato uno strato protettivo adeguato. La resistenza ottimale degli strati protettivi dei vari materiali dipende essenzialmente dalle condizioni chimiche ed è per questo che determinati materiali come quelli ferrosi facilitano la protezione dalla corrosione. I materiali in rame possono essere integrati facilmente in condizioni "normali". I componenti in alluminio richiedono particolare attenzione per quanto riguarda la qualità dell'acqua.

La corrosione è un processo elettrochimico all'interno dei cosiddetti elementi di corrosione e dipende dalle differenze locali in termini di materiali, strati protettivi e condizioni chimiche dell'acqua. Maggiori sono le differenze, più forte è l'elemento (potenziale) di corrosione e maggiore è il rischio di corrosione locale. Condizioni disuniformi possono provocare corrosione superficiale, che può compromettere la vita utile tecnica prevista per l'impianto con conseguente perdita di materiale. Negli impianti di riscaldamento chiusi, ci confrontiamo principalmente con la corrosione a umido.

La velocità di corrosione è influenzata anche dalla conduttività elettrica (LF) del mezzo di riscaldamento. Un valore LF più basso rallenta la corrosione, mentre un valore LF più elevato (bassa resistenza elettrica) facilita la corrosione.

Gli strati protettivi possono essere danneggiati sia da processi chimici che fisici. Ad esempio, un valore pH troppo basso può dissolvere gli strati protettivi, mentre una quantità eccessiva di ossigeno può "disturbare" la normale formazione dello strato protettivo (vedere VDI 2035 Parte 1, 03/2021, Sezione 6). In caso di rimozione delle proprietà protettive per effetto meccanico (ad es. vibrazioni o flusso eccessivi) o di sollecitazioni termiche (alternanti), la protezione dalla corrosione non è più garantita e il materiale inizia a corrodere localmente. Eventuali difetti negli strati protettivi possono corrodere con estrema velocità qualora le superfici protette siano molto ampie, anche se sono presenti solamente piccoli punti di corrosione attivi. Il flusso di corrosione si concentra sui difetti e porta quindi alla corrosione alveolare.

In genere, i materiali non metallici cedono a causa del trattamento inadeguato in sede di installazione (ad es. la pressione di contatto per le tenute è troppo bassa), dell'allungamento o della sovratensione dei polimeri (che tendono a dilatarsi per effetto del calore come i metalli), delle condizioni chimiche (ad es. il valore pH dell'acqua di riscaldamento e degli inibitori è troppo elevato) o della scelta di materiali impropri.

### Che cosa si intende per ruggine?

La ruggine è un composto chimico di ferro e ossigeno. La formazione di ruggine è causata da ossigeno, umidità, gas di scarico (zolfo), acidi e alcali. Ad esempio, i tubi di riscaldamento in acciaio possono arrugginire per effetto dell'aria sia durante l'immagazzinaggio che l'utilizzo.

## I vari tipi di corrosioni e processi che possono interessare gli impianti di riscaldamento

### Correnti vaganti

Sono generate dalle fonti in corrente continua. Impianti, condutture e serbatoi interrati possono danneggiarsi in pochissimo tempo. Ad esempio, 1 mA può distruggere quasi 10 grammi di ferro (Fe) in un anno. Il problema può essere risolto con l'installazione di conduttori protettivi e collegamenti equipotenziali da parte di specialisti.

### Corrosione interstiziale

La corrosione interstiziale può essere dovuta alla scarsa "canatura" dei punti e delle giunzioni di tenuta. La causa può essere rappresentata dalle differenti distribuzioni di ossigeno.

### Tensocorrosione

Questo tipo di danno si manifesta quando le sollecitazioni meccaniche sui componenti dell'impianto causano la formazione di crepe. Ad esempio, le sollecitazioni da trazione possono derivare dalla costruzione (saldatura, piegatura, lavorazione ecc.) o dal funzionamento (pressione, temperatura, movimenti ecc.). Negli impianti in acciaio inox, in determinate circostanze si possono manifestare anche crepe per tensocorrosione, in presenza di sollecitazioni da trazione e valori critici di cloruri. L'unico rimedio è accertarsi durante la realizzazione dell'impianto che le condutture, i giunti ad espansione ed eventuali apparecchiature siano installati correttamente con lo spazio necessario per l'espansione.

### Corrosione da erosione

L'erosione tende a manifestarsi nei punti con maggiori velocità dei flussi e nelle deflessioni (ad es. nelle curve dei tubi). Minore è il diametro dei tubi e più stretto è il raggio delle curve, maggiore risulterà l'effetto dell'erosione. In caso di degasazione insufficiente, la circolazione di bolle di gas libero nell'acqua aumenta il rischio di erosione.

### Deposito dei prodotti di corrosione

Negli impianti di riscaldamento, i solidi si possono depositare quando le velocità dei flussi sono troppo basse per trasportare le particelle. L'accumulo di questi depositi può quindi impedire la circolazione.



### Cavitazione

Per cavitazione si intende la formazione e la successiva implosione delle bolle di vapore in un liquido. Le bolle di vapore si formano quando la pressione scende al di sotto di quella di saturazione del liquido, ad esempio negli impianti a base d'acqua quando la pressione statica scende al di sotto della pressione di saturazione nei punti con maggiore velocità del flusso (ad es. orifizio di aspirazione delle pompe, sedi delle valvole e piastre degli orifizi). Se la pressione statica ritorna ad aumentare in un punto più a valle (stadi di pressione a valle di una pompa, riduzione della velocità dietro la sede della valvola), le bolle di vapore possono implodere bruscamente. Il materiale direttamente adiacente alla bolla di vapore viene eroso dall'acqua che scorre nella bolla di vapore da tutti i lati con un forte rumore di "pattering" (impatti di vapore microscopico ad alta frequenza). I gas dissolti nell'acqua attenuano la cavitazione, in quanto i gas che desorbono in prossimità della bolla di vapore non ritornano repentinamente in soluzione quando successivamente la pressione ritorna ad aumentare e assorbono il colpo d'acqua all'interno della bolla.

Il componente più critico dell'impianto per quanto riguarda la cavitazione è la pompa di ricircolo. La pressione statica sul lato di aspirazione della pompa non deve scendere al di sotto del valore NPSH specifico della pompa, altrimenti la pompa sarà inevitabilmente soggetta a cavitazione. In caso di cavitazione permanente, la pompa verrebbe distrutta in un tempo relativamente breve. Tuttavia, anche le valvole possono essere soggette a cavitazione e conseguenti danni. Per evitare la cavitazione nelle

valvole, la regola di base è che la pressione in ingresso alla valvola deve essere superiore di due volte rispetto alla perdita di carico sulla valvola.

### Impianti di riscaldamento con materiali misti

In caso di materiali misti come diversi metalli (ad es. tubi in plastica, flessibili di collegamento elastomerici), il rischio di corrosione per ossigeno è limitato, a condizione che il contenuto di ossigeno nell'acqua di riscaldamento sia inferiore a 0,1 mg / l. In genere, il contenuto di ossigeno nell'acqua degli impianti a prova di corrosione è di 0,02 mg/l o inferiore (VDI 2035 O3/2021, Parte 1).

### Tubi zincati

L'installazione interna di tubi zincati deve essere evitata. Tuttavia, è possibile utilizzare viti e dadi zincati in quanto non sono direttamente a contatto con l'acqua dell'impianto.

### Glicole in circuiti chiusi

In genere, l'uso di antigelo negli impianti di riscaldamento è sconsigliato sia per il costo iniziale aggiuntivo che per la riduzione del calore specifico, oltre che per il maggiore costo di pompaggio rispetto all'acqua pura. Pertanto, l'antigelo deve essere aggiunto solamente negli impianti in cui il mezzo deve essere protetto dalla solidificazione, ad esempio solari o geotermici. In caso di utilizzo di un antigelo in circuiti chiusi, devono essere osservati i valori limite indicati dai fornitori. La riduzione di concentrazione può trasformare il glicole in acido ossalico, con drastica riduzione del valore pH e conseguente corrosione. Inoltre, nei circuiti contenenti antigelo non possono essere installati tubi ed elementi di fissaggio zincati.

## Conseguenze, problemi e danni

La ruggine derivante dalla corrosione di caldaie, tubi e unità terminali riduce il trasferimento di calore specifico e aumenta le perdite di carico e la velocità del fluido nell'impianto idronico. Occorre notare anche che la ruggine comporta un aumento del volume di ferro, riducendo le sezioni incrociate negli impianti idronici

### Effetti sulle superfici dei tubi interni:

- aumento della rugosità
- riduzione del diametro interno
- corrosione diretta
- depositi di sottoprodotti di corrosione e altre impurità

L'aumento di velocità del flusso comporta l'erosione di tubi, singolarità e valvole per effetto della circolazione di piccole bolle d'aria e particelle di fango.

**La magnetite** è un materiale magnetico che si deposita sull'acciaio. Può danneggiare o addirittura distruggere i componenti critici, in particolare le pompe a rotor a umido ad alta efficienza con motori a magneti permanenti.

Inoltre può comportare il malfunzionamento delle valvole termostatiche e di regolazione, in quanto il fango di magnetite si deposita sulla sede della valvola impedendone il corretto funzionamento.

Nel caso degli impianti di riscaldamento a pavimento, la ruggine (magnetite) può provocare la formazione di una patina all'interno dei tubi riducendo il trasferimento di calore, e di conseguenza è necessario aumentare la temperatura di mandata. In casi estremi, i circuiti di riscaldamento interessati possono intasarsi completamente e alla fine rompersi.

I filtri vengono intasati rapidamente dalle particelle corrose e si riduce la portata. L'effetto positivo di filtrazione della magnetite può quindi comportare la rottura dell'impianto. I filtri devono essere puliti più spesso e di conseguenza aumentano i costi di gestione.





## Gas

### Problemi di circolazione

Le bolle di gas libero possono ridurre significativamente la circolazione. Infatti, si riduce la capacità del mezzo di trasferimento del calore, in quanto dove sono presenti le bolle di gas non può essere presente l'acqua. Anche la portata instabile e l'esposizione localizzata a temperature elevate possono comportare il rischio di guasti.

Il risultato è una riduzione delle prestazioni o addirittura la rottura delle pompe, oltre all'instabilità di comportamento delle valvole di regolazione, in particolare durante il funzionamento a basso carico.

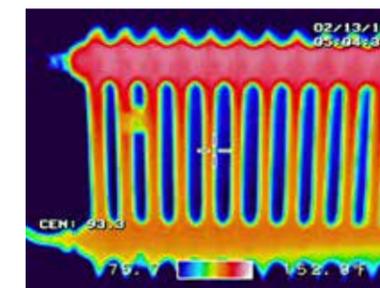
### Rumori

I gas liberi possono aumentare la rumorosità dell'impianto, in particolare all'interno di condutture, raccordi e valvole, oltre al "gorgoglio" dei radiatori ai piani più alti.

### Riduzione della capacità di riscaldamento

I gas possono avere un impatto negativo sul trasferimento di calore, riducendo la potenza di riscaldamento a causa dell'effetto isolante delle bolle di gas sulle superfici riscaldanti.

L'accumulo estremo d'aria può comportare la rottura dei radiatori ai piani più alti, impedendo la circolazione.



Radiatore completamente sfiatato



### Perdite da radiatori e altri componenti

Danni ai dispositivi di riscaldamento, riduzione del trasferimento di calore per effetto dell'ostruzione e depositi si possono tradurre in crepe e danni da corrosione

### Blocco delle valvole di regolazione

Danni a mandrini e tenute delle valvole

### Blocco delle pompe

Blocco e danni a cuscinetti e tenute a premistoppa delle pompe

### Intasamento dei tubi

L'intasamento dei tubi a causa di impurità e residui di corrosione comporta un aumento della

perdita di carico, in quanto occorre mantenere la stessa portata con una sezione minore dei tubi e di conseguenza aumenta il consumo energetico per il pompaggio.

### Scambiatori di calore

In corrispondenza di generatori e punti di emissione del calore, si forma uno strato isolante che ha un effetto negativo sul trasferimento di calore e può quindi surriscaldare sia le caldaie che gli scambiatori di calore con conseguenti danni.

### Contatori di calore

L'accumulo di magnetite nei contatori di calore può comprometterne la precisione di misurazione al punto tale che possono bloccarsi o devono essere sostituiti.



# Qualità dell'acqua secondo la norma VDI 2035

Secondo la norma VDI 2035, Parte 1, 03/2021, la durezza massima dell'acqua di riscaldamento e reintegro è determinata in funzione della potenza e del volume specifico dell'impianto: durezza totale in relazione al volume specificato dell'impianto  $v_A$  (volume dell'impianto/potenza della caldaia più piccola)

Acqua di riempimento, reintegro e riscaldamento in funzione della potenza di riscaldamento			
Potenza di riscaldamento totale, kW	Quantità totale di metalli alcalino-terrosi, mol/m <sup>3</sup> (durezza totale, °dH)		
	Volume specificato dell'impianto, potenza di riscaldamento ℓ/kW a)		
	≤ 20	da > 20 a ≤ 40	> 40
≤ 50 kW contenuto specifico d'acqua nel generatore di calore ≥ 0,3 ℓ per kW b)	nessuno	≤ 3,0 (16,8)	
≤ 50 kW contenuto specifico d'acqua nel generatore di calore < 0,3 ℓ per kW b) (ad es. riscaldatore per l'acqua di ricircolo) e impianti con elementi di riscaldamento elettrici	≤ 3,0 (16,8)	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)
da > 50 kW a ≤ 200 kW	≤ 2,0 (11,2)	≤ 1,0 (5,6)	
da > 200 kW a ≤ 600 kW	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)	
> 600 kW	< 0,05 (0,3)		

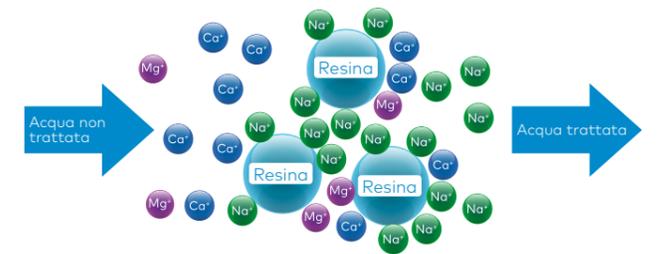
Acqua di riscaldamento, a prescindere dalla potenza di riscaldamento	
Modalità di funzionamento a basso contenuto di sali c) contenente sali	Conduttività elettrica, μS/cm
	da > 10 a ≤ 100
	da > 100 a ≤ 1500
	Aspetto: trasparente, privo di sostanze sedimentanti
Materiali nell'impianto	Valore pH
senza leghe di alluminio	da 8,2 a 10,0
con leghe di alluminio	da 8,2 a 9,0

**Condizioni dell'acqua di riempimento e reintegro**

- a) Per il calcolo del volume specifico, negli impianti con diversi generatori di calore deve essere considerata la potenza di riscaldamento del singolo elemento più piccolo.
- b) Negli impianti con diversi generatori di calore con contenuti specifici d'acqua differenti, si applicherà il singolo contenuto specifico d'acqua più piccolo.
- c) Negli impianti con leghe di alluminio, il pieno addolcimento è sconsigliato.

**Addolcimento**

Durante l'addolcimento, l'acqua di riempimento passa attraverso uno scambiatore di ioni. La resina al suo interno assorbe gli ioni di calcio e magnesio presenti nell'acqua e li sostituisce con ioni di sodio. A differenza di calcio e magnesio, il sodio non è un induritore. L'acqua di riempimento risultante ha ancora una certa durezza, ma non comporta la formazione di calcare. La conduttività dell'acqua rimane praticamente invariata.



**Demineralizzazione**

Negli impianti di riscaldamento ad acqua calda, come acqua di riempimento e reintegro può essere utilizzata l'acqua potabile, a condizione che la quantità totale di metalli alcalino-terrosi rientri nei requisiti specificati nella tabella sopra. In caso di variazione della qualità dell'acqua devono essere considerati i valori più elevati.

La demineralizzazione rimuove tutti i sali dall'acqua di riempimento, riduce la conduttività elettrica dell'acqua e previene efficacemente la corrosione. Per la rimozione di questi ioni dissolti (dissociati) vengono utilizzate resine speciali a scambio cationico e anionico che assorbono gli ioni dissolti nell'acqua e rilasciano quantità equivalenti di altri ioni aventi la stessa carica nell'acqua.

I cationi dissolti nell'acqua (ad es. Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>) vengono sostituiti dalle resine a scambio cationico con ioni H<sup>+</sup>, mentre gli anioni (ad es. Cl<sup>-</sup>, NO<sup>-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) dalle resine a scambio anionico con gruppi OH. Il risultato è acqua pura, completamente desalinizzata.

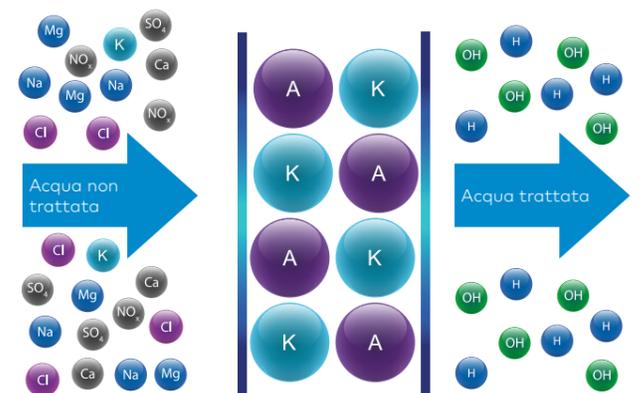
Le resine a scambio ionico saturate (esauste) possono essere riattivate invertendo il processo di carica con agenti rigeneranti appropriati.

La demineralizzazione dell'acqua di riempimento per mezzo di cartucce di resina a letto misto può ridurre la conduttività elettrica a meno di 10 μS/cm. Nella prassi, la conduttività elettrica nell'impianto aumenta rapidamente e si stabilizza a valori inferiori a 100 μS/cm (modalità di funzionamento a basso contenuto di sali).

In genere, il valore pH dell'acqua di riempimento e reintegro è di circa 7,0 e di conseguenza ben al di sotto delle raccomandazioni per l'acqua negli impianti di riscaldamento. Poiché generalmente il valore pH dell'acqua di riscaldamento aumenta dopo qualche settimana di esercizio per effetto dell'auto-alcalinizzazione, l'alcalinizzazione dell'acqua di riempimento e reintegro non è necessaria se i valori pH sono troppo bassi.

**pH richiesto per i diversi materiali**

- Il valore pH deve rientrare nel range alcalino (8,2 -10,0) per evitare la corrosione
- Il valore pH influenza gli strati naturali di ossidi protettivi sui metalli per ridurre la corrosione
- In caso di circuiti di riscaldamento chiusi con componenti in alluminio (scambiatori di calore, caldaie, radiatori) occorre prestare particolare attenzione al valore pH, per evitare possibili processi di corrosione e conseguenti danni. La corrosione dei componenti in alluminio dipende essenzialmente dal tipo di lega. Normalmente, deve essere mantenuto un valore pH compreso tra 8,2 e 9,0. Inoltre, devono essere osservate le istruzioni del produttore.



Pleno Refill Demin

# Sfiato e separazione delle bolle di gas libero

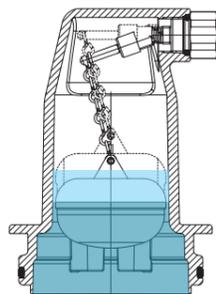
La rimozione delle bolle di gas libero da un circuito idrico chiuso prevede sempre la separazione dei gas liberi dal liquido in una zona quiescente e lo scarico dei gas raccolti nell'aria ambiente

## Principio delle valvole di sfogo automatico



Le valvole di sfogo automatico scaricano automaticamente i gas accumulati all'esterno. L'acqua deve essere ferma. In caso contrario, i gas saranno trasportati insieme all'acqua e non potranno entrare nella valvola di sfogo. In genere, nelle valvole di sfogo automatico, la valvola di rilascio dell'aria è controllata da un galleggiante. Prima le bolle di gas libero oltrepassano il galleggiante nell'area superiore della valvola di sfogo, quindi il galleggiante scende con il livello dell'acqua. Quando il galleggiante raggiunge una determinata posizione, la valvola di sfogo si apre e i gas accumulati vengono dispersi nell'ambiente. Non appena il galleggiante risale, la valvola di sfogo si richiude. Le applicazioni più comuni sono la deaerazione iniziale durante il riempimento degli impianti, la deaerazione decentralizzata dei radiatori e l'aerazione durante lo svuotamento.

## Aspetti essenziali di qualità delle valvole di sfogo automatico



Per garantire sempre il perfetto funzionamento della valvola di sfogo automatico, è essenziale tenere pulita la valvola di scarico dell'aria da impurità e acqua anche a pressioni elevate. Zeparo assicura il mantenimento di una distanza sufficiente tra la superficie dell'acqua e l'uscita della valvola, oltre che dalle piastre ad alette sotto il galleggiante, evitando che l'acqua possa risalire troppo velocemente nello sfogo.

Inoltre, è molto importante che il galleggiante abbia una guida stabile in una camera sufficientemente grande e bilanciata.

Il collegamento all'impianto deve essere dimensionato in modo che anche le bolle di gas più grandi possano risalire nel deaeratore, senza rimanere intrappolate all'ingresso per l'effetto capillare. Anche con le valvole di sfogo compatte deve essere garantito un diametro di almeno mezzo pollice.

## Problemi in caso di mancata osservanza degli aspetti essenziali di qualità delle valvole di sfogo

La causa delle perdite dai separatori d'aria è la distanza troppo breve tra la valvola dell'aria e il livello dell'acqua, che comporta il deposito della nebbia d'acqua presente nelle bolle d'aria sulla valvola di rilascio dell'aria, che si rompono quando emergono a contatto con la superficie dell'acqua. Poiché la nebbia d'acqua contiene anche sali dissolti, si formano delle incrostazioni e la valvola di rilascio dell'aria inizia a perdere.



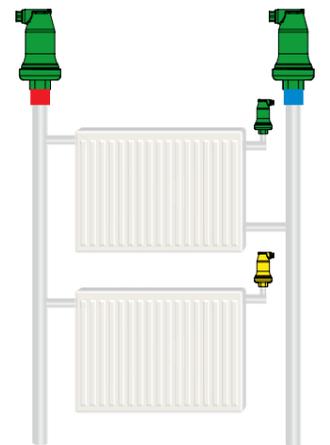
Esempio di valvole di sfogo di scarsa qualità, che iniziano presto a perdere a causa della loro costruzione difettosa

## Posizionamento delle valvole di sfogo

Le valvole di sfogo automatico dovrebbero essere installate nel punto più alto di ogni riser nell'impianto e in qualsiasi punto in cui si possa raccogliere l'aria. Devono essere installate in posizione verticale, con il collegamento in basso, per assicurarne il corretto funzionamento e uno sfiato iniziale efficiente.

Dopo il riempimento iniziale e la deaerazione, l'impianto deve essere riscaldato in modo che i gas dissolti residui possano desorbire e, quando si arresterà la pompa di ricircolo, risalire come bolle di gas libero alle valvole di sfogo per essere espulsi nell'aria ambiente.

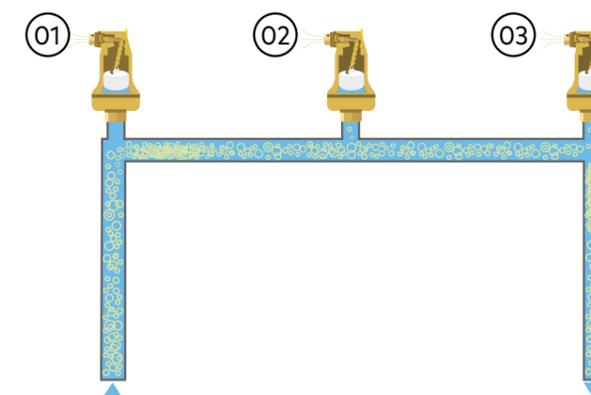
Le valvole di sfogo possono essere montate anche sui radiatori. Per sfiatarle, devono essere montate nel punto più alto possibile.



■ posizionamento ideale

■ posizionamento accettabile

### Valvola di sfogo per lo sfiato operativo

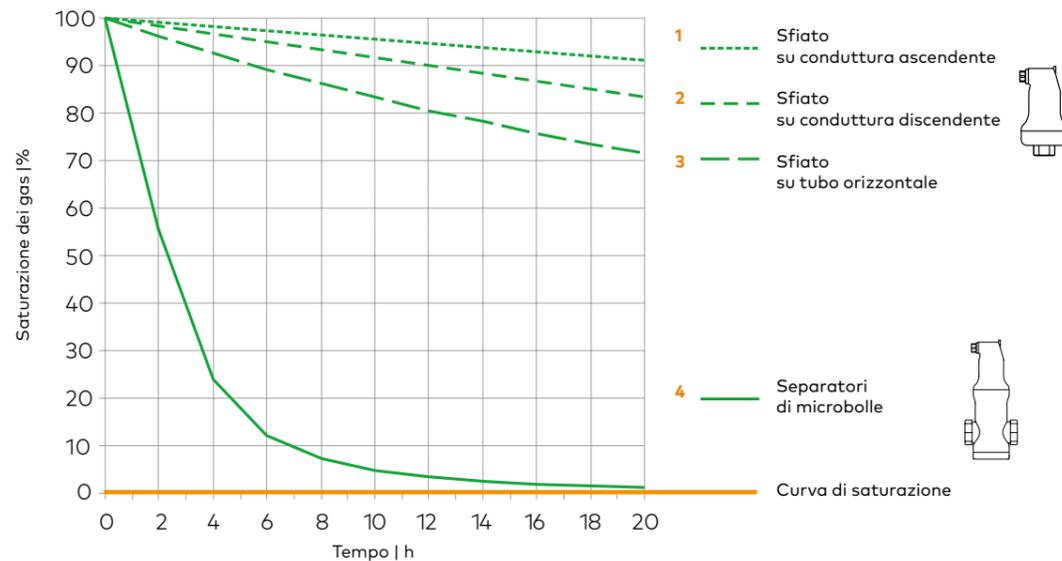


01 Questo è lo scenario peggiore, con le bolle quasi interamente intrappolate nel flusso.

02 Solo qualche bolla riesce a raggiungere la valvola di sfogo. L'efficienza di separazione è bassa e rilevante solo a  $d/D=1$  e con velocità del flusso di  $w \leq 0,5$  m/s.

03 A causa della turbolenza nella curva, solo qualche bolla riesce a raggiungere la valvola di sfogo. Le valvole di sfogo rimuovono l'aria in modo inefficiente e sono sconsigliate per la deaerazione. I separatori di microbolle rappresentano un'alternativa di gran lunga migliore.

## Saturazione dei gas ottenibile con le valvole di sfogo in relazione ai separatori



Confronto: saturazione dei gas ottenibile con degasatori e separatori

Le varie soluzioni disponibili sul mercato sono basate sui seguenti principi di separazione:



### Riduzione di velocità del flusso

I separatori d'aria standard riducono la velocità del flusso. Le bolle esistenti possono risalire in alto sull'acqua più calma e vengono separate, quindi vengono espulse dalla valvola di sfogo automatico. L'efficienza di separazione di questi dispositivi è piuttosto bassa, in quanto sono in grado di catturare solamente le bolle di gas molto grandi. Le microbolle continuano a scorrere con il flusso.



### Dispositivi di comando

Le alette all'interno di un tipico separatore d'aria dovrebbero dirigere le bolle d'aria nella parte superiore del separatore. L'effetto dell'adesione delle bolle più piccole è ridotto, in quanto la superficie è limitata.

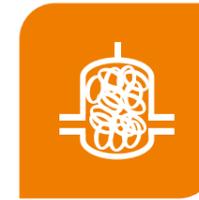


### Effetto centrifugo

L'acqua può essere disposta in modo da ruotare per flusso in ingresso e flusso in uscita tangenziale. Con la rotazione del flusso, le bolle più leggere tendono a concentrarsi al centro e risalire. Per diversi motivi, questo principio è difficile da realizzare nella separazione delle microbolle.

### Effetto di coalescenza

È l'adesione delle bolle più piccole ad altri materiali. Le bolle si accumulano, si aggregano tra loro e possono risalire. Questo fenomeno si manifesta su anelli specifici (ad es. in porcellana o ceramica) o sulle reti.



La rete ha una combinazione di aree calme e turbolente. Le bolle collassano nell'area turbolenta in basso. Lo scambio avviene con l'area calma in alto, dove poi possono apparire le bolle.

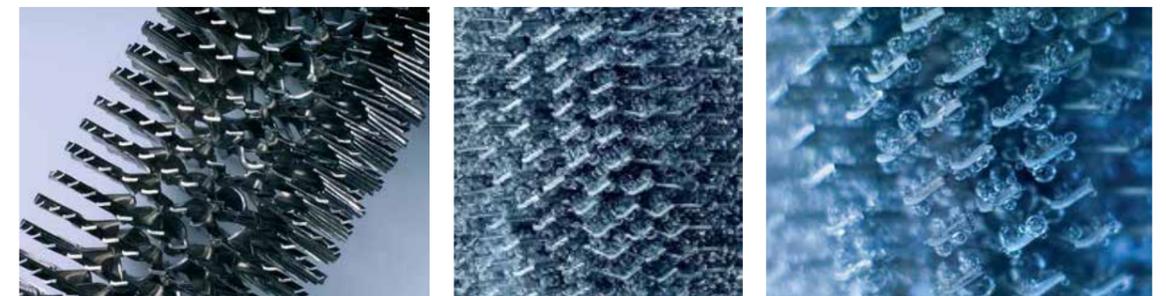


Esistono diverse versioni di reti: orizzontale o verticale, con o senza anima centrale ed a forma di spirale, spazzola o setaccio.

### Principio elicoidale

Questa tecnologia di IMI Pneumatex abbina tutti i principi sopra descritti, ma senza i rispettivi svantaggi:

- La portata si riduce, in quanto le bolle più grandi possono risalire molto velocemente.
- Il numero elevato di alette inclinate ridirige le bolle verso l'alto.
- Grazie ai numerosi pozzetti e alle cavità, il separatore elicoidale (che ha una superficie molto estesa) cattura le microbolle in modo ottimale.
- La configurazione elicoidale (con spirale verso l'alto) consente di risalire anche alle piccole bolle nella colonna centrale con la minima turbolenza.
- Grazie alla tecnologia migliorata, le bolle si formano alla periferia del flusso principale.
- Le alette assicurano una superficie estremamente calma nella sezione superiore del separatore, dove le bolle possono apparire facilmente.



## Separatori di microbolle

I separatori di microbolle possono avere un design estremamente compatto e sono ideali per la degasazione. Inoltre, è possibile combinare diversi principi di separazione per una maggiore efficienza. Il separatore non limita il flusso in alcun modo. I gas vengono separati dall'acqua e sfiati attraverso la valvola di sfogo.

L'efficacia dei separatori di microbolle aumenta al diminuire dell'altezza statica (Hst) e all'aumentare della temperatura (tmax) nel punto corrispondente dell'impianto. L'efficacia è limitata dall'altezza statica (Hst) al di sopra del separatore (vedere la tabella seguente).

tmax	°C	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Hst	mWs	15,0	13,4	11,7	10,0	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7

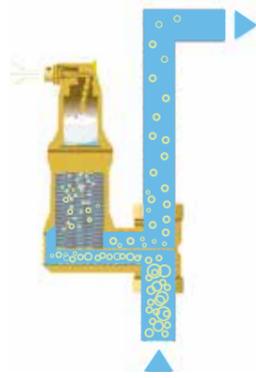
Hst = altezza statica massima per una separazione efficace delle microbolle alla temperatura massima dell'impianto a monte del separatore

## Separatore di microbolle Zeparo ZUV



La soluzione professionale ad alta efficienza di separazione in un design compatto.

- La bassa velocità del flusso all'interno del separatore consente alle grandi bolle di risalire rapidamente
- Le numerose alette disposte a spirale ridirigono le bolle verso l'alto
- Le bolle più piccole possono risalire nella colonna centrale con la minima turbolenza
- Grazie alle numerose cavità e sporgenze, il separatore elicoidale presenta una superficie utile molto estesa che favorisce la coalescenza delle bolle di gas, catturando le microbolle in modo ottimale. Per coalescenza si intende l'adesione delle bolle più piccole a un altro materiale. Le bolle si aggregano tra loro, quindi risalgono



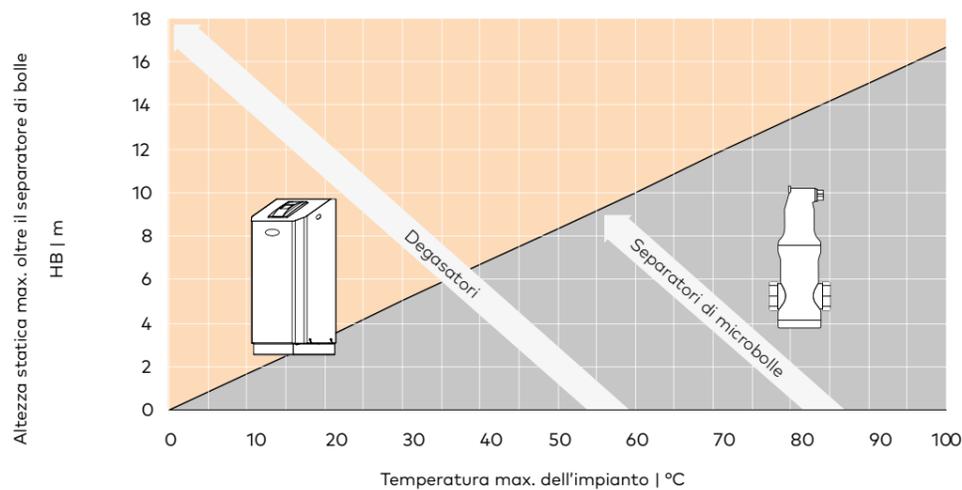
In condizioni normali, i separatori di microbolle non sono in grado di ottenere la sottosaturazione nel punto di installazione. Tuttavia, le ampie parti dell'impianto a pressioni superiori possono diventare assorbenti.

L'efficienza di un deaeratore è determinata da due fattori: l'efficienza dell'elemento di separazione e la perdita di carico dovuta a un separatore.

Un buon elemento di separazione assicura una rimozione efficiente delle microbolle dall'impianto di riscaldamento. Inoltre, l'elemento di separazione non deve costituire un impedimento al flusso nell'impianto. Preferibilmente, il separatore di microbolle deve essere installato nel punto più caldo di un impianto, dove vengono rilasciate le microbolle. Nel caso di un impianto di riscaldamento, è il punto di uscita dell'acqua dalla caldaia o dallo scambiatore di calore a piastre di separazione.

### Applicazione di separatori e degasatori a pressione

I separatori di microbolle sono dispositivi passivi in grado di scaricare solamente le bolle che sono già presenti nell'impianto ed entrano al loro interno. Preferibilmente devono essere posizionati dove la pressione è bassa o la temperatura è elevata, dove le bolle si formano naturalmente. In caso di superamento dell'altezza statica (Hst), i gas rimangono in forma parzialmente dissolta e non possono essere separati in modo efficace.



I separatori di microbolle sono pienamente funzionali solamente al di sotto della linea. Quando i separatori di microbolle raggiungono il loro limite fisico, la soluzione ideale è rappresentata da degasatori in grado di rimuovere i gas dissolti, oltre alle eventuali bolle di gas libero.

# Principi di separazione dei gas dissolti

I degasatori rimuovono i gas dissolti dall'acqua durante il funzionamento dell'impianto a flusso parziale. Il loro funzionamento è basato sull'aumento della temperatura localizzata e sulla riduzione di pressione

## Degasatori termici

I degasatori termici utilizzano temperature elevate per ridurre la solubilità. Questi sistemi consumano molta energia e sono economicamente sostenibili solamente quando sono disponibili acqua calda e vapore.

Per questo motivo, raramente i degasatori termici sono presenti negli impianti HVAC.

Tuttavia, gli effetti positivi della degasazione termica in corrispondenza delle parti calde di una caldaia possono essere ottenuti anche per mezzo di un separatore di microbolle.



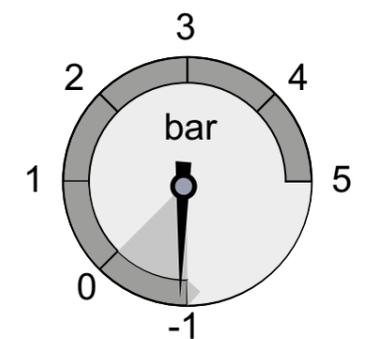
## Degasatori a pressione

I degasatori a pressione utilizzano pressioni inferiori per ridurre la solubilità. I degasatori a pressione sono utilizzati da diversi anni per la degasazione degli impianti HVAC negli edifici. I costi di investimento iniziale e gestione di questi degasatori sono decisamente inferiori a quelli dei degasatori termici.



Principio della degasazione:

- Aspirare un campione di acqua saturo di gas dall'impianto e ridurre le pressioni. I gas dissolti emergeranno dalla soluzione sotto forma di microbolle.
- Sfiatare le bolle di gas nell'atmosfera.
- Reiniettare l'acqua deaerata nell'impianto.
- Ripetendo di continuo questo processo, l'intero contenuto d'acqua può essere condizionato per essere altamente assorbente.
- Occorre fare una distinzione tra degasatori sotto vuoto ed a pressione atmosferica.



L'efficienza dei degasatori a pressione dipende dal livello di pressione (atmosferica, vuoto) e dall'efficienza dell'effetto di coalescenza (grandezza delle bolle d'aria).

In base alla differenza di pressione, i degasatori a pressione sono in grado di separare i gas dissolti e ottenere uno stato di sottosaturazione dei gas in qualsiasi punto dell'impianto. In teoria, sotto vuoto è possibile ottenere una sottosaturazione totale del 100%. I degasatori atmosferici sono in grado di raggiungere solamente una sottosaturazione del 15%. L'effetto di degasazione è maggiore rispetto a quello dei separatori di microbolle comparabili.

Nella degasazione sotto vuoto, parte del fluido nell'impianto è soggetta temporaneamente a una depressione. I gas dissolti nel fluido vengono rilasciati, separati e rimossi dall'impianto. Il fluido degasato e assorbente viene quindi ripompato nell'impianto, dove può iniziare a entrare in circolo e i gas possono essere nuovamente assorbiti. In

questo modo è possibile risolvere anche i problemi nei luoghi in cui la portata è piuttosto scarsa e la sovrappressione è limitata.

Maggiore è la sottosaturazione dei gas dissolti nel mezzo, maggiore è la capacità di contenimento dei gas introdotti nell'impianto (ad es. dall'acqua di reintegro, durante i lavori di riparazione ed estensione ecc.).

Ipotizzando una sottosaturazione di 10 ml/l, un impianto da 400 kW con un contenuto d'acqua di 5.000 litri può sopportare un volume d'aria di 50 litri senza produrre bolle!

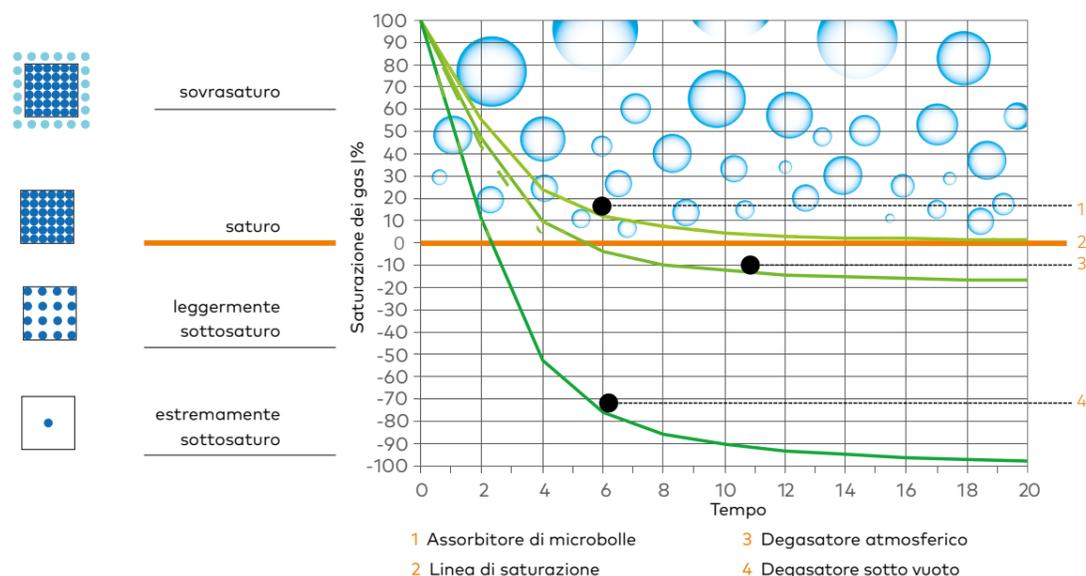
I degasatori sotto vuoto possono ridurre anche gli impianti ipersaturati di gas allo stato di sottosaturazione in tempi brevissimi.

Inoltre, i degasatori sotto vuoto sono in grado di degasare anche l'acqua di reintegro, riducendo significativamente il carico di ossigeno (in genere del 60-80%).

**Pertanto, i degasatori sotto vuoto sono particolarmente indicati per:**

- Impianti con numerose diramazioni e bassa velocità del flusso
- Impianti ad acqua fredda in cui un separatore di microbolle ha solo un range di applicazione limitato a causa delle basse temperature
- Impianti ad alta pressione
- Impianti con fabbisogno crescente e continuo di reintegro dell'acqua
- Impianti oggetto di critiche continue per i "problemi d'aria" (radiatori freddi, rumori di scorrimento)
- Impianti in cui il contenuto di gas deve essere ridotto rapidamente
- Impianti che richiedono la massima efficienza energetica possibile perché il bilanciamento idraulico, l'ottimizzazione delle prestazioni delle pompe di ricircolo e il trasferimento del calore sono possibili solamente senza bolle di gas

**Saturazione del gas teoricamente raggiungibile con degassatori e separatori di microbolle**



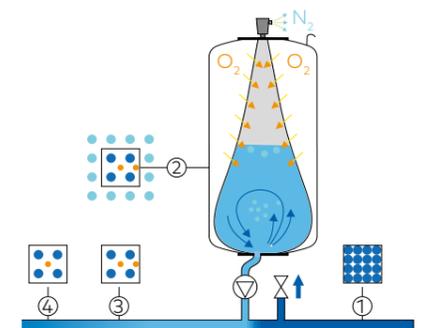
# Degasazione atmosferica

La soluzione più semplice per integrare la degasazione atmosferica è nell'ambito di un sistema di mantenimento della pressione con un vaso di espansione senza pressione.

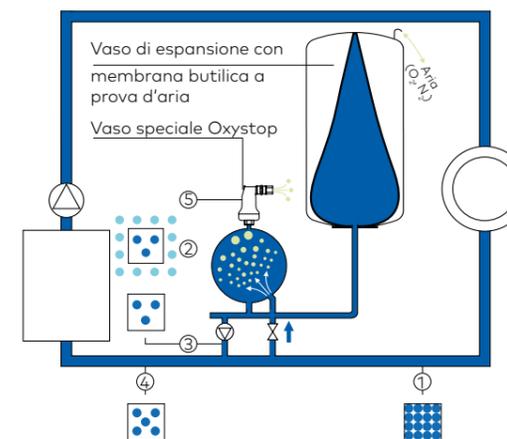
Con la pompa e la valvola di troppopieno, un sistema di pressurizzazione ha già tutti i componenti essenziali per realizzare una degasazione a pressione parziale. Nel vaso di espansione senza pressione, l'acqua viene espansa automaticamente a un livello di pressione inferiore a qualsiasi pressione statica all'interno dell'impianto e in questo caso l'integrazione della degasazione a pressione atmosferica è molto semplice.

Una forma particolarmente economica e comune di degasazione atmosferica è direttamente attraverso il vaso di espansione del dispositivo di pressurizzazione. Tuttavia, occorre considerare diversi elementi importanti.

L'ammissione di O<sub>2</sub> può essere prevenuta solo con membrane di alta qualità, altrimenti l'impianto sarà solamente semi-chiuso. Uno degli svantaggi del flusso passante a temperature più elevate è che la tenuta all'ossigeno della membrana si riduce e di conseguenza invecchia più velocemente. Tuttavia, il vaso di espansione utilizzato per la degasazione deve essere isolato termicamente. In caso contrario, la perdita di calore sulla superficie estesa del vaso cesserà di essere trascurabile.



Ossigeno dissolto O<sub>2</sub> ●  
Azoto dissolto N<sub>2</sub> ●  
Azoto libero N<sub>2</sub> ●  
Degasazione atmosferica all'interno del vaso di espansione con diffusione dell'ossigeno attraverso la membrana del vaso



Soluzione migliorata Pneumatex con tecnologia a prova d'aria. La mancata degasazione nel vaso di espansione elimina il rischio di diffusione dell'ossigeno

Pneumatex ha migliorato questo principio con una tecnologia a prova d'aria. Il vaso di espansione non viene utilizzato per la degasazione e mantenuto sempre a basse temperature, senza il rischio elevato di diffusione dell'ossigeno. Tutta la degasazione avviene in un vaso a prova di diffusione separato. In combinazione con la membrana butilica a prova d'aria, elimina del tutto il rischio di diffusione elevata dell'ossigeno per impermeabilità attraverso il vaso di espansione. Nel frattempo, questa tecnologia di degasazione atmosferica Pneumatex è stata sostituita dalla degasazione sotto vuoto, di gran lunga più efficace.

# Degasazione sotto vuoto

Per creare un vuoto e separare i gas dissolti dal mezzo nell'impianto possono essere utilizzate diverse tecnologie

Nel caso dei degasatori sotto vuoto, occorre fare una distinzione tra i degasatori con generazione del vuoto sul lato del gas e quelli sul lato dell'acqua, che sono decisamente più diffusi grazie al costo inferiore sia di investimento iniziale che di gestione.

## Deaeratore sotto vuoto con generazione del vuoto sul lato dell'acqua – principio di funzionamento

Il componente principale di questo degasatore è una pompa ad alta pressione sul lato dell'acqua, che crea un vuoto nel serbatoio di degasazione e convoglia l'acqua degasata nell'impianto collegato. A seconda del design, l'acqua viene alimentata nel serbatoio di degasazione nell'area del liquido oppure nell'area del gas creata dalla pressione negativa. Il processo di degasazione

è costituito da una fase di vuoto e una fase di scarico. Nella fase di vuoto, il flusso in uscita dal serbatoio di degasazione è maggiore del flusso in ingresso e di conseguenza crea una pressione negativa. Non appena si forma la pressione negativa, i gas desorbono dal liquido. Nella fase di scarico, il flusso in ingresso è maggiore di quello in uscita. Il vuoto viene mantenuto per gran parte della fase di scarico, finché il gas desorbito non viene rilasciato nell'ambiente a sovrappressione attraverso la valvola di sfogo.

L'efficienza di degasazione dipende dal processo impiegato, cioè da quanto il desorbimento delle microbolle nel vuoto può essere guidato alla valvola di sfogo senza essere riconvogliato all'impianto dal flusso della pompa.

## Degasazione sotto vuoto ciclonica IMI Pneumatex

Le unità di degasazione a pressione IMI Pneumatex sfruttano una combinazione unica di effetto ciclonico e degasazione sotto vuoto. I degasatori sotto vuoto ciclonico IMI Pneumatex rappresentano una tecnologia di degasazione sotto vuoto estremamente compatta, scalabile ed efficiente e hanno sostituito i degasatori sotto vuoto a vortice Pneumatex prodotti fino al 2015.

### Come funziona la degasazione sotto vuoto ciclonico?

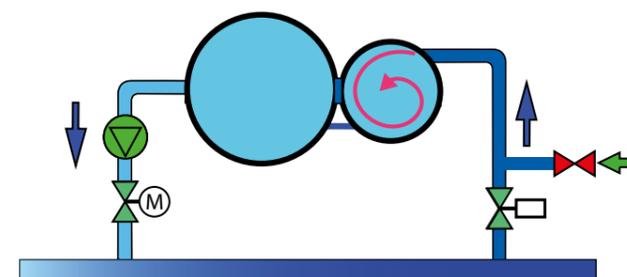
Nella degasazione sotto vuoto ciclonico, parte del mezzo viene convogliata in un serbatoio di degasazione speciale in cui è esposta a una forte pressione negativa. Un orifizio nel tubo in ingresso limita la portata dell'acqua a meno di quella che è in grado di sostenere la pompa. In questo modo, i gas dissolti vengono rilasciati all'interno del contenitore.

Il fluido risultante ha un aspetto lattiginoso, in quanto contiene numerose bolle di piccole dimensioni. Nei sistemi convenzionali, a questo punto il problema è come separare ed espellere queste microbolle di gas dal mezzo. A tal scopo sono disponibili diverse tecnologie, ma nessuna di esse è particolarmente efficace. IMI Pneumatex ha sviluppato una soluzione sfruttando la rivoluzionaria tecnologia ciclonica.

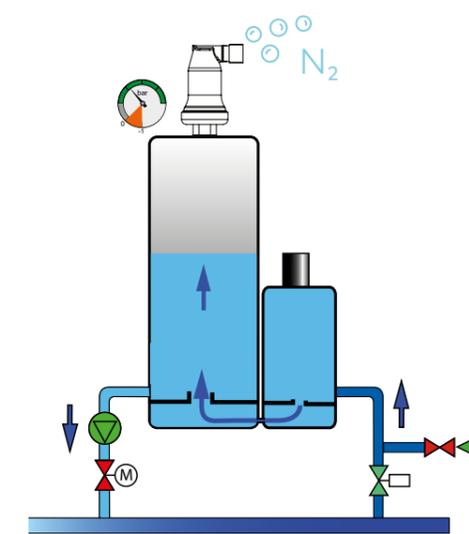
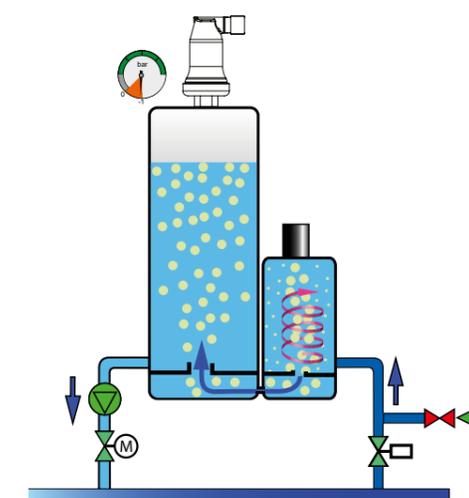
Durante lo sviluppo di un separatore di fango e impurità basato sulla tecnologia ciclonica, è risultato evidente che le forze centrifughe nel separatore Cyclone facevano in modo che le particelle di impurità si muovessero verso l'esterno molto rapidamente, mentre l'aria, che è più leggera dell'acqua, si raccoglieva al centro.

Questo fenomeno si è dimostrato vincente. Infatti, la tecnologia brevettata di degasazione sotto vuoto Cyclone concentra rapidamente le piccole bolle di gas al centro, dove si aggregano rapidamente in bolle più grandi e di conseguenza più facili da rimuovere da un secondo serbatoio. Questo metodo è stato utilizzato in una serie di test [3] in un circuito di raffreddamento da 1,8 m<sup>3</sup> per ridurre il contenuto di azoto da 24,4 a 9,9 mg/l nel range sottosaturato non critico entro 6 ore. I degasatori sotto vuoto basati su altri tipi di tecnologie richiedono fino al doppio di tempo per ottenere la stessa riduzione.

La tecnologia di degasazione sotto vuoto ciclonico è così efficiente che addirittura le miscele di acqua e glicole possono essere degasate a contenuti di gas estremamente bassi in tempi accettabili. Gli esperimenti [4] hanno dimostrato che i degasatori sotto vuoto con altre tecnologie non sono in grado di degasare il mezzo del tutto o solo marginalmente, nel caso di una miscela di acqua e glicole di etilene.



Vista dall'alto del vaso



Piccolo vaso ciclonico con ingresso tangenziale per la separazione dei gas ciclonica

Il processo di degasazione è controllato da una valvola a sfera motorizzata sul lato di mandata della pressione. In base alla relativa posizione, la portata della pompa può essere regolata dallo 0% al 100%, per ottenere un equilibrio ottimale tra le fasi di vuoto e scarico. Inoltre, questo processo non richiede l'avviamento e lo spegnimento della pompa, evitando inutili picchi di pressione tra le fasi di degasazione e consentendo alla pompa di funzionare praticamente senza usura.

La degasazione sotto vuoto ciclonica è realizzata da un'apposita unità indipendente della serie di prodotti Vento Connect di IMI Pneumatex. Vento Connect può essere collegato in parallelo per ottimizzarne le prestazioni ed è compatibile con

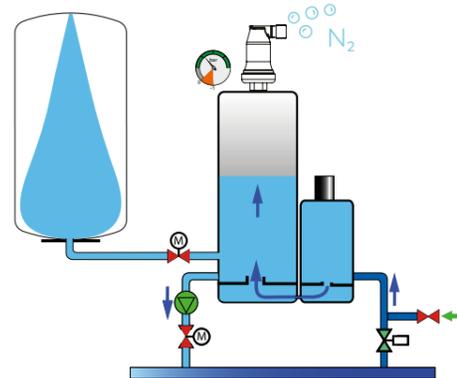
qualsiasi tipo di pressurizzazione dell'impianto, cioè con il monitoraggio indipendente della pressione con vasi di espansione statici oppure insieme a dispositivi di pressurizzazione senza degasazione dell'impianto o degasazione dell'acqua di reintegro, come nel caso della pressurizzazione con compressore.

La tecnologia di degasazione sotto vuoto ciclonico consente l'integrazione di vasi di degasazione compatti in impianti di pressurizzazione con pompe in modo semplice ed economico e questo aspetto è stato determinante per lo sviluppo del sistema di mantenimento della pressione con pompa Transfero TV Connect di IMI Pneumatex.

## Pressurizzazione IMI Pneumatex con degasazione sotto vuoto ciclonica integrata

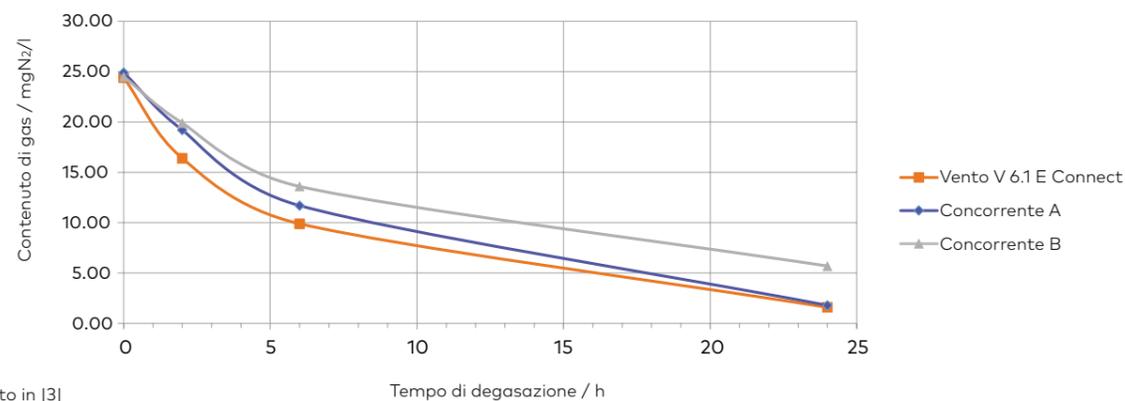
La serie Transfero TV Connect di IMI Pneumatex è un ottimo esempio di integrazione di successo della degasazione sotto vuoto ciclonica in un sistema di pressurizzazione per pompe. La valvola a sfera motorizzata a tenuta stagna tra il vaso di espansione senza pressione e i vasi di degasazione è l'elemento chiave di questa serie Transfero e anche il tratto distintivo dell'idraulica di Vento.

Durante la degasazione, la valvola a sfera motorizzata rimane costantemente chiusa e si apre solamente per la funzione di mantenimento della pressione. Il sistema di comando sofisticato BrainCube Connect provvede sia al monitoraggio che al controllo dei processi di pressurizzazione, degasazione sotto vuoto, reintegro e trattamento dell'acqua.



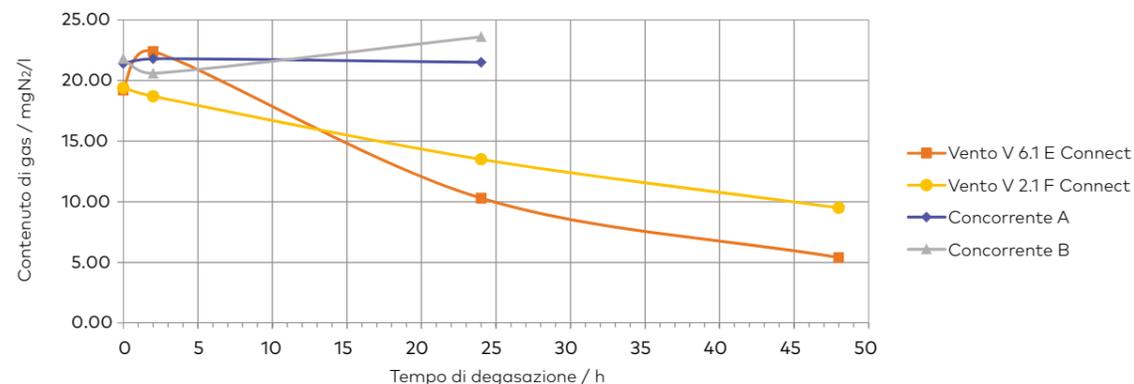
## Curve di decadimento del contenuto di gas per le misurazioni concrete

### Degasazione sotto vuoto - circuito di raffreddamento da 1,8 m<sup>3</sup> - acqua



Misurato in [3]

### Degasazione sotto vuoto - circuito di raffreddamento da 450 l - acqua con glicole di etilene al 25%



Misurato in [4]

I test dei concorrenti A e B sono stati interrotti dopo 24 ore in quanto non era più riscontrabile alcun effetto di degasazione. I valori più elevati possono essere spiegati dalla successiva dissoluzione delle bolle di gas N<sub>2</sub> nel circuito.

## Programmi di degasazione

**Funzionamento Eco-auto:** contenuto di gas ottimizzato per l'operazione di degasazione

L'unità misura lo sfiato del gas durante i processi di degasazione e si spegne automaticamente tramite l'interruttore PSeco quando il contenuto di gas nel fluido dell'impianto è sufficientemente basso. Il contenuto di gas viene controllato quotidianamente e, se necessario, il processo di degasazione viene avviato automaticamente.

L'interruttore PSeco per il rilevamento dei gas di scarico è preimpostato in fabbrica per mantenere il contenuto di azoto al di sotto di 8 ml/l. La modalità di degasazione Eco-auto è la più efficiente dal punto di vista energetico ed è per questo che è la modalità di funzionamento predefinita di Vento / Transfero TV Connect dopo l'avviamento.

**Degasazione continua:** riduce rapidamente il contenuto di gas nell'acqua dell'impianto

L'unità degasa l'acqua nell'impianto in modo continuo e controllato, al di fuori degli orari notturni di riposo. BrainCube calcola il tempo richiesto di degasazione in base alle dimensioni dell'impianto, per assicurare sempre un contenuto sufficientemente basso di gas. BrainCube indica anche il tempo rimanente. Una volta completata la degasazione continua, l'unità passa automaticamente alla degasazione Eco.

**Degasazione Eco in funzione del tempo:** mantiene il contenuto di gas nell'impianto a un livello costantemente basso

L'unità degasa l'acqua nell'impianto in modo controllato nel tempo, a determinati intervalli. BrainCube calcola sia i tempi di pausa che di degasazione in funzione del volume dell'impianto, per assicurare costantemente un basso contenuto di gas con il minimo consumo energetico in ogni singolo impianto.

**Degasazione dell'acqua di reintegro:** riduce il contenuto di gas nell'acqua di reintegro fino all'80%, attivandosi automaticamente ad ogni sequenza di reintegro

## Test automatico di tenuta del vuoto

Le Tecbox Vento e Transfero TV presentano un vuoto estremamente potente. Durante ogni ciclo di degasazione, il test continuo del vuoto previene l'ingresso d'aria in caso di malfunzionamento. In caso di interruzione del vuoto, la degasazione si interrompe automaticamente. Inoltre, di notte, Vento esegue un test di precisione del vuoto di due minuti, quando la funzione di degasazione è inattiva. Il test previene la creazione di un vuoto profondo e prevede una tolleranza di 0,05 bar per verificare che il vuoto sia stabile.

In questo modo è possibile rilevare anche la minima perdita, che può essere dovuta all'invecchiamento delle tenute o alla cristallizzazione sulle superfici di tenuta dopo qualche anno.

Se il vuoto non funziona come previsto, la degasazione viene interrotta immediatamente e viene visualizzato un messaggio di errore. Grazie ai test automatici di tenuta del vuoto, Vento assicura sempre una degasazione profonda e accurata dell'impianto HVAC.

I modelli di molte altre marche non offrono questa funzionalità e di conseguenza non sono in grado di rilevare tempestivamente l'ingresso indesiderato d'aria, ad es. in caso di malfunzionamento di una valvola di ritegno, con conseguente corrosione per ossigeno. Con i dispositivi Pneumatex Vento e Transfero TV, questo non può succedere.

# Installazione dei separatori d'aria

## Posizionamento dei separatori d'aria

 Posizionamento ideale del separatore di microbolle

 Posizionamento accettabile

 Posizionamento inaccettabile

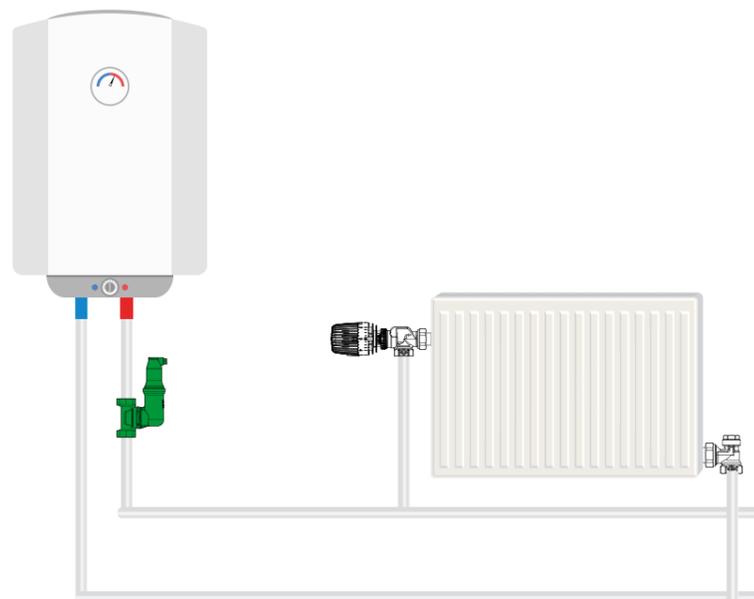
 Si raccomanda l'uso di un degasatore sotto vuoto ciclonico Vento.

## Riscaldamento

### Impianti di riscaldamento di piccole dimensioni

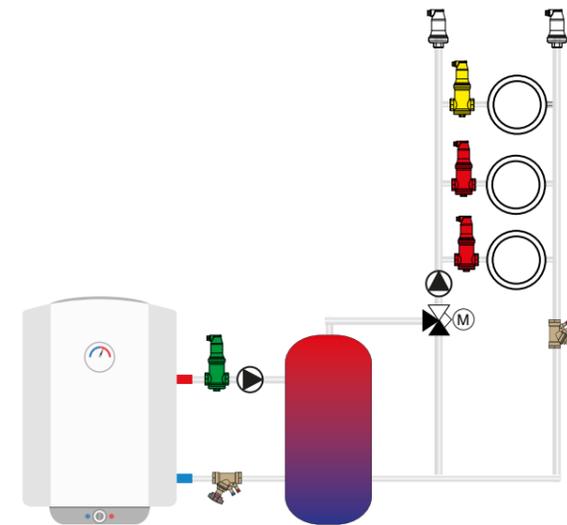
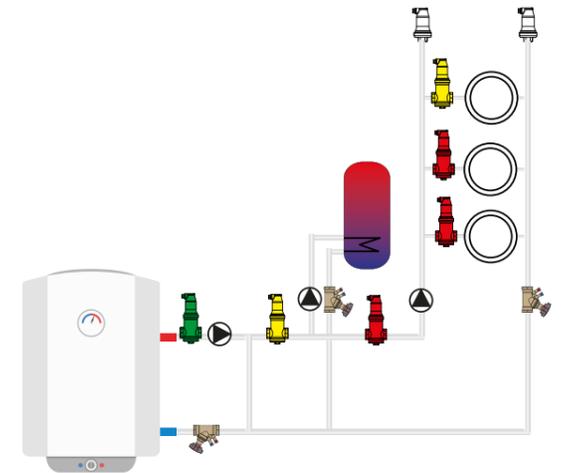
#### Caldaie a gas a muro

La posizione ideale è la tubazione di mandata a valle della caldaia a gas. Questi impianti hanno una pressione statica ridotta e la temperatura più elevata viene raggiunta a valle del bruciatore della caldaia. In considerazione dello spazio limitato, generalmente vengono utilizzati Zeparo ZUVL o Zeparo ZTV Turntable.



### Sistemi di radiatori

La posizione ideale è la tubazione di mandata a valle della caldaia. Questi impianti hanno una pressione statica ridotta e la temperatura più elevata viene raggiunta a valle della caldaia. La portata a valle del separatore idronico è variabile e di conseguenza non è una posizione ideale. Lo stesso vale per l'installazione presso il circuito più in alto, in quanto presenta una pressione piuttosto bassa, ma anche una portata inferiore. Si sconsiglia l'installazione di separatori di microbolle sui circuiti più bassi oppure a valle del punto di miscelazione, perché le temperature sono inferiori.

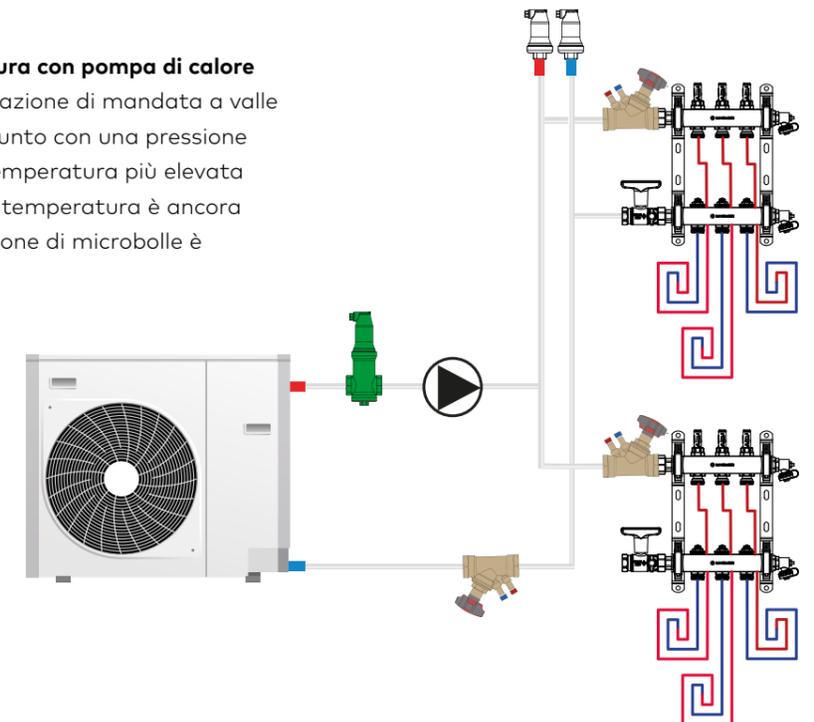


### Sistemi di radiatori con serbatoio per l'acqua calda sanitaria

In linea di principio, vale anche in questo caso. A causa della temperatura elevata durante la produzione dell'acqua sanitaria e delle portate maggiori, si raccomanda il posizionamento a valle della caldaia.

### Impianti a bassa temperatura con pompa di calore

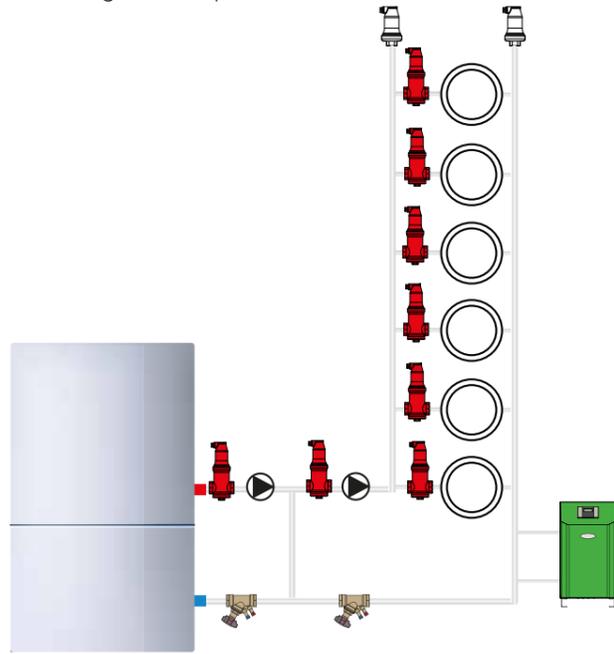
La posizione ideale è la tubazione di mandata a valle della pompa di calore, un punto con una pressione relativamente bassa e la temperatura più elevata dell'impianto, ma poiché la temperatura è ancora piuttosto bassa la separazione di microbolle è limitata.



## Impianti di riscaldamento di grandi dimensioni

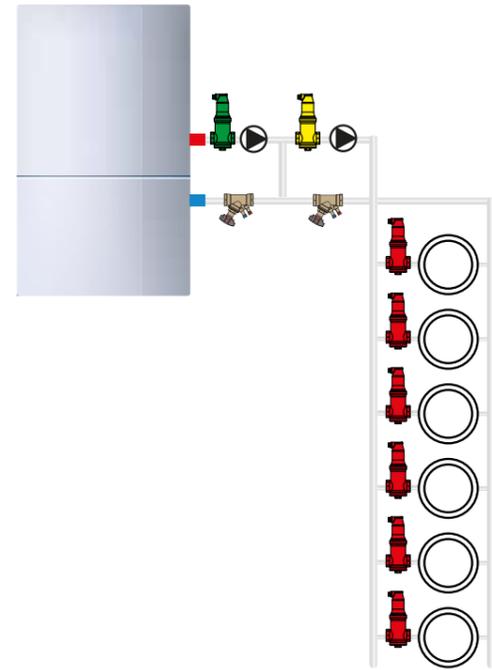
### Impianti con riser

In seguito alla pressione statica elevata nei seminterrati, in questo caso l'installazione di separatori di microbolle è sconsigliata. La soluzione migliore è installare un degasatore sotto vuoto, che può risolvere ogni problema di aria e gas nell'impianto.



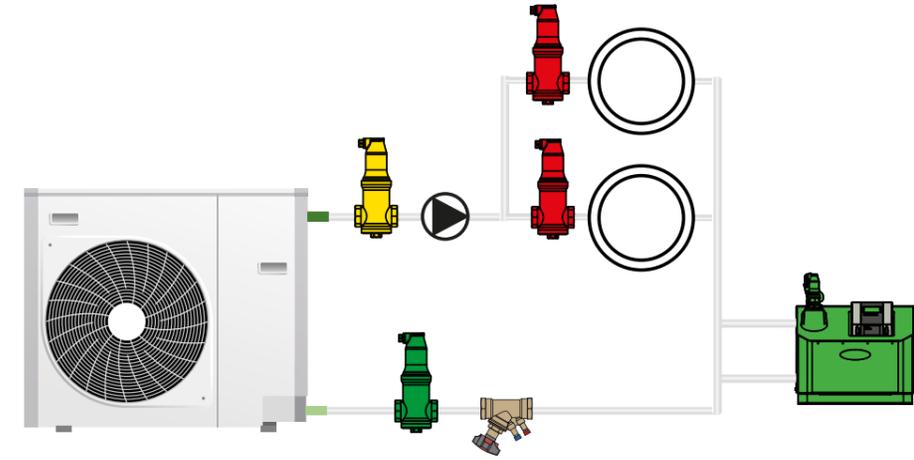
### Impianti sui tetti

In questo caso, la posizione ideale è la tubazione di mandata a valle della caldaia. Infatti, gli impianti sui tetti presentano la minore pressione statica e la temperatura più elevata a valle della caldaia. Di conseguenza, la posizione a valle della caldaia è ideale. La seconda posizione migliore è a valle del punto di miscelazione (valvola di regolazione). L'installazione al di sotto di questo livello è sconsigliata. Grazie alla pressione statica ridotta, negli impianti sui tetti è possibile ottenere una buona separazione delle microbolle.



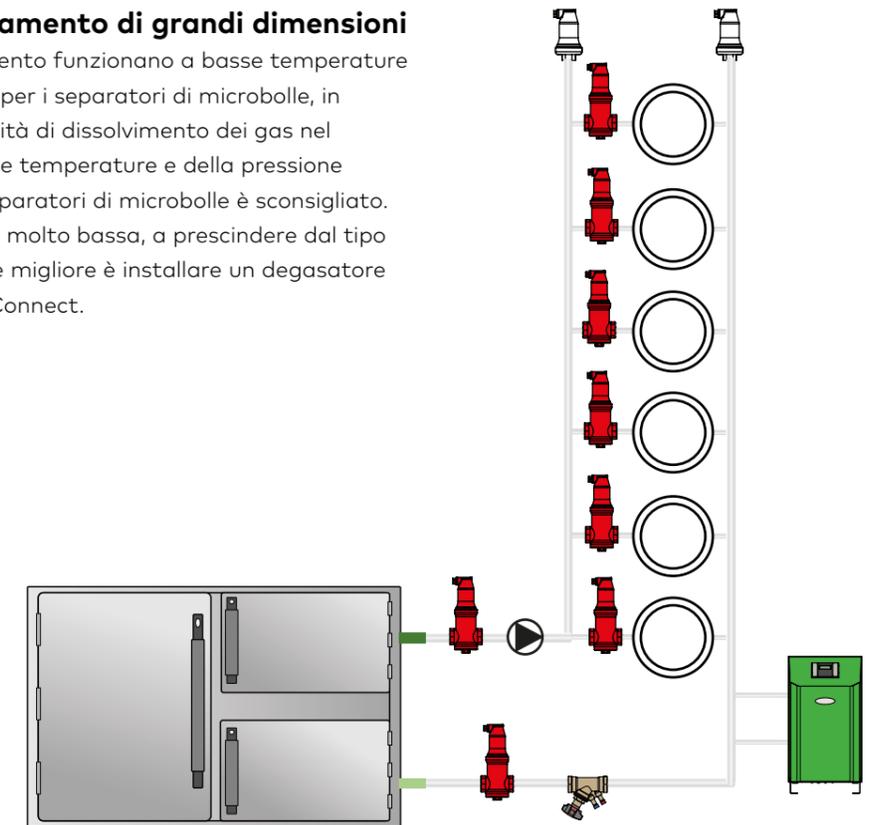
## Impianti di raffreddamento di piccole dimensioni

Gli impianti di raffreddamento funzionano a basse temperature e non sono quindi indicati per i separatori di microbolle, in quanto aumenta la capacità di dissolvimento dei gas nel mezzo. La posizione ideale per installare un separatore di microbolle è nel flusso di ritorno di fronte al chiller, dove vengono raggiunte le temperature più elevate dell'impianto. Tuttavia, una soluzione decisamente migliore è installare un piccolo degasatore sotto vuoto come Simply Vento.



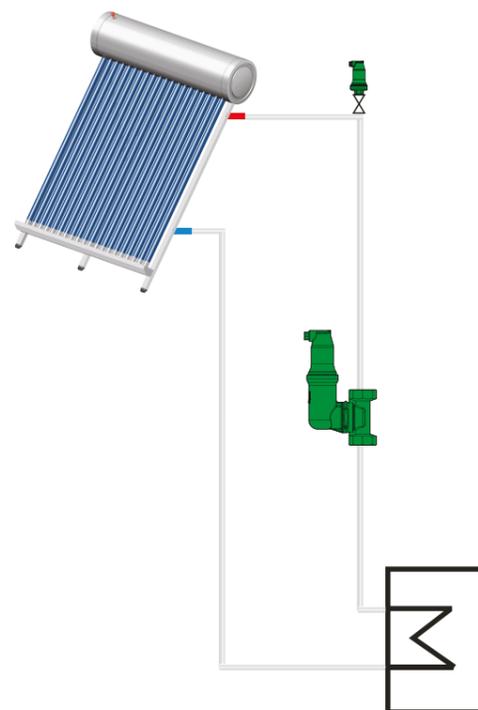
## Impianti di raffreddamento di grandi dimensioni

Gli impianti di raffreddamento funzionano a basse temperature e non sono quindi indicati per i separatori di microbolle, in quanto aumenta la capacità di dissolvimento dei gas nel mezzo. A causa delle basse temperature e della pressione statica elevata, l'uso di separatori di microbolle è sconsigliato. La loro efficienza sarebbe molto bassa, a prescindere dal tipo di tecnologia. La soluzione migliore è installare un degasatore sotto vuoto come Vento Connect.

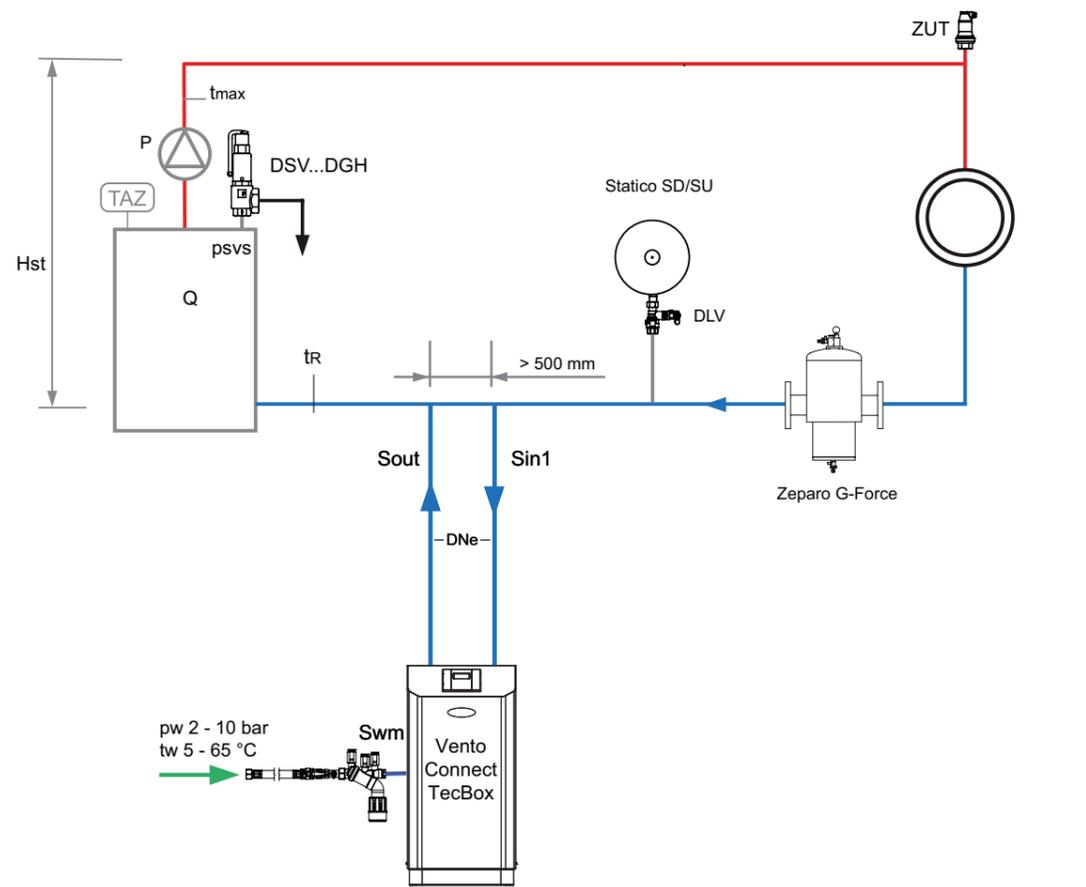


### Impianti solari

Gli impianti solari sono riempiti con miscele di acqua e glicole. La separazione delle microbolle è più difficile e necessita di separatori efficaci. Il punto ideale per la separazione delle microbolle è a valle del pannello solare nella tubazione di mandata dal tetto. A causa delle temperature elevate che possono essere raggiunte deve essere utilizzata una versione speciale del separatore d'aria Zeparo, cioè Type ZUVS, con inserti in acciaio inox.



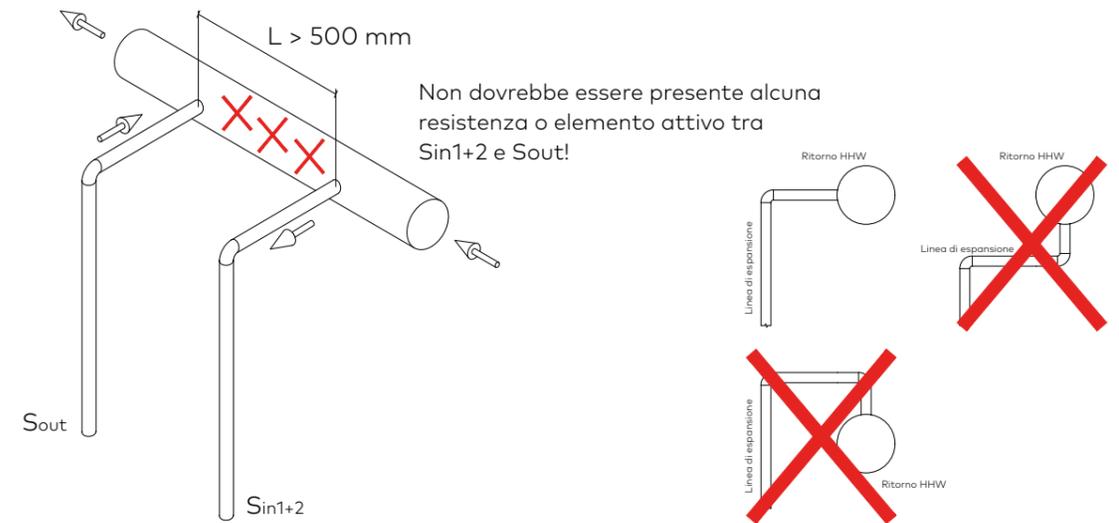
# Montaggio dei degasatori sotto vuoto



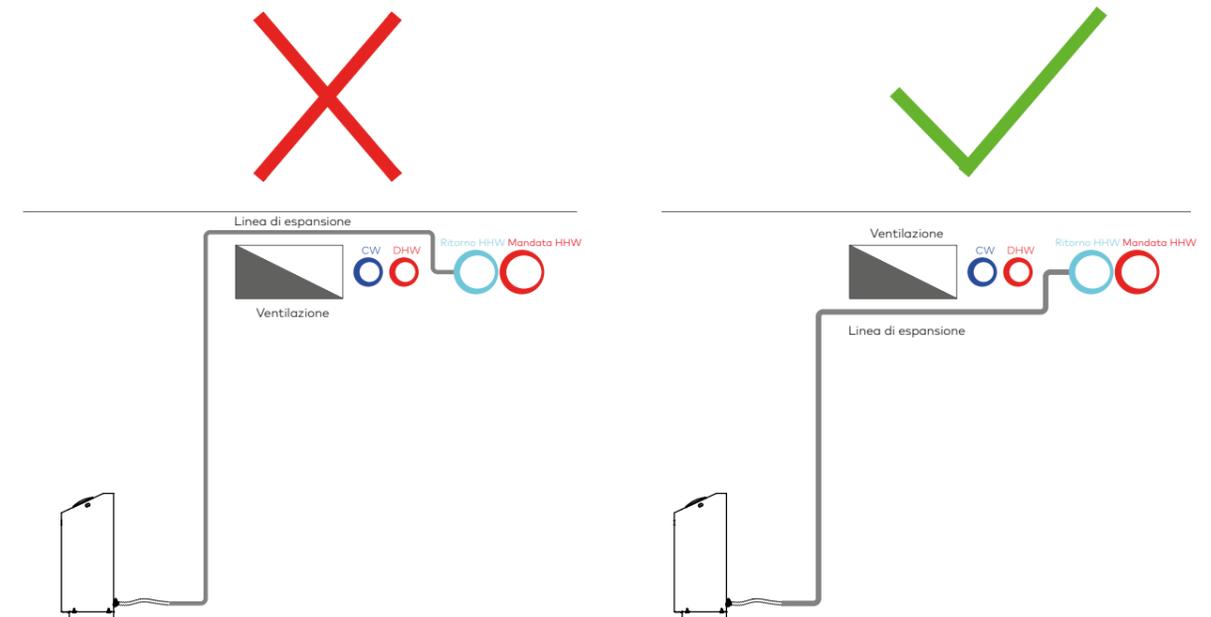
Esempio di impianti di riscaldamento, temperatura di ritorno  $t_r \leq 90^\circ\text{C}$

Preferibilmente devono essere installati sul lato di aspirazione delle pompe di ricircolo, in prossimità del collegamento di regolazione della pressione nel flusso di ritorno.

Vento deve essere integrato nella condotta principale dell'impianto, altrimenti non è garantita una degasazione sufficiente. I collegamenti devono essere effettuati in direzione del flusso, nel seguente ordine: prima alla diramazione all'ingresso dell'unità, Sin1, quindi alla diramazione di ritorno dall'unità, Sout. Accertarsi che vi sia una distanza di almeno 500 mm tra i due punti di collegamento e che la tubazione sia diretta, senza eventuali componenti come filtro, separatore di impurità, pompa ecc. La tubazione deve essere diritta e ininterrotta.



Inoltre, occorre evitare tubi di espansione troppo lunghi oppure con curve. Ancora più importante è evitare tratti verticali in cui possono formarsi sacche d'aria, soprattutto nel caso di Transfero TV e Vento V Connect. Qualora siano inevitabili, le valvole di sfogo manuali devono essere installate al di sopra di queste sezioni delle condutture.



Il collegamento DN<sub>e</sub> deve essere dimensionato in base al diametro richiesto per il degasatore sotto vuoto e deve contenere tubi flessibili in modo da poter essere collegato a TecBox senza tensione.

I vasi di espansione devono avere un volume minimo di 80 l.

# Separazione delle impurità

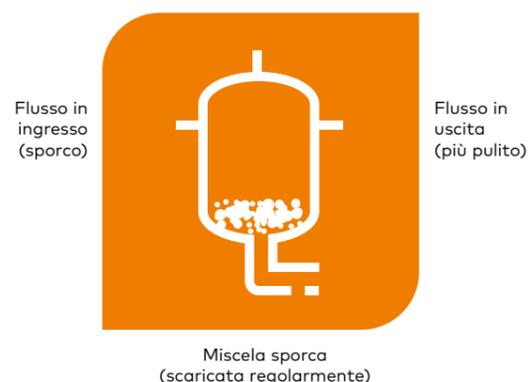
Impurità e sottoprodotti della corrosione possono ridurre significativamente l'efficienza e la vita utile degli impianti HVAC

Nei casi peggiori possono causare la rottura completa dell'impianto, in quanto i componenti sono così sporchi da non poter più sostenere la portata richiesta.

Impurità e fango possono essere rimossi dall'impianto con l'ausilio di separatori o filtri adeguati. Sul mercato sono disponibili varie tecnologie con diversi livelli di efficienza, ma spesso con scarse prestazioni.

Questi dispositivi sono progettati per separare le impurità e le miscele d'acqua presenti nel flusso principale in:

- un flusso principale in uscita più pulito e
- una miscela molto più sporca, che viene trattenuta nel separatore per poi essere scaricata



## Principi di separazione delle impurità

### Filtrazione

La filtrazione trattiene le particelle presenti nel mezzo. Il setaccio o tessuto impedisce il passaggio delle particelle di determinate dimensioni. I filtri rappresentano un buon compromesso tra efficienza e resistenza. I filtri più efficienti assicurano una perdita di carico estremamente elevata, mentre quelli che offrono una perdita di carico accettabile sono spesso molto costosi o inefficienti.

A seconda della grandezza delle maglie, può essere trattenuto fino al 100% dei costituenti, ed è per questo che parliamo di filtri a rete, filtri e filtrazione. Lo svantaggio di questa soluzione è che generalmente le impurità riducono la portata. La pulizia richiede tempo e necessita di due valvole di intercettazione.

Tutti gli impianti sono dotati di filtri per proteggere i componenti. I filtri a rete sono progettati per trattenere i grandi detriti che possono provocare blocchi o danni come corpi estranei, frammenti metallici, nastro di giunzione e grandi fiocchi di corrosione. (Nessuno di questi dovrebbe essere presente in un impianto precedentemente pulito.) Tuttavia, i filtri a rete non sono in grado di trattenere le particelle fini di ossidi metallici, calcare o precipitati che contribuiscono alla sedimentazione dei solidi sospesi all'interno dell'impianto. In genere, i filtri a rete in linea di tipo comune sono dotati di un vaglio perforato oppure a rete (con fori/maglie di grandezza superiore a 0,8 mm).

È controproducente utilizzare maglie più piccole rispetto a quelle strettamente necessarie, in quanto aumenterebbero ulteriormente la perdita di carico e il rischio di intasamento del filtro stesso, qualora non fosse ispezionato regolarmente.

### Differenza tra filtro e filtro a rete

La differenza principale tra filtri a rete e filtri è rappresentata dalla grandezza delle particelle trattenute. In genere, i filtri a rete rimuovono le particelle più grandi visibili in un liquido o gas, mentre i filtri rimuovono i contaminanti spesso troppo piccoli per essere visibili ad occhio nudo.

### L'uso di filtri a rete è necessario se l'impianto è già dotato di separatori di impurità/fango?

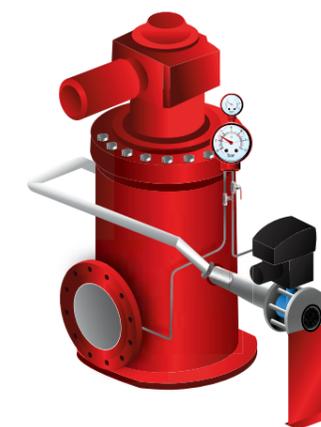
Sì, perché i due dispositivi hanno funzionalità e principi di funzionamento differenti.

I filtri a rete possono proteggere tutti i dispositivi installati negli impianti HVAC da eventuali danni e intasamenti dovuti alle particelle più grandi.

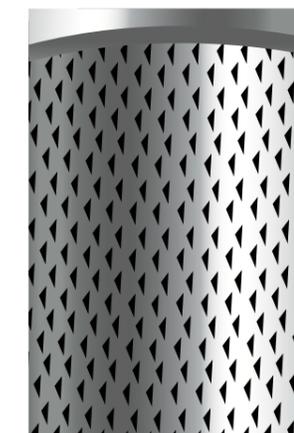
I separatori di impurità/fango proteggono i componenti dell'impianto dal deposito delle piccole particelle.



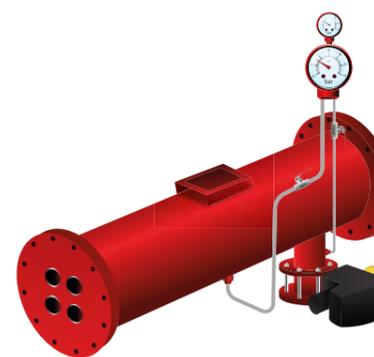
Filtro a rete



Filtro automatico



Filtro a cestello



### Filtro a getto automatico

Il filtro a getto è un tipo di filtro speciale. Può essere controrisciacquato automaticamente durante il funzionamento e di conseguenza è ideale per la filtrazione continua ad es. dell'acqua primaria nei circuiti delle pompe di calore o delle torri di raffreddamento. Poiché è disponibile sia in acciaio inox che con diverse grandezze di maglie delle reti (da 50 µm a 5 mm), può essere utilizzato praticamente in qualsiasi applicazione.

## Modalità di funzionamento

L'acqua non trattata entra negli elementi filtranti attraverso le porte nel supporto della cartuccia. Riducendo la sezione, aumenta proporzionalmente la velocità assiale del flusso negli elementi filtranti fino a 5-7 m/s.

All'estremità di uno degli elementi del filtro si trova un collettore di impurità comune conico.

Secondo l'equazione di Bernoulli, la filtrazione dell'acqua non trattata avviene nella terza parte degli elementi filtranti. L'acqua non trattata passa attraverso gli elementi filtranti dall'interno verso l'esterno, quindi l'acqua pulita passa nel collettore comune ed esce dal filtro dal lato dell'acqua pulita.

Grazie alla velocità assiale del flusso negli elementi filtranti di 5-7 m/s, le particelle di impurità vengono scaricate nel collettore comune. Il processo di controrisciacquo è attivato dalla pressione differenziale (la differenza di pressione tra i lati dell'acqua trattata e pulita). Tuttavia, il processo può essere avviato anche per mezzo di un relè temporizzato nell'elettronica di controllo.

### Processo di controrisciacquo

La pulizia del filtro inizia con l'apertura di una valvola di controrisciacquo motorizzata. Una piccola quantità di acqua non trattata scorre attraverso la porta di controrisciacquo e rimuove le particelle di impurità dal collettore comune del filtro. Durante il processo, la velocità assiale del flusso negli elementi filtranti aumenta fino a 10 m/s. La velocità elevata serve anche per pulire gli elementi filtranti. Inoltre, negli elementi filtranti viene generata una sottopressione che ne assicura il lavaggio dall'esterno per mezzo dell'acqua pulita. Il processo di controrisciacquo richiede 10-20 secondi, quindi la valvola di controrisciacquo si chiude automaticamente. Durante il controrisciacquo, il processo di filtrazione non si interrompe.

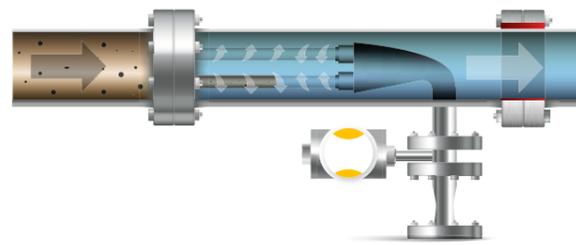
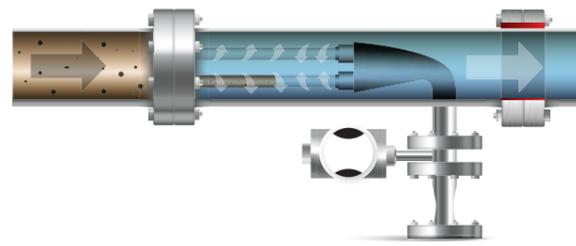
### Sedimentazione per gravità

I separatori di impurità di tipo standard riducono la velocità del flusso. Le impurità cadono lentamente verso il basso, dove vengono separate. Tuttavia, i dispositivi di questo tipo presentano una scarsa efficienza di separazione.

Spesso sono costituiti da grandi vasi situati a monte dei generatori di calore. Tuttavia, il fango depositato deve essere rimosso regolarmente. Inoltre, queste unità non sono in grado di trattenere le particelle più fini e devono essere pulite in modo speciale, risciacquate e riempite con acqua trattata.

### Inseri

Gli inserti sono disponibili in diverse versioni, a rete e di altro tipo come ad es. ad anello. Possono essere disposti in orizzontale o verticale, dotati o sprovvisti di anima centrale ed a forma di spazzola o setaccio. Questo aumenta la loro efficienza in relazione al vaso vuoto, ma non è comunque ottimale e può essere migliorata.



### Processo di separazione dei fanghi Helistill

Questo principio combina tutti quelli descritti in precedenza, ma senza i rispettivi svantaggi. La portata è ridotta, così che le impurità sono costrette ad affondare. Una moltitudine di alette inclinate ridirige le impurità verso il basso. La disposizione elicoidale (spirale verso il basso) consente anche alle particelle più piccole di decantare nella colonna centrale. In seguito alla collisione delle particelle di impurità con gli inserti del separatore, alla velocità ridotta e alla densità elevata, le particelle cadono nell'area di raccolta in fondo al separatore, da cui possono essere rimosse.

I separatori Helistill di IMI Pneumatex combinano i principi collaudati di collisione, riduzione della velocità e differenza di densità con una dinamica di flusso tangenziale nell'area di raccolta per mezzo degli esclusivi inserti Helistill e prevedono una moltitudine di alette che convogliano le particelle di fango verso il basso. Senza disturbare il flusso principale, il fango si raccoglie nella camera di separazione molto estesa. La perdita di carico è bassa e costante. Il fondo rimovibile ne consente l'ispezione visiva.

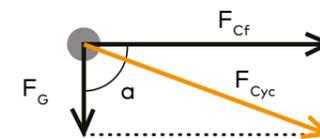
Questo principio di separazione è ottimale per velocità basse e normali, ma diventa meno efficiente a velocità elevate nel tubo, per le quali IMI Pneumatex ha sviluppato un'altra tecnologia specifica.



### Separazione ciclonica

La separazione ciclonica è basata su una varietà di principi che assicurano la massima efficienza di separazione:

- Forza centrifuga – un ciclone crea una rotazione all'interno del separatore, che crea ancora più forza sulle particelle di impurità. La combinazione di forze gravitazionali e centrifughe assicura un'efficienza elevata.
- In funzione della velocità all'interno del separatore, la forza centrifuga può diventare significativamente più potente rispetto alla gravità.
- Poiché l'acqua e le particelle di impurità hanno densità differenti, le seconde vengono spinte verso la parete esterna del separatore.
- Flusso verso il basso – il movimento verso il basso creato all'interno dei separatori IMI Zeparo Cyclone/Zeparo G-Force dirige le particelle di impurità sul fondo e nella camera di raccolta.
- Grazie al principio ciclonico, i separatori IMI Zeparo Cyclone/Zeparo G-Force possono essere montati non soltanto in orizzontale, ma a qualsiasi angolazione rispetto al piano orizzontale, con un impatto praticamente trascurabile sull'efficienza di separazione.

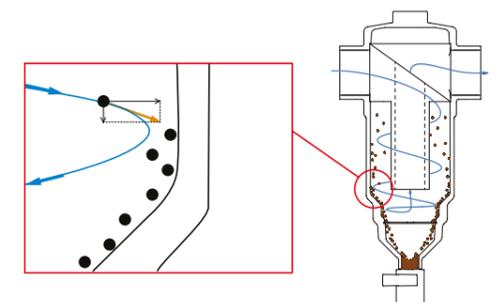


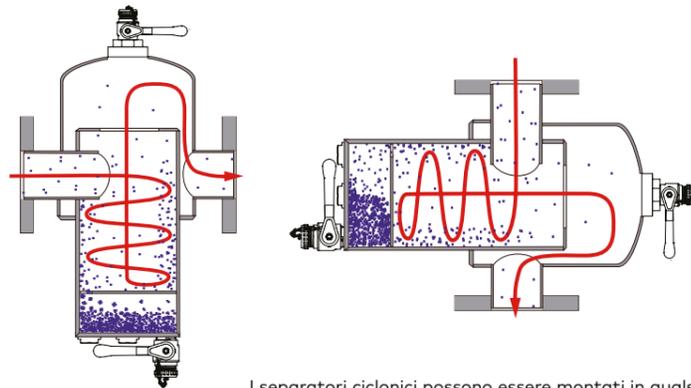
$$F_{Cyc}^2 = F_{Cf}^2 + 2 \cdot F_G \cdot F_{Cf} \cdot \cos(\alpha)$$

$$F_G = m \cdot g$$

$$F_{Cf} = m \cdot \omega \cdot r = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$F_G$  = forza di gravità  
 $F_{Cf}$  = forza centrifuga  
 $F_{Cyc}$  = forza ciclone  
 $m$  = massa  
 $g$  = gravità (9,81 m/s<sup>2</sup>)  
 $\omega$  = velocità angolare  
 $v$  = velocità  
 $r$  = raggio di riferimento





I separatori ciclonici possono essere montati in qualsiasi posizione.



**Magnetizzazione**

A causa del diametro e del peso ridotto, le particelle di magnetite (< 5 µm) sono molto difficili da separare (bassa efficienza di separazione con i separatori standard) e l'inserito fine di un filtro si può intasare rapidamente. La separazione di queste particelle piccole e leggere è problematica anche per i separatori ciclonici. Poiché possono essere magnetizzate, la soluzione ideale consiste nell'uso di potenti aste magnetiche.



L'asta magnetica di Zeparo è in grado di sostenere sfere di ferro fino a 143 g.

Poiché le particelle di magnetite sono molto piccole, è essenziale che il magnete sia dimensionato in modo da entrare interamente nel flusso e sufficientemente potente. In caso contrario, potrebbe essere trattenuta soltanto una minima frazione della magnetite. Infine, il magnete deve essere in grado di mantenere la propria carica per un periodo di tempo prolungato, senza presentare eventuali segni di invecchiamento. IMI Pneumatex utilizza da tempo i magneti di cadmio-neodimio (CdNd), i più potenti e resistenti sul mercato.



Differenza tra magneti utilizzati dai concorrenti (in cima al separatore) e Zeparo ZIO/G-Force

**Separatori magnetici puri**

Negli impianti con problemi specifici di magnetite, può essere opportuno l'uso di separatori magnetici puri con magneti speciali ad alte prestazioni.

I separatori magnetici prevedono l'uso di magneti ad alte prestazioni installati in modo permanente per intrappolare i detriti magnetici (la magnetite). In genere contengono magneti a base di terre rare con una forza magnetica molto potente che rimuove attivamente le particelle magnetiche sospese dall'acqua nell'impianto. I separatori magnetici possono essere montati in linea sul flusso principale dell'impianto, in base a design del filtro e perdita di carico. Alcuni design sono molto efficaci nel rimuovere i detriti in una singola passata, cioè le particelle di grandezza fino al sub-micron, prevenendo il ricircolo del fango nell'impianto e il conseguente accumulo in scambiatori di calore, pompe e radiatori. Poiché la pulizia è basata solamente sulla forza magnetica, questi separatori possono essere montati in qualsiasi posizione. Spesso sono installati sul ritorno alla caldaia, che è una posizione ideale. I separatori magnetici devono essere controllati regolarmente, in funzione delle condizioni e dell'età dell'impianto, ma almeno una volta all'anno. Si raccomanda di installare Ferro-Cleaner tra due valvole di intercettazione con valvola di sfogo manuale.



Panoramica della gamma di prodotti Ferro-Cleaner di IMI Pneumatex e dimensioni dei magneti

I filtri Ferro-Cleaner di IMI Pneumatex filtrano l'intero volume del flusso e prevedono un magnete estremamente potente che rimuove le particelle più fini di magnetite dall'acqua nell'impianto. Il magnete N 40 H Neodimio - Fe - Boro è uno dei magneti permanenti più potenti in assoluto sul mercato.

Previene il ricircolo delle particelle ed eventuali danni ai componenti come caldaie, pompe, valvole, scambiatori di calore o riscaldamento a pavimento. La manutenzione è facile e veloce.

Poiché la diffusione comporta un contenuto di ossigeno eccessivo, si raccomanda l'uso di un anodo sacrificale in magnesio. Il filtro Ferro-Cleaner più grande può contenere sia un'asta magnetica che un anodo di questo tipo allo stesso tempo, mentre le versioni più piccole possono contenere un magnete oppure un anodo.



Vista interna della versione più grande di Ferro-Cleaner. Esempio di efficienza di Ferro-Cleaner

## Parametri che influenzano l'efficienza di separazione

### Velocità del flusso

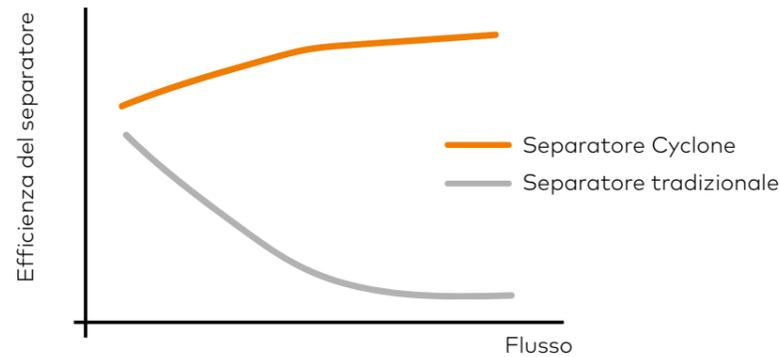
#### Separatore IMI Pneumatex con cartuccia Helistill:

Minore è la velocità del flusso nel corpo del separatore (cartuccia Helistill), maggiore è l'efficienza di separazione.

I separatori più grandi sono più efficienti.

#### Separatore a ciclone IMI Pneumatex:

Maggiore è la velocità del flusso al separatore, maggiori saranno l'effetto ciclonico e l'efficienza di separazione. Tuttavia, per sfruttare l'effetto ciclonico, deve essere soddisfatta una determinata velocità minima del flusso.



### Diametro delle particelle

L'efficienza di separazione aumenta all'aumentare del diametro delle particelle:

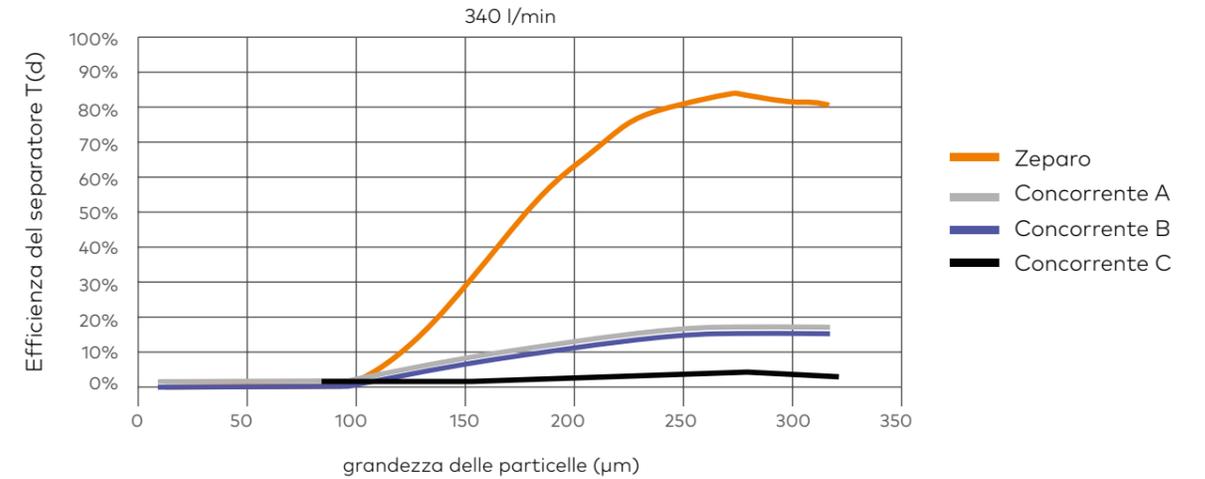
- Diametri inferiori a ~ 50 µm - minore efficienza di separazione senza magnete
- diametri superiori a ~ 300 µm - efficienza di separazione elevata, prossima al 100%

### Differenza di densità

La differenza di densità tra le particelle e il fluido, che ha un effetto sull'efficienza.

Maggiore è la differenza di densità, maggiore risulta l'efficienza di separazione. I separatori di impurità/fango non sono in grado di separare le particelle galleggianti.

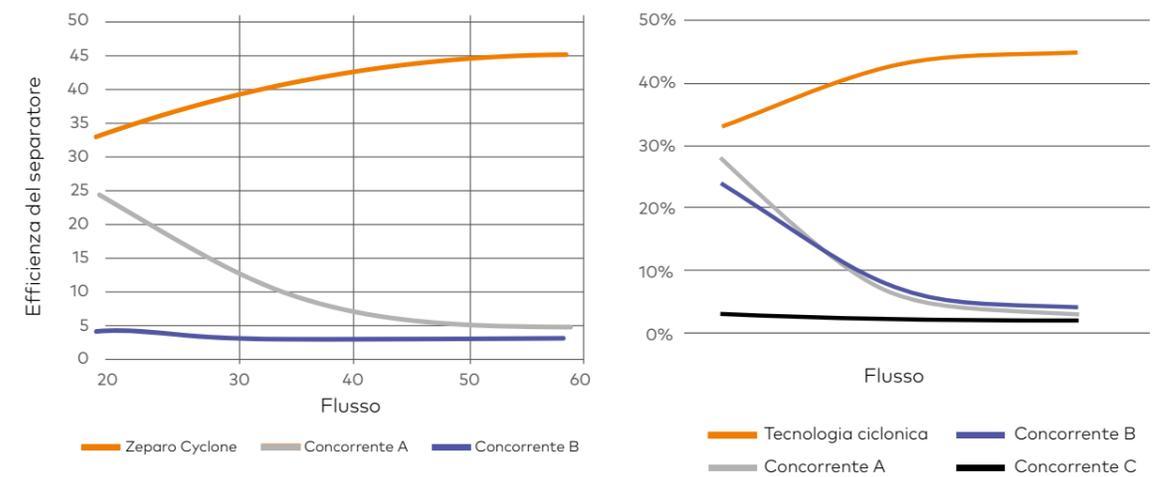
Le particelle più piccole di 100 µm sono molto difficili da separare con i separatori standard. Alla rimozione di queste particelle possono contribuire i magneti.



Efficienza di separazione in funzione della grandezza delle particelle nei separatori a ciclone Zeparo rispetto ai concorrenti principali.

## Importanza dell'efficienza di separazione

### Efficienza di separazione misurata rispetto alla concorrenza

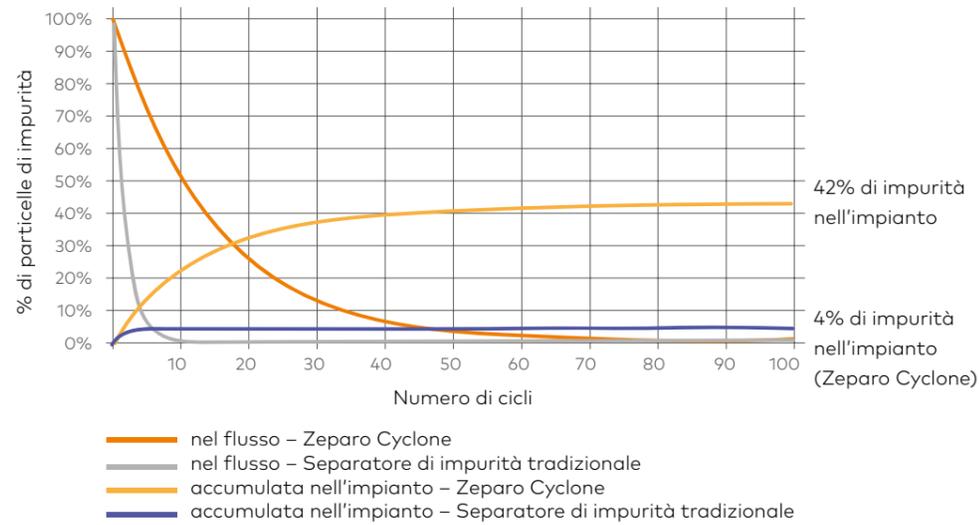


Il separatore a ciclone offre un'efficienza di separazione elevata ed è in grado di pulire ogni impianto in meno cicli, riducendo ogni volta la quantità di particelle di impurità che normalmente si depositerebbero ad ogni ciclo aggiuntivo e che risulterebbero ancora più difficili da rimuovere. Il grafico sopra è basato sui calcoli con i seguenti presupposti:

Efficienza di Zeparo Cyclone: **40% / ciclo**

Efficienza di un separatore di impurità tradizionale: **4% / ciclo**

Livello di accumulo nell'impianto: **3% / ciclo**



## Dimensionamento

I separatori sono dimensionati in funzione della portata nominale.

La portata non deve superare il valore massimo per il tipo o la grandezza selezionati.

Il dimensionamento avviene in modi differenti per i diversi tipi di separatori.

I separatori classici di IMI Pneumatex come Zeparo ZU, ZIO e ZT possono essere dimensionati da 0 alla portata nominale. Minore è la velocità al separatore, maggiore risulta l'efficienza di separazione.

	0%	30%	$q_N$	$q_{Nmax}$
Zeparo ZU	Green	Green	Green	Red
Zeparo ZT	Green	Green	Green	Red
Zeparo Cyclone G-Force	Green	Green	Green	Red
Ferro-Cleaner	Green	Green	Green	Red

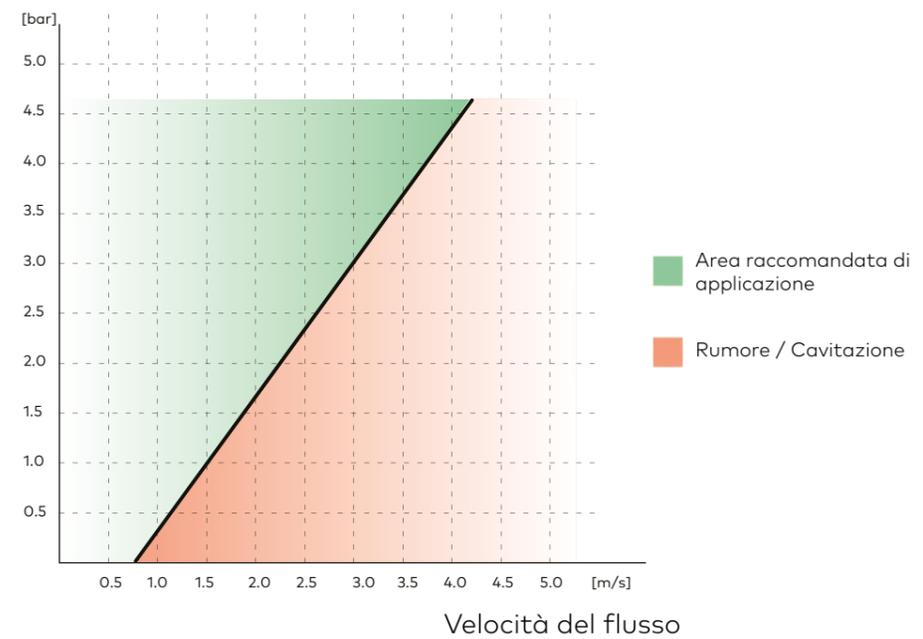
### Dimensionamento dei separatori

I separatori ciclonici IMI Pneumatex come Zeparo Cyclone e G-Force dovrebbero essere dimensionati per la portata nominale. L'efficienza si riduce al diminuire della portata. Maggiore è la velocità al separatore, maggiore risulta l'efficienza di separazione.

Selezionare il separatore con portata nominale ( $q_N$ ) più vicina a quella specificata ( $q_D$ ), quindi verificare se il  $\Delta p$  è accettabile. In genere, i separatori ciclonici presentano perdite di carico più elevate rispetto a quelli convenzionali. Tuttavia, il  $dP$  è più elevato quando l'efficienza è massima ed è ancora più critico: durante il processo di collaudo e messa in servizio di un nuovo impianto funzionante alla portata massima. Al contrario, durante il funzionamento di un impianto a portata variabile, la perdita di carico tra i separatori ciclonici sarebbe ancora più bassa, a causa del minore fabbisogno di potenza.

I calcoli esatti possono essere ottenuti con il software per smartphone HySelect o HyTools, offerto gratuitamente da IMI Hydronic.

### Pressione dell'impianto



### Pressione minima dell'impianto

Per evitare la cavitazione in Zeparo G-Force è richiesta una minima pressione statica.

Il rischio di cavitazione è dovuto alla riduzione del diametro interno. Per evitare questo problema, la pressione statica nel punto di installazione di Zeparo G-Force deve essere uguale o superiore al valore indicato nel normogramma sopra.

Come illustrato nel grafico sopra, a una velocità del flusso di 2 m/s, per evitare la cavitazione deve essere mantenuta una pressione statica + dinamica minima di 1,7 bar all'ingresso di G-Force.

Applicazione	Separazione d'aria			Separazione delle impurità			Separazione della magnetite		Separazione di aria e impurità				Degasazione sotto vuoto	
	Zeparo ZUV	Zeparo ZUVS	Zeparo ZTVI	Zeparo Cyclone	Zeparo ZUM	Zeparo ZTMI	Ferro-Cleaner	Zeparo ZUKM	Zeparo Turnable	Zeparo G-Force	Zeparo ZIO	Zeparo ZUCM	Vento	Simply Vento Vento Compact
<b>Prodotti</b>														
<b>Modello</b>														
<b>IMPIANTO DI APPLICAZIONE</b>														
Impianti di riscaldamento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Impianti di raffreddamento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Impianti solari	✓													
<b>TECNOLOGIE IMPIEGATE</b>														
Helistill	✓				✓	✓		✓	✓			✓		
Cyclone				✓						✓			✓	
Rotazione a 360°			✓						✓					✓
<b>ACCESSORI DISPONIBILI</b>														
Magnete				opzionale	✓	✓	✓	✓	✓	opzionale	opzionale	✓		
Isolamento			✓	opzionale	opzionale	✓		opzionale	✓	opzionale	opzionale	opzionale	opzionale	
Isolamento con magnete				opzionale										
<b>PRESSIONE</b>														
	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10/16	PN 10	PN 10	PN 16/25	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10

Panoramica della gamma di separatori IMI Pneumatex

■ Magnete incluso



# L'installazione nella pratica

## Posizione di installazione del separatore di impurità

I separatori di impurità e fango dovrebbero essere installati a monte di generatore di calore o chiller/pompa di calore, per proteggere al meglio l'unità dai depositi di impurità. Il posizionamento è indipendente dal tipo di unità.

I separatori di impurità dovrebbero essere installati a monte della pompa e contenere un magnete per evitare il deposito della magnetite, soprattutto nell'alloggiamento della pompa.

Lo stesso vale per i contatori di calore. Un separatore di impurità con magnete protegge l'acqua all'interno del contatore di calore dai depositi di impurità.

### Separatore IMI Pneumatex Zeparo ZU e ZIO con inserto Helistill

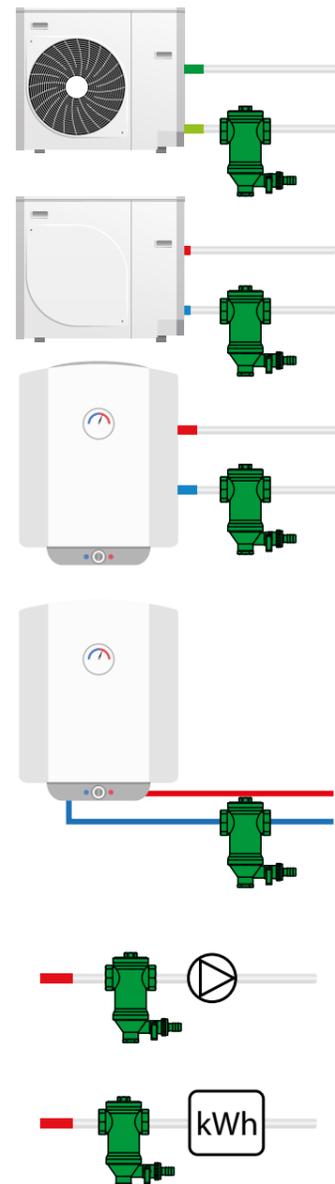
Questo separatore può essere installato solamente in una posizione, con l'asse di rotazione dell'inserto Helistill perpendicolare al terreno.

### Separatore IMI Pneumatex Zeparo ZT con inserto Helistill

L'elemento di collegamento del separatore può essere installato in qualsiasi posizione, ma l'alloggiamento del separatore con inserto Helistill deve essere verticale. Può essere installato in qualsiasi posizione, ma l'asse di rotazione dell'inserto Helistill deve essere perpendicolare al terreno.

### Separatore IMI Pneumatex Zeparo Cyclone

Uno dei vantaggi principali dei separatori Cyclone è che possono essere installati in qualsiasi posizione, orizzontale o verticale.



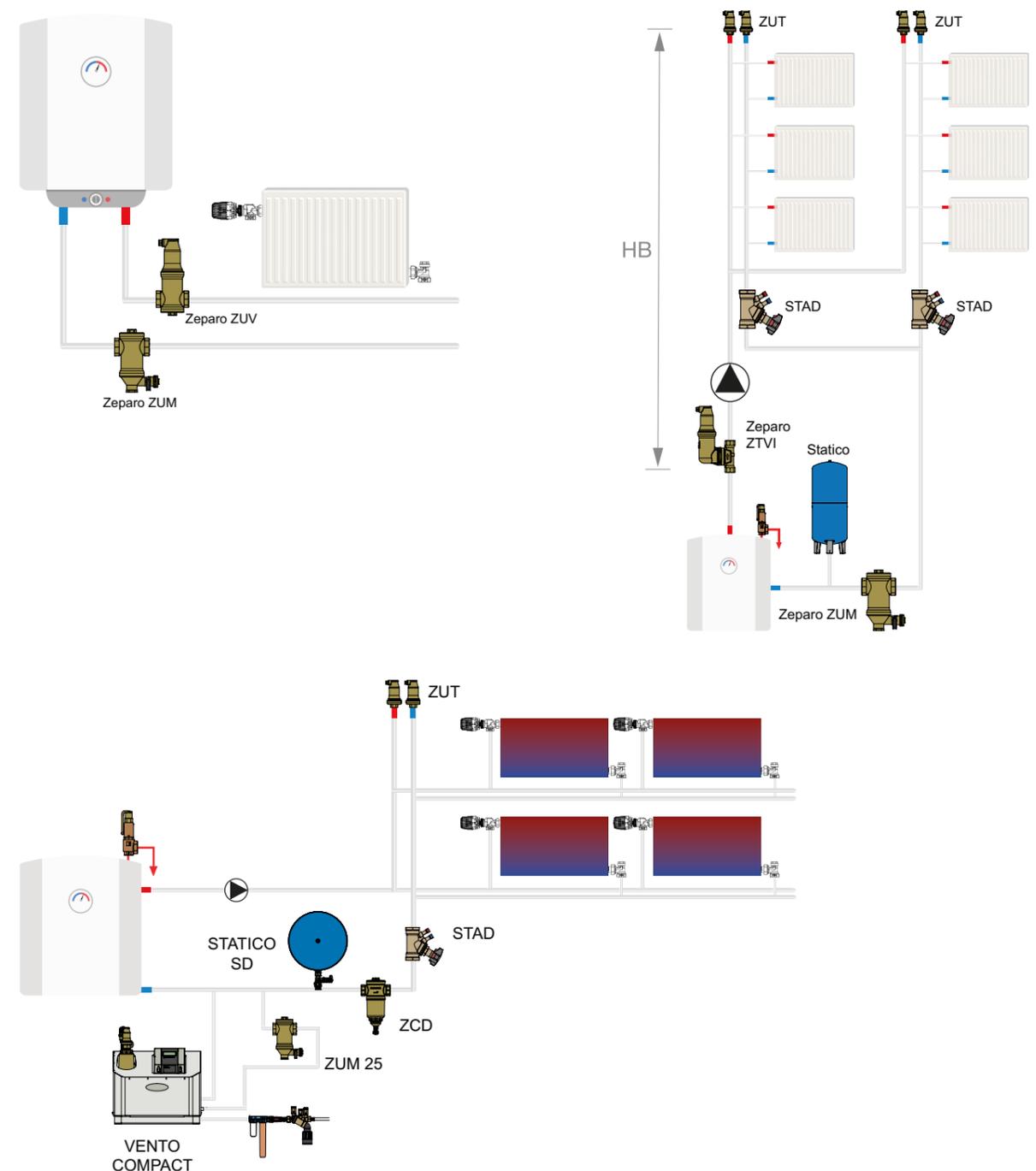
## I vari tipi di impianti idronici

I seguenti circuiti illustrano le soluzioni preferenziali. Sono possibili anche altre soluzioni, a condizione che siano rispettati i valori limite HB.

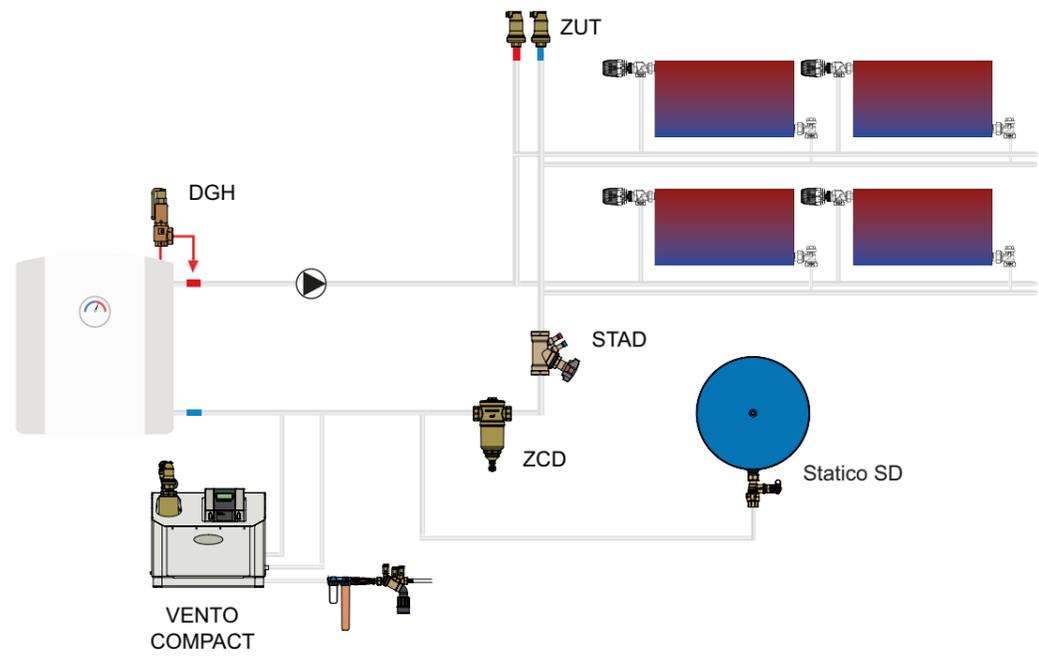
HB = altezza statica richiesta per una separazione efficace delle microbolle alla temperatura massima dell'impianto a monte del separatore

t <sub>max</sub> °C	90	80	70	60	50	40	30	20	10
HB mWs	15,0	13,4	11,7	10,0	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7

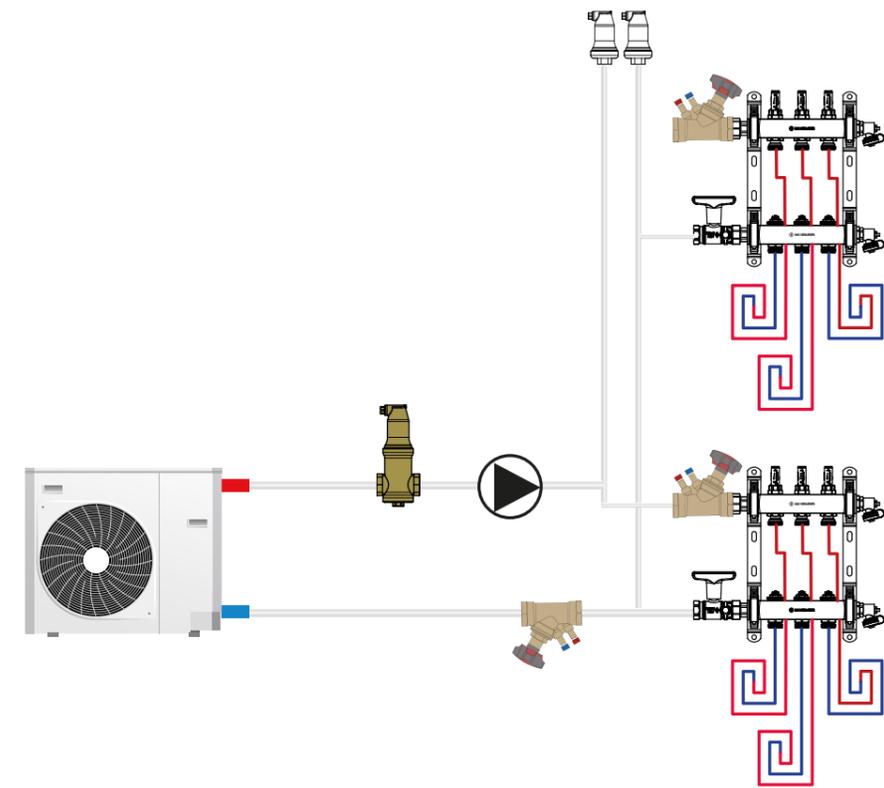
Caldaia a gas a muro



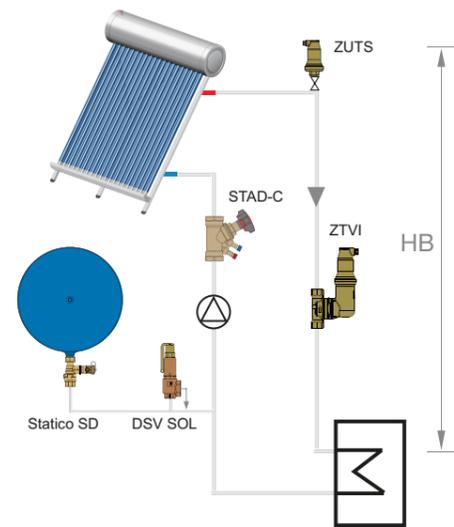
Sistema di radiatori con vaso di espansione a cuscino di gas fisso Statico e distribuzione verticale



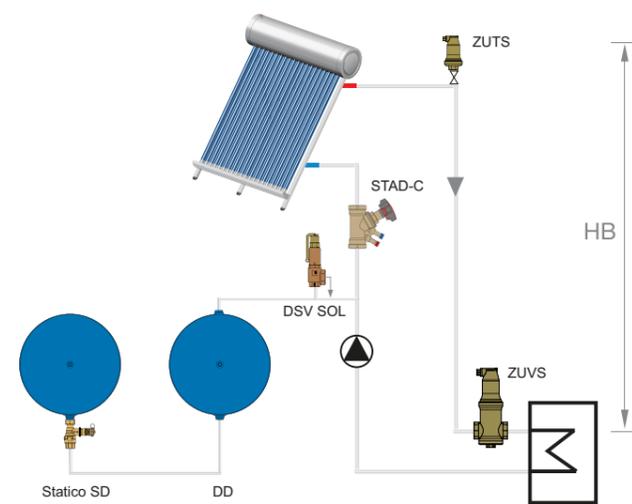
Piccolo impianto con pompa di calore con riscaldamento in superficie e separatore d'aria



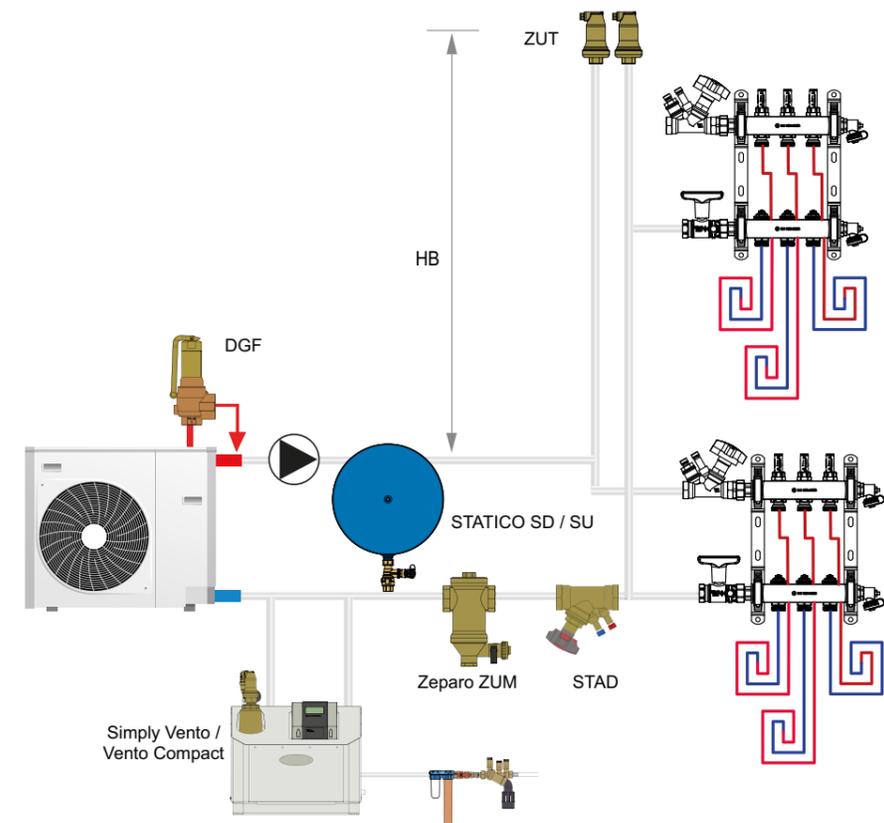
Impianto solare per basse temperature



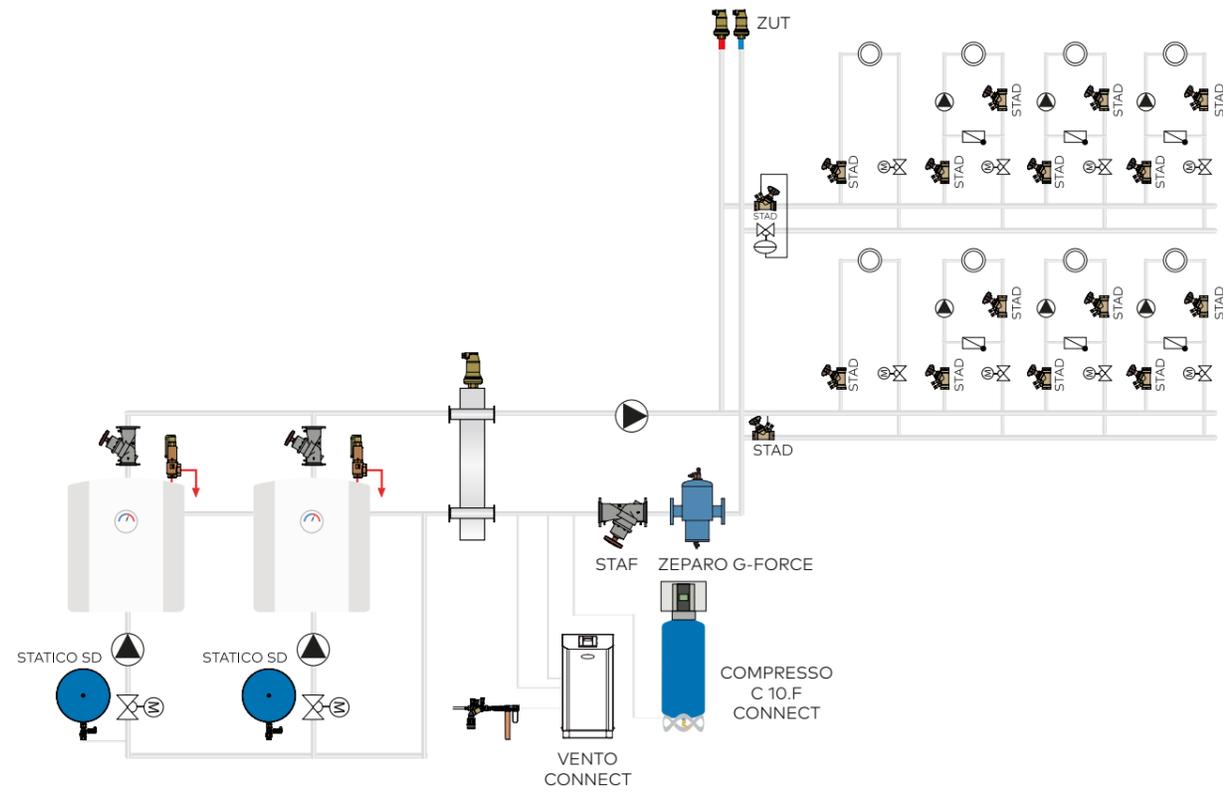
Impianto solare per temperature elevate e vaso intermedio DD



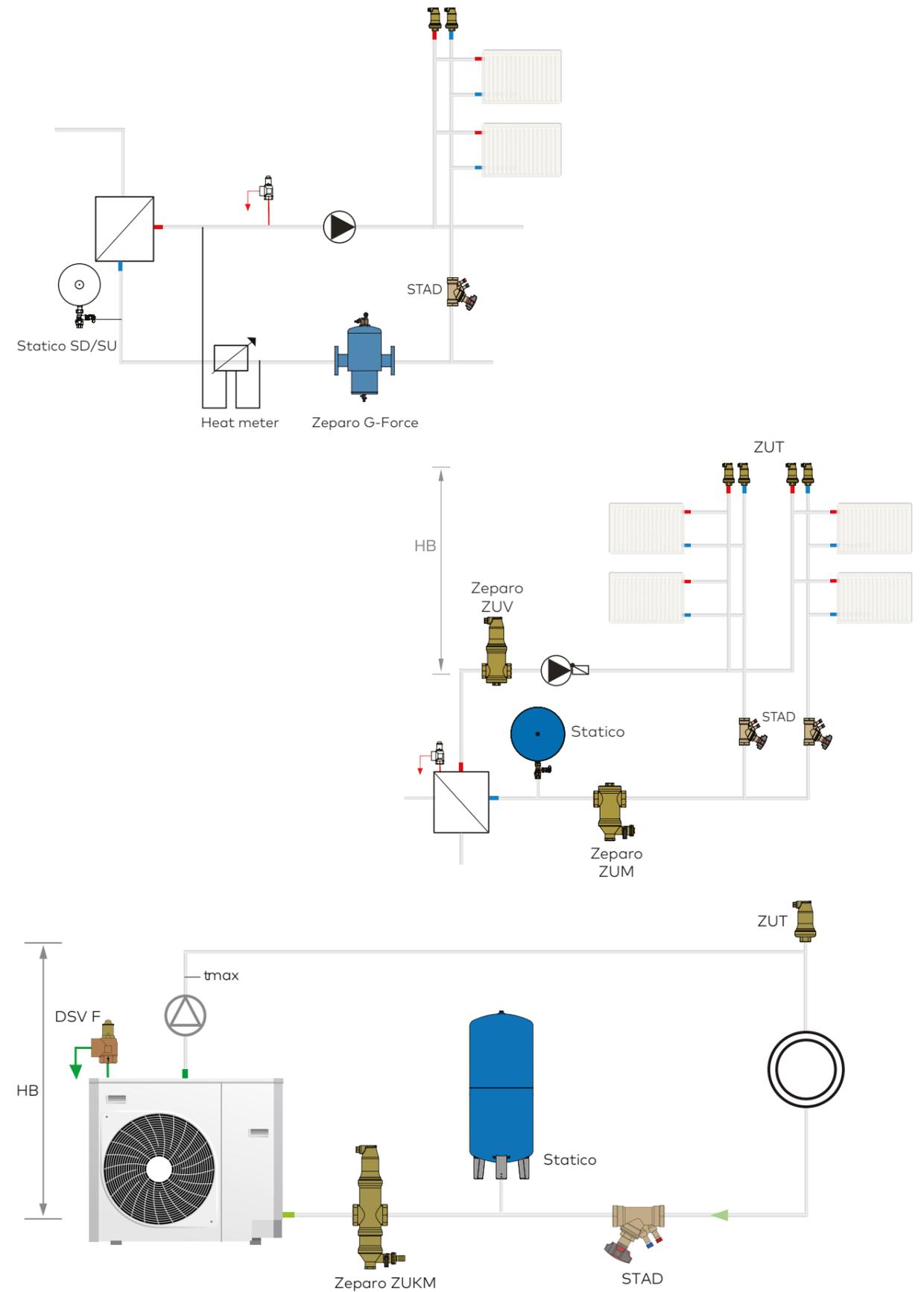
Impianto più grande con pompa di calore Vento con riscaldamento in superficie e degasatore sotto vuoto



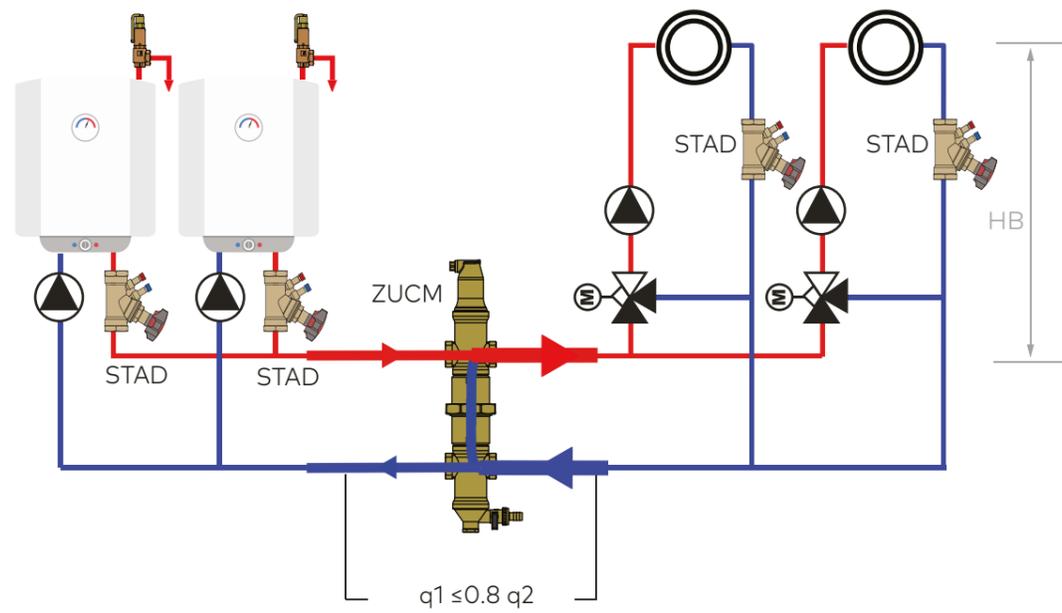
Grande impianto di riscaldamento



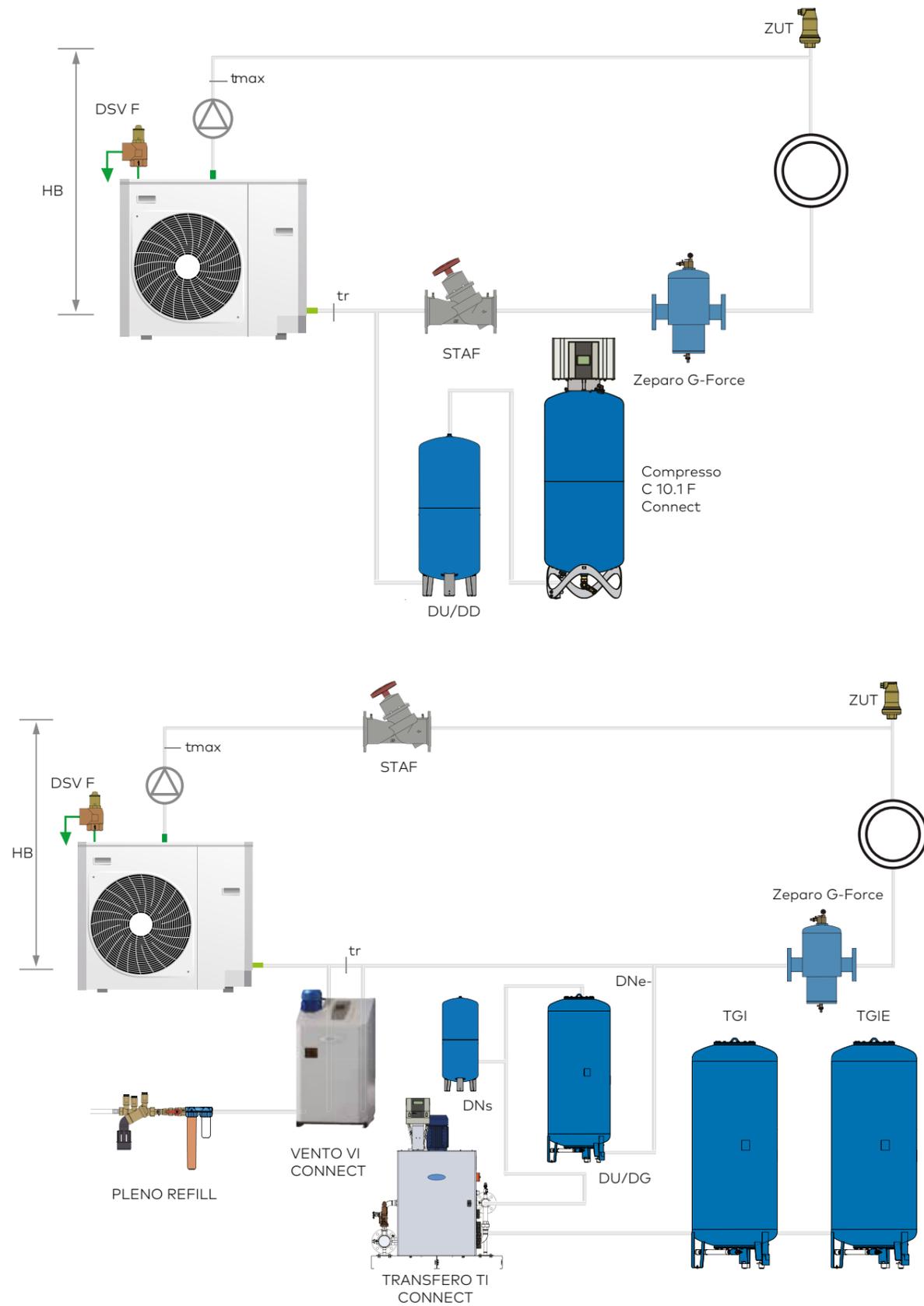
Riscaldamento centralizzato – scambiatore di calore



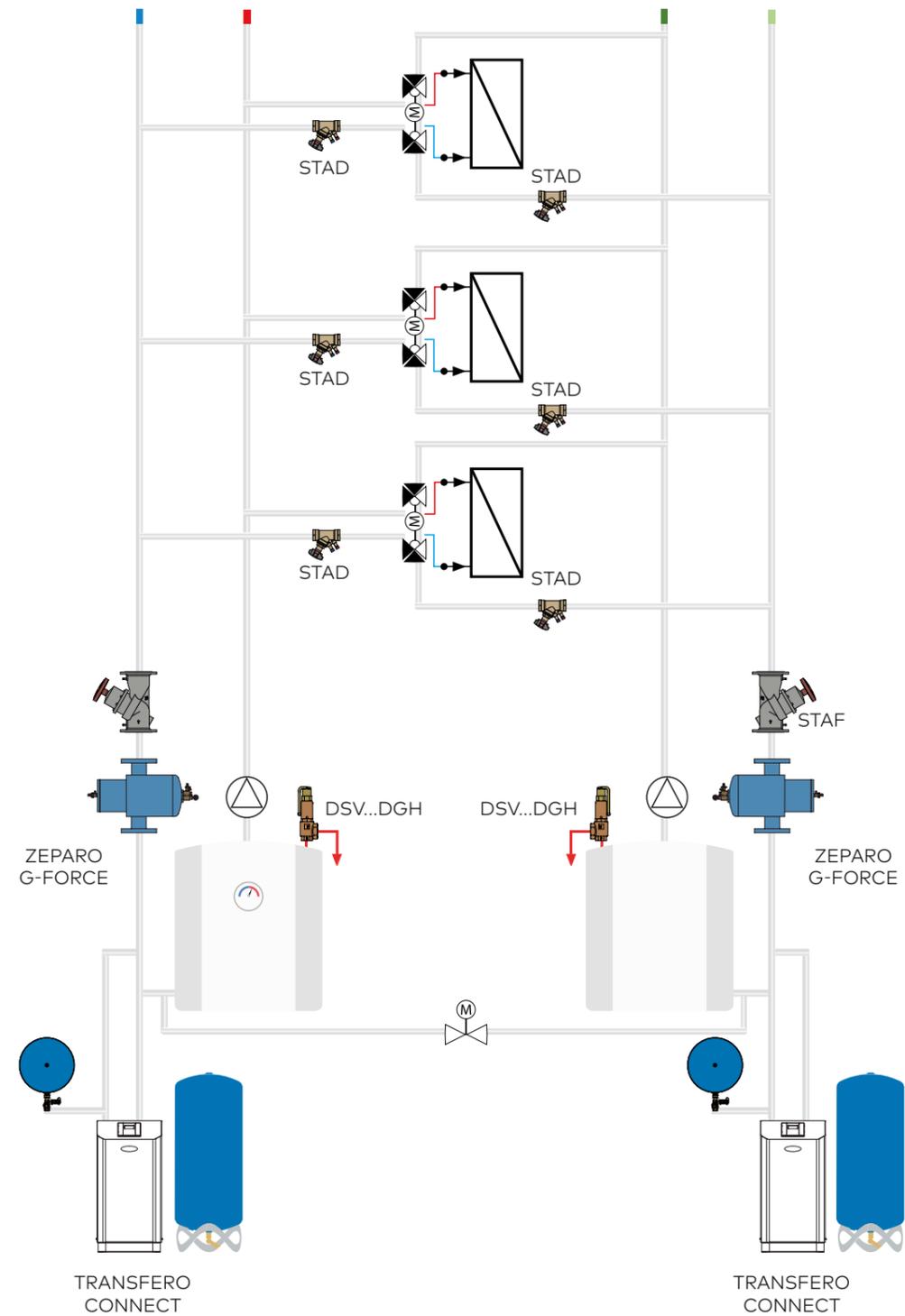
Minore perdita di carico con portata variabile sui lati primario e secondario



Impianti di raffreddamento con chiller



Impianto di riscaldamento/raffrescamento con sistema di pressurizzazione dinamico Trasfero e degasazione sotto vuoto integrata, ideale per entrambe le applicazioni. Gestione automatica del contenuto dell'acqua



#### Regole per la prevenzione di aria e impurità/fango

- Corretto dimensionamento del sistema di espansione
- Separazione permanente dei vari gas
- Manutenzione e monitoraggio regolare del sistema di espansione
- Controllo periodico di qualità dell'acqua e separatori di impurità
- Monitoraggio della quantità di reintegro dell'acqua.

#### Impianti idronici chiusi

##### La forma più efficace di protezione è la prevenzione

- L'ingresso d'aria attraverso il reintegro dell'acqua deve essere ridotto al minimo. Gli impianti non devono presentare perdite.
- L'ingresso d'aria attraverso l'atmosfera deve essere evitato assolutamente, cioè l'impianto deve sempre presentare una sovrappressione sufficiente in ogni punto. Gli elastomeri nei componenti dell'impianto devono essere di qualità adeguata.
- Il mantenimento della pressione deve essere affidabile e completamente chiuso!
- Il gas inevitabilmente accumulato nell'impianto deve essere scaricato all'esterno in modo mirato e sicuro.

##### Periodo di blow-down nel separatore di impurità/fango

A causa del principio di funzionamento del separatore di impurità/fango, la quantità di particelle di impurità che si raccoglie al Dp elevato del filtro a rete non è specificata chiaramente. Di conseguenza, non è possibile indicare un tempo di blow-down standard per i separatori di impurità/fango.

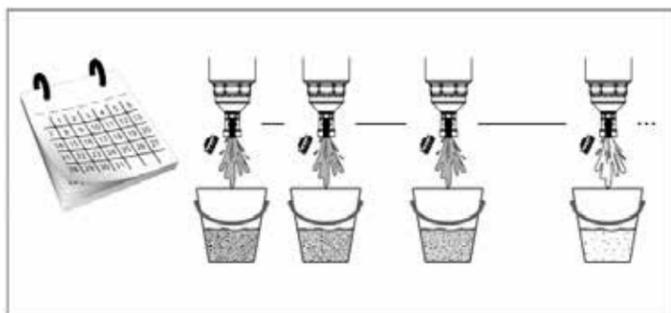
Intervalli di drenaggio nella pratica:

- Impianto nuovo e pulito: in base alla quantità di particelle separate, può essere possibile determinare una frequenza di blow-down di una o due settimane dal primo blow-down.
- Impianti esistenti o nuovi impianti con una quantità significativa di impurità: alcune ore dopo l'avvio e ad un'analisi del fluido scaricato, in base alla quantità di particelle separate; per alcune settimane può essere necessario drenare il separatore quotidianamente.

Si raccomanda di analizzare sempre la qualità del fluido drenato. Quando il fluido inizia ad apparire più pulito dopo ogni blow-down, è possibile ridurre la frequenza di blow-down a 4-6 volte all'anno.

Grazie alla maggiore efficienza dei separatori ciclonici, i primi cicli di blow-down sono più brevi rispetto ai separatori convenzionali.

Tuttavia, occorre notare che ogni impianto idronico è differente!



# Le soluzioni di IMI Pneumatex

## Separazione d'aria

### Valvole di sfogo automatico

Valvole di sfogo Zeparo ZUT / ZUP – per la rimozione dell'aria libera in sede di riempimento dell'impianto

Tipo		Dimensioni	PN	Funzionalità
ZUT		15 20 25	10	
ZUTS		15	10	Impianti solari fino a 160°C
ZUP		10	6	
ZUPN		10 15	6	Nichelata
ZUTX		25	10	Bloccabile Filettatura esterna

- Scarico asciutto e sicuro dei gas separati
- Comportamento affidabile del galleggiante in una camera estesa ed a flusso bilanciato. Impurità e acqua restano lontane dalla valvola di precisione, anche a pressioni elevate
- Tappo a vite di emergenza con funzione segnaletica nell'improbabile caso di perdita
- Nessuna perdita, nessun deposito di calcio
- Nessun costo di gestione o sostituzione a causa di una perdita dalla valvola di sfogo automatico
- Affidabilità e capacità elevate anche a pressioni elevate

Ampio gap di 40 mm tra galleggiante (livello dell'acqua) e valvola di intercettazione. Questo aspetto previene la contaminazione o la calcificazione della valvola, in quanto la nebbia che si forma alla rottura delle bolle d'aria per effetto della tensione superficiale al livello dell'acqua non ha alcun effetto negativo. Altrimenti, questa nebbia comporterebbe il deposito del calcio sulla valvola con conseguente rischio di perdite.



Zeparo Top è il deaeratore automatico più efficace e affidabile sul mercato per impianti a base d'acqua, sia di riscaldamento che di raffreddamento. Provvede allo sfogo durante il riempimento e alla ventilazione allo svuotamento dell'impianto.

La valvola di precisione prevede un meccanismo di sfogo modulante a braccio lungo che assicura un controllo accurato del livello dell'acqua

L'uscita a T previene il contatto indesiderato con il meccanismo interno della valvola e consente lo scarico del condensato

Il meccanismo di sfogo a prova di perdita senza protezione o tappo di tenuta è una funzionalità di sfogo affidabile e chiaramente riconoscibile

Il deflettore previene la formazione di schiuma o nebbia sul meccanismo di sfogo

Il design speciale del galleggiante assicura la massima stabilità, le minime vibrazioni e lo scorrimento ottimale delle bolle ed è dotato anche di una catena di sospensione flessibile

La piastra con tre grandi fori laterali riduce la turbolenza nella parte superiore

Nell'improbabile caso di problema nel meccanismo di sfogo, la vite autoserrante si dimostrerà veramente utile per prevenire temporaneamente lo sgocciolamento e rendere apparente il difetto

La camera esterna dell'aria larga e semi-conica assicura la massima affidabilità, in quanto l'esplosione delle bolle provoca il minimo movimento del galleggiante e, anche in caso di aumento della pressione fino a 10 volte, il livello dell'acqua non raggiungerà il meccanismo di sfogo

La base di grande diametro consente al fango di sedimentare lontano dall'area di turbolenza

Il diametro di inserimento più ampio possibile riduce il rischio di costipazione capillare in caso di membrana stagnante (3/8" sono un compromesso, si raccomanda almeno 1/2")

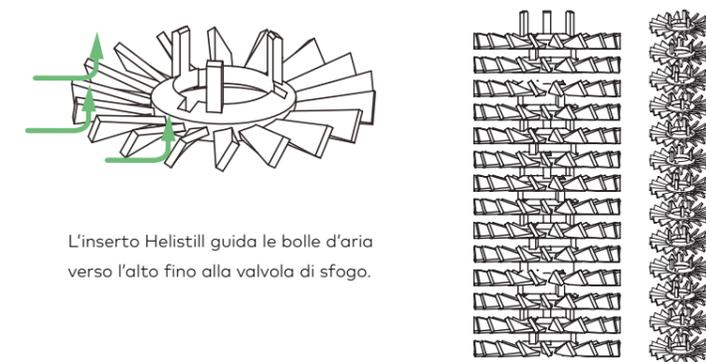
## Separazione di microbolle

Tipo		Dimensioni	PN	Materiale	Funzionalità
ZUV		20 25 32 40	10	Ottone	Separatore Helistill
ZUVS		20 25 32 40	10	Ottone	Impianti solari fino a 160°C Separatore Helistill in acciaio inox
ZTV		20 22* 25 32	10	Ottone	Orientabile a 360° Montaggio in qualsiasi posizione Separatore Helistill
ZIO		50 65 80 100 125 150 200 250 300	10 16	Flange in acciaio	Separatore Helistill

\* Per tubi da 22 mm con attacchi a compressione KOMBI aggiuntivi

### Separatori di microbolle Zeparo ZUV/ZIO

Separatori per basse portate e portate variabili. Efficienza elevata grazie al separatore Helistill interno. Grazie alle alette disposte ad elica verso l'alto, il separatore sfrutta una combinazione ottimale di principi di separazione



## Degasazione sotto vuoto

### Vento Compact / Simply Vento

Simply Vento è un degasatore sotto vuoto ciclonico per impianti di riscaldamento. Facendo ruotare l'acqua in un vaso sotto vuoto ciclonico speciale, i gas vengono separati completamente dall'acqua. È particolarmente indicato per le applicazioni che richiedono prestazioni elevate, design compatto e massima precisione. Il pannello di comando BrainCube Connect consente un nuovo livello di connettività per la comunicazione con il sistema BMS e altri BrainCube, oltre al controllo remoto dell'impianto di pressurizzazione con visualizzazione in tempo reale.

Pressione dell'impianto fino a 2,5 bar.



### Vento Connect

Vento Connect è un degasatore sotto vuoto ciclonico per impianti di riscaldamento, impianti solari e impianti di raffrescamento ad acqua. È particolarmente indicato per le applicazioni che richiedono prestazioni elevate, design compatto e massima precisione. La versione industriale VI è progettata specificatamente per applicazioni ad alta pressione fino a 20,5 bar. Il pannello di comando BrainCube Connect consente un nuovo livello di connettività per la comunicazione con il sistema BMS e altri BrainCube, oltre al controllo remoto dell'impianto di pressurizzazione con visualizzazione in tempo reale.



### Unità di controllo TecBox

- BrainCube Connect è un'unità di controllo intelligente, completamente automatica e sicura. Auto-ottimizzazione con funzione di memoria
- Robusto display touch TFT a colori illuminato da 3.5" Interfaccia online con controllo remoto e in tempo reale. Layout intuitivo del menu con scorrimento e pressione, procedura di avviamento guidata e aiuto immediato nelle finestre di popup. Rappresentazione di tutti i parametri essenziali e gli stati operativi dell'impianto sotto forma di testo, grafica e/o in diverse lingue
- Collegamenti integrati standardizzati (Ethernet, RS 485) a IMI webserver e BMS (protocollo Modbus e IMI Pneumatex)
- Aggiornamenti software e registrazione dei dati tramite connessione USB - registrazione dei dati e analisi del sistema, memorizzazione dei messaggi cronologica e in ordine di priorità, controllo remoto con visualizzazione in tempo reale
- Autodiagnosi periodica automatica, controllo quotidiano del vuoto. All'occorrenza, BrainCube Connect genera un allarme
- Copertura metallica di alta qualità

### FillSafe

FillSafe offre la degasazione sotto vuoto diretta e il monitoraggio del reintegro dell'acqua.

Il sistema di comando BrainCube Connect è dotato di un misuratore d'acqua a contatto integrato e di un'elettrovalvola per monitorare la quantità dell'acqua di reintegro nonché la durata e la frequenza di riempimento ed emette un allarme acustico in caso di superamento dei valori limite. BrainCube verifica anche la capacità del dispositivo di trattamento dell'acqua ed emette un allarme acustico al raggiungimento della capacità massima.

In caso di rischio di perdita nell'impianto, l'allarme può essere inviato direttamente a un sistema BMS oppure via Internet.

### Facilità di messa in servizio

Accesso remoto e supporto per la ricerca dei guasti, calibrazione automatica e interfacce incorporate per la comunicazione con IMI webserver e sistema di gestione dell'edificio.

È disponibile anche una versione per impianti ad acqua fredda.

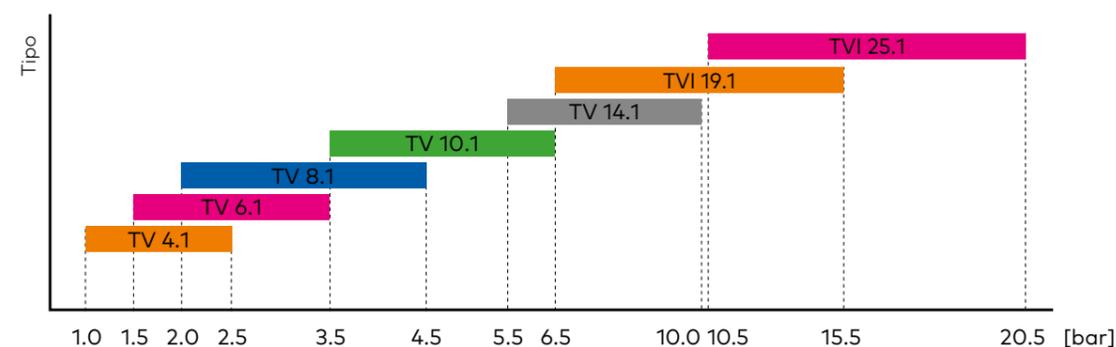
Tutti i dispositivi possono essere forniti in una versione isolata dalla condensazione per impianti ad acqua fredda.

### Transfero TV / TVI Connect

L'unica unità di pressurizzazione sul mercato con degasazione sotto vuoto ciclonico integrata.

Transfero TV Connect è un dispositivo di mantenimento della pressione di precisione per impianti di riscaldamento, impianti solari fino a 8 MW e impianti di raffrescamento ad acqua fino a 13 MW. È particolarmente indicato per le applicazioni che richiedono prestazioni elevate, design compatto e massima precisione. Il nuovo pannello di comando BrainCube Connect consente un nuovo livello di connettività per la comunicazione con il sistema BMS e altri BrainCube, oltre al controllo remoto dell'impianto di pressurizzazione con visualizzazione in tempo reale.

Le prestazioni sono paragonabili alle varianti di Vento, ma con la funzionalità aggiuntiva di pressurizzazione.



Range operativo (dpu) delle unità di degasazione sotto vuoto e pressurizzazione Pneumatex Transfero

## Separazione di impurità/fango

### Separatori di impurità e fango con e senza magneti

Tipo		Dimensioni	PN	Materiale	Funzionalità	Magnete
ZCD		20 25 32 40 50	10	Ottone	Sistema di separazione ciclonica	opzionale
ZCDM		20 25 32 40 50	10	Ottone	Sistema di separazione ciclonica	sì
ZUD		20 25 32 40	10	Ottone	Separatore Helistill	
ZUM		20 25 32 40	10	Ottone	Separatore Helistill	sì
ZTM		20 22* 25 32	10	Ottone	Orientabile a 360° Montaggio in qualsiasi posizione	sì
G-Force		65 80 100 125 150 200 250 300	16 25	Flange in acciaio saldate	Sistema di separazione ciclonica	opzionale
ZIO		50 65 80 100 125 150 200 250 300	10	Flange in acciaio		opzionale

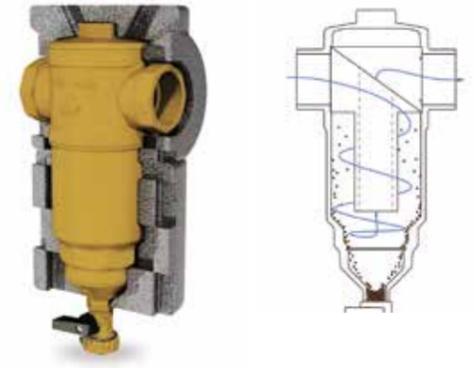
\* Per tubi da 22 mm con attacchi a compressione KOMBI aggiuntivi

### Separatori di impurità Zeparo Cyclone / G-Force con tecnologia ciclonica

Grazie al livello elevato di efficienza di separazione della tecnologia ciclonica, l'impianto può essere pulito in meno cicli, riducendo la quantità di particelle di impurità che normalmente si depositerebbero ad ogni ciclo aggiuntivo. Le impurità raccolte possono essere scaricate in modo facile e veloce con l'ausilio della valvola di scarico.

L'efficienza è sempre elevata, a prescindere dalle dimensioni. L'efficienza del separatore di impurità aumenta all'aumentare della velocità del flusso. La perdita di carico durante il funzionamento rimane stabile, a prescindere dalla quantità di impurità raccolte. A portate elevate (ad es. nelle applicazioni di raffreddamento), il livello di protezione è ancora più elevato.

Il magnete accessorio aumenta ulteriormente l'efficienza di separazione dei depositi di fango e magnetite (ossidi di ferro nero) costituiti dalle particelle magnetiche più fini. Massima facilità di gestione e pulizia. Combina separazione magnetica e isolamento termico. Può essere ordinato come un unico gruppo con Zeparo Cyclone o separatamente come accessorio.



ZCD – Zeparo Cyclone Dirt

Set ZCDM – Zeparo Cyclone Dirt con isolamento termico con magnete

ZCHM – isolamento termico con magnete

Zeparo G-Force

### Zeparo ZUD / ZUM, ZTD / ZTM Turnable, versione Dirt per particelle di fango

Separatori per basse portate e flussi temporanei. Efficienza elevata grazie al separatore Helistill interno.



Zeparo ZUD/ZUM

Zeparo ZTM

Zeparo ZIO

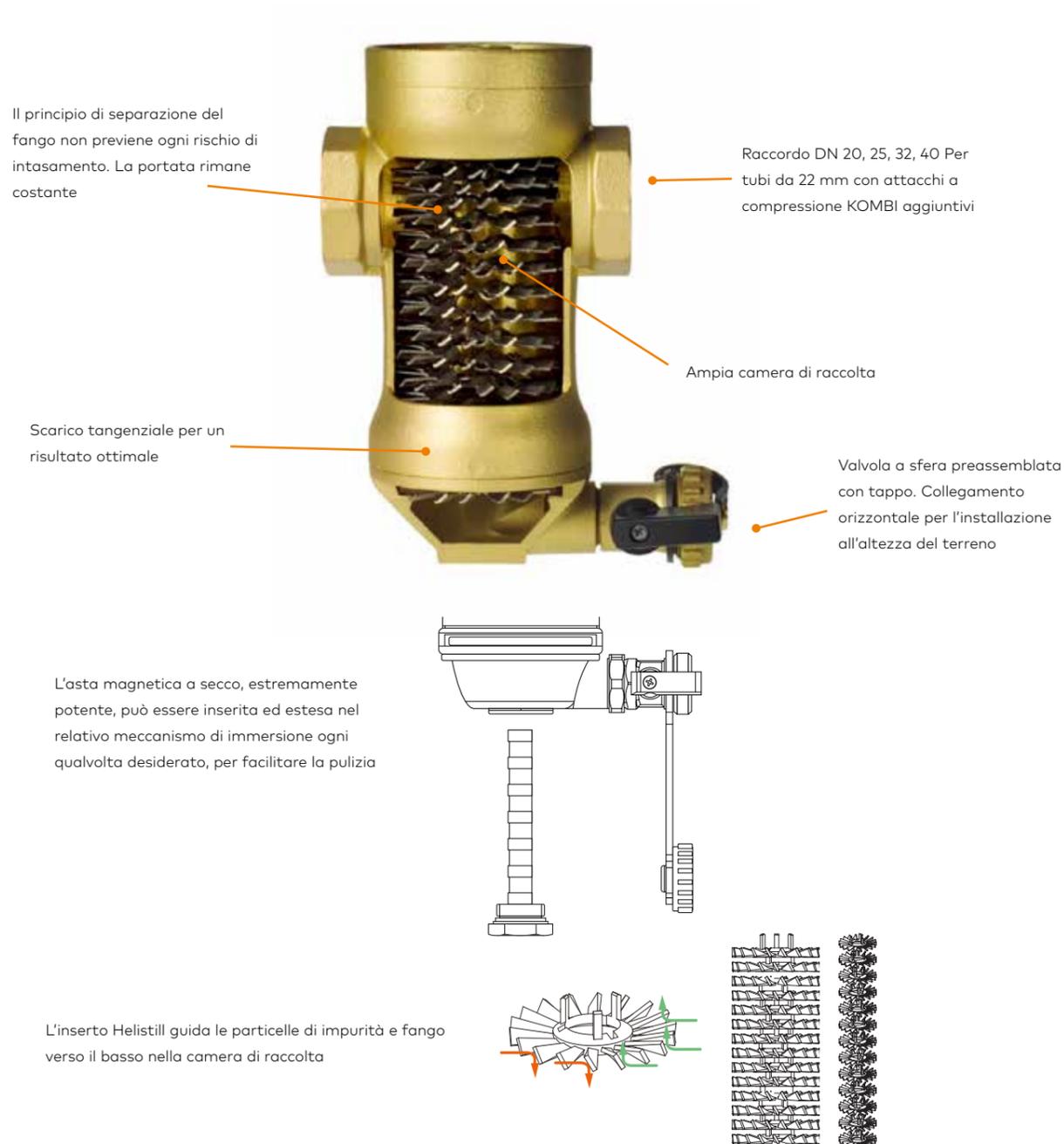
### Separatore Helistill

Combinazione ottimale di tutti i principi di separazione collaudati

Grazie alle alette disposte ad elica verso l'alto, il separatore sfrutta una combinazione ottimale di principi di separazione:

- Riduzione di velocità del flusso
- Alette
- Effetto centrifugo

Zeparo ZUM è il separatore automatico di impurità e fango più efficace e affidabile sul mercato per impianti a base d'acqua, sia di riscaldamento che di raffreddamento. Pulisce durante il funzionamento dell'impianto e separa impurità e fango in modo affidabile.



### Nessun rischio di intasamento grazie ai filtri e alla perdita di carico ridotta e costante, a prescindere dal volume di fango separato

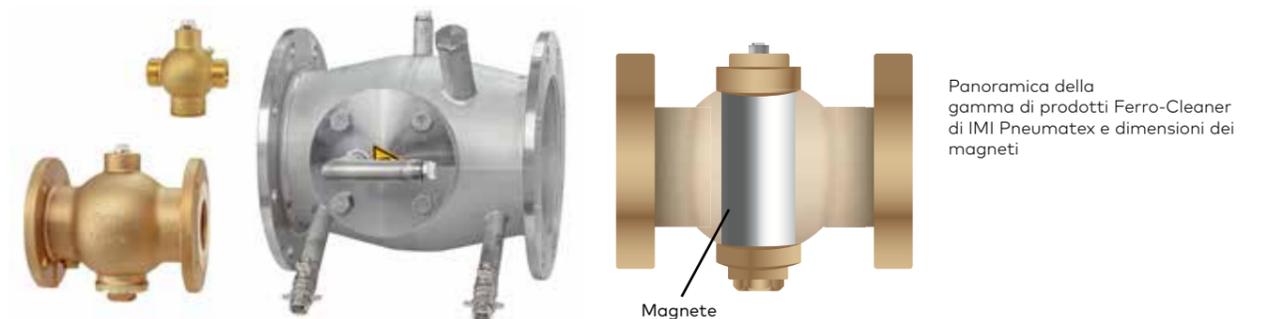
- Eccellenti prestazioni di separazione delle particelle
- Facile da pulire con l'impianto in funzione
- Installazione nella linea principale per proteggere i componenti più costosi dell'impianto come caldaie e pompe dai depositi di fango
- Per scaricare il fango è sufficiente estrarre l'asta magnetica e aprire la valvola

## Separatori magnetici puri

Tipo		Dimensioni	PN	Materiale	Funzionalità	Magnete
Tipo 80		32	16	Ottone	Anodo di riduzione dell'ossigeno su richiesta	sì
Tipo 150		65 80 100	10	Bronzo	Anodo di riduzione dell'ossigeno su richiesta	sì
Tipi 273 323 406 606		125 150 200 250 300 400 500	10	Acciaio inox	Con magnete e anodo	sì

### Ferro-Cleaner

Il sistema filtrante a flusso magnetico Ferro-Cleaner protegge gli impianti di riscaldamento e raffreddamento da fango e corrosione. È semplice, pratico, efficiente e sicuro da installare, utilizzare e sottoporre a manutenzione. Verticale o orizzontale, Ferro-Cleaner può essere installato in qualsiasi posizione, assicurando sempre prestazioni elevate. Il design compatto facilita l'installazione e l'uso. L'impianto ne trarrà vantaggio sia in termini di prestazioni che di durata. Oltre all'asta magnetica può essere utilizzato un anodo sacrificale oppure un raccordo DN 125 o più grande.



## Separatori combinati di aria e impurità

Tipo		Dimensioni	PN	Materiale	Funzionalità	Magnete
ZUKM		20 25 32 40	10	Ottone	Separazione combinata di aria e impurità Due separatori Helistill	 sì
ZTKM		20 22* 25 32	10	Ottone	Orientabile a 360° Montaggio in qualsiasi posizione Due separatori Helistill	 sì
ZUCM		20 25 32 40	10	Ottone	Separazione combinata di aria e impurità Perdita di carico ridotta tra i lati di produzione e distribuzione idronica Due separatori Helistill	 sì

\* Per tubi da 22 mm con attacchi a compressione KOMBI aggiuntivi

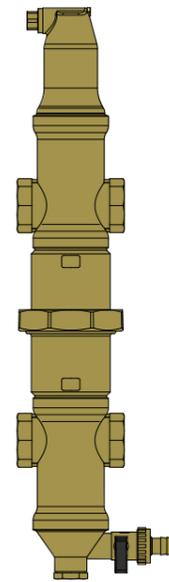


### Zeparo ZUKM

Separatore combinato per microbolle e particelle di fango, con magnete. Ideale per impianti di raffreddamento

### Zeparo ZTKM

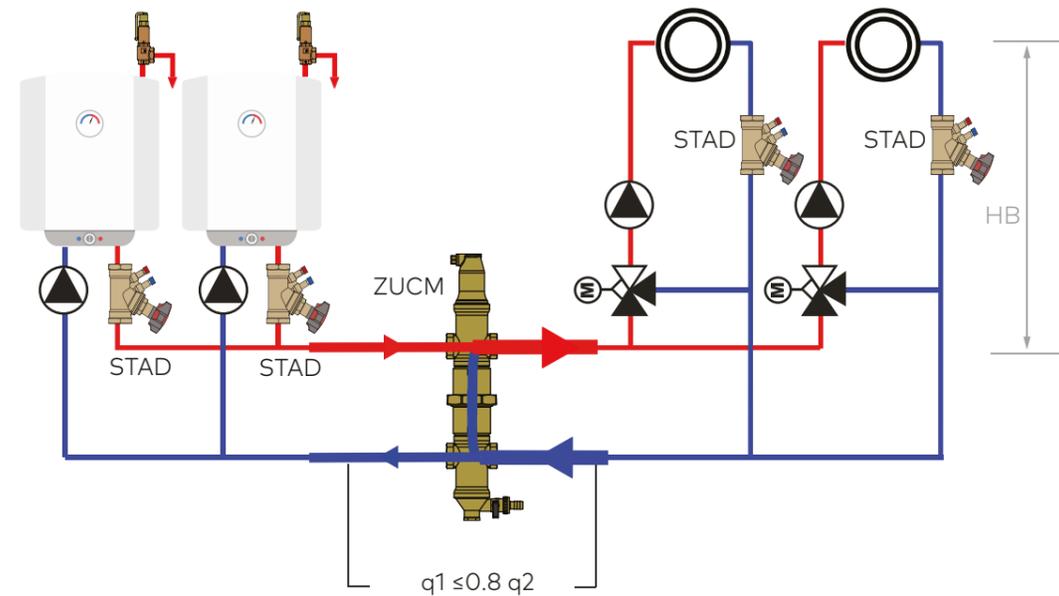
Separatore combinato per microbolle e particelle di fango, con magnete. La camera di separazione orientabile a 360° permette di installare ZT in qualsiasi posizione



### Zeparo ZUCM

Versione Collect a bassa perdita di carico con magnete per microbolle e particelle di fango. La combinazione di separatore di aria e impurità e bassa perdita di carico per idronica risolve ogni problema nell'impianto

Minore perdita di carico con portata variabile sui lati primario e secondario



ZUCM	q1[m3/h]
20	≤1,25
25	≤2
32	≤3,7
40	≤5

## APPENDICE A

## Dal LIBRO DEI FATTI DI EFFICIENZA ENERGETICA IDRONICA

## Fatto numero 11

I depositi di corrosione e impurità nei tubi possono aumentare i costi elettrici di pompaggio in un impianto di riscaldamento o raffreddamento fino al **35%** (\*) nei primi anni di esercizio.

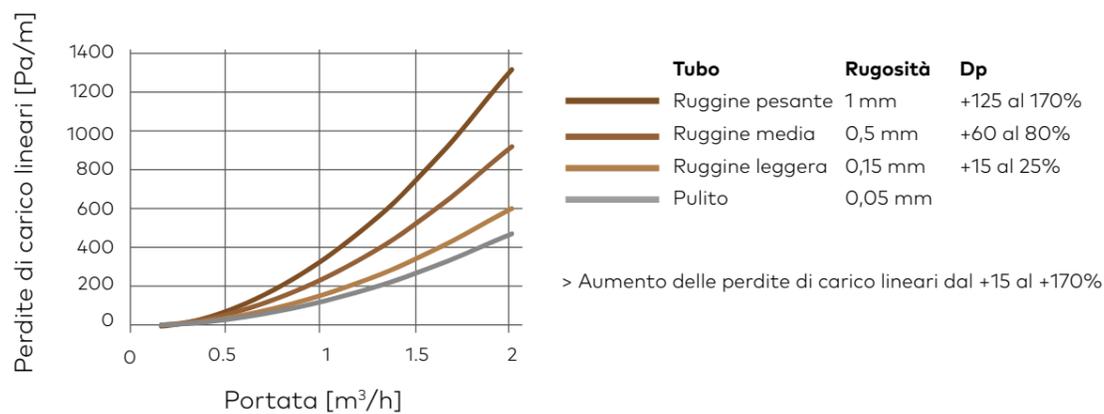


Le perdite di carico nei tubi (dette anche perdite di carico lineari) dipendono da:

- diametro interno del tubo
- rugosità del tubo
- densità e viscosità dell'acqua (fluido termovettore)
- portata
- presenza di ossigeno a causa di dispositivi di pressurizzazione inadeguati o non soggetti a manutenzione e conseguente corrosione
- depositi di impurità (dovuti alla scarsa qualità e alla portata insufficiente dell'acqua in alcune parti dell'impianto) che alterano costantemente la rugosità fino al 15-70% durante i primi anni e fino al 150-240% (\*\*) dopo 20-50 anni. Per compensare questo aumento di perdita di carico è necessario aumentare la prevalenza della pompa, con conseguente aumento del consumo elettrico di pompaggio

Esempio:

## Tubo DN 25 in acciaio DIN 2440, ISO serie 65



(\*) Se la perdita di carico di un tubo equivale al 50% della perdita di carico totale dell'impianto, un aumento del 70% avrà un impatto diretto del 35% sul consumo elettrico per ottenere la stessa portata. (\*\*) Originale: Risultato pubblicato da Pr. Rahmaye, Utah State University.

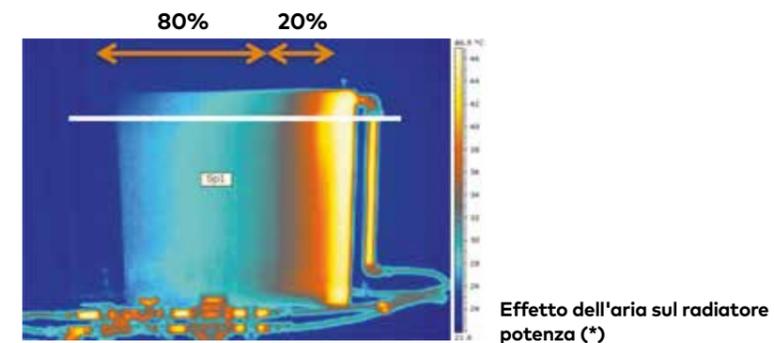
## Fatto numero 18

L'accumulo d'aria nei radiatori può ridurre drasticamente la potenza di un'unità fino all'**80%**.

La presenza d'aria nell'acqua deve essere minimizzata non soltanto per ridurre i problemi di corrosione e rumore, ma anche perché riduce l'emissione di calore dalle unità terminali.

L'immagine termica (vedere l'esempio) dimostra che la creazione di sacche d'aria impedisce la circolazione dell'acqua nel radiatore e riduce significativamente il carico.

Per compensare la minore emissione di calore dal radiatore, l'utente tende ad aumentare la temperatura nella caldaia e la velocità della pompa con un evidente impatto sul consumo energetico dell'impianto di riscaldamento (vedere i fatti numero 4, numero 8 e numero 12)(\*\*).



(\*) Misurazione termica da parte dell'Istituto "Karel de Grote Hogeschool"

(\*\*) Per altri dati sul consumo energetico, consultare il Libro dei fatti di efficienza energetica idronica di IMI Hydronic Engineering 2021.

## Unità di misura

- Salvo diversa indicazione, le misurazioni di pressione sono sempre relative.
- Il contenuto di gas nell'acqua è indicato in ml/l rispetto allo stato standard di 0°C e 0 bar.
- Azoto N<sub>2</sub>: 1 ml/l = 1,25046 mg/l
- Ossigeno O<sub>2</sub>: 1 ml/l = 1,42895 mg/l

## Terminologia

Quando parliamo di vuoto in relazione ai degasatori, non intendiamo un vuoto fisico (o l'assenza di materia), ma un range di pressione negativa tra la pressione atmosferica locale e la pressione di saturazione del mezzo.

## Bibliografia

- [1] "Gase in kleinen und mittleren Wasserheiznetzen" Technische Universität Dresden, Institut für Energietechnik, koordinierter Schlussbericht, AiF Forschungsthema Nr. 11103 B, Novembre 1998
- [2] "Vermeidung von Schaden in Warmwasser-Heizungsanlagen - Steinbildung und wasserseitige Korrosion" VDI 2035 Bl. 1, Marzo 2021
- [3] Rühling, K. "Test von Entgasern in Technikums-Kreisläufen mit Wasser" Technische Universität Dresden, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung im Auftrag der IMI Hydronic Engineering Switzerland AG, Novembre 2017 e Gennaio 2018
- [4] Koch, F.; Rühling, K.; Heymann, M. "Test von Entgasern in Technikums-Kreisläufen mit Wasser-Ethylenglykol-Gemisch" Technische Universität Dresden, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung, Febbraio 2022





 IMI PNEUMATEX

 IMI TA

 IMI HEIMEIER

## Aria e Impurità: Problemi, Cause, Tecnologie

Come entrano l'aria e altri gas negli impianti di riscaldamento e raffrescamento? Quali sono i rimedi più efficaci? Come si formano i fanghi magnetici? Come evitare questo fenomeno e liberarsi per sempre delle impurità?

Questa guida tecnica risponde a queste e molte altre domande sulla presenza d'aria e impurità negli impianti. IMI Hydronic Engineering vanta la gamma più completa sul mercato di valvole di sfogo automatico, separatori di impurità e degasatori sotto vuoto ciclonico ed è in grado di offrire la soluzione ideale per ogni tipo di problema dovuto alla presenza d'aria e impurità.



Per saperne di più  
[www.imi-hydronic.it](http://www.imi-hydronic.it)

**IMI Hydronic Engineering S.r.l.**  
Via Roma, 108 – Edificio F/2 be© The Pecchi  
20060 Cassina de Pecchi (MI)  
Italy  
Tel : +39 02 83550690

[www.imi-hydronic.it](http://www.imi-hydronic.it)

**IMI** Hydronic  
Engineering