

# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

## ► Climatizzazione degli armadi di comando e dei processi



# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

► **Climatizzazione degli  
armadi di comando e  
dei processi**



FRIEDHELM LOH GROUP



L'ing. Heinrich Styppa, ora in pensione per raggiunti limiti di età, è stato direttore della divisione Climatizzazione presso la sede centrale di Rittal (Herborn) e Area Manager "Climatizzazione per quadri di comando e processi". Inoltre è stato ispiratore e promotore di numerose innovazioni di prodotto, come i condizionatori con marchio "ProOzon" funzionanti con refrigeranti privi di CFC, tecnologie a microprocessore, scambiatori di calore aria/acqua, nanotecnologie e condizionatori per armadi di comando ad alta efficienza energetica. Si trovano suoi riferimenti bibliografici in numerose pubblicazioni,

manuali tecnici, e interventi presso associazioni di settore e Clienti, riguardo soluzioni innovative per asportare i carichi termici dai quadri di comando e dalle macchine delle linee di produzione. In molti casi i lavori dell'Ing. Styppa sono stati supportati da Ralf Schneider, Direttore di International Business Development Climatisation, Rittal GmbH & Co. KG.

### **Biblioteca tecnica Rittal, volume 2**

Pubblicato da Rittal GmbH & Co. KG  
Herborn, settembre 2013

Tutti i diritti sono riservati.  
Vietata la riproduzione e/o la distribuzione  
senza autorizzazione scritta.

Gli autori e l'editore, pur assicurando il massimo impegno nella redazione di tutti i testi e di tutte le immagini contenuti in questo documento, non possono garantire la totale correttezza, completezza e attualità delle informazioni fornite.

L'editore e gli autori declinano ogni responsabilità per eventuali danni, diretti e indiretti, derivanti dall'utilizzo delle informazioni contenute nel presente documento.

Copyright: © 2013 Rittal GmbH & Co. KG  
Stampato in Italia

Realizzazione:  
Rittal GmbH & Co. KG  
Martin Kandziora, Dagmar Liebegut  
Stampa: Wilhelm Becker  
Grafischer Betrieb e.K., Haiger



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

# Introduzione

Di fronte dell'aggravarsi dei problemi ambientali e alla crescita sistematica del costo dell'energia, l'efficienza energetica nei processi produttivi industriali è sempre più un fattore determinante per il futuro del nostro pianeta. Nonostante ciò, solo in alcuni ambiti produttivi l'energia è considerata con la dovuta importanza: è il caso delle grandi case costruttrici tedesche di macchine utensili che hanno integrato nelle loro tecnologie d'avanguardia sistemi di raffreddamento ad alta efficienza, adatti per risparmiare energia. Per rendere un prodotto concorrenziale sui mercati internazionali non si devono solo considerare caratteristiche quali precisione, produttività, qualità e sicurezza, ma si deve anche valutare il vantaggio competitivo dovuto ad una maggiore efficienza energetica e alla conseguente riduzione dei costi. L'Unione Europea ha preso al riguardo una posizione ferma istituendo la Direttiva EuP (Energy Using Products): un importante quadro di riferimento per la definizione di requisiti di progettazione ecocompatibili per i prodotti "che consumano energia", nei quali rientrano le Macchine Utensili. Se da un lato l'evoluzione dei processi produttivi tende a impiegare tecnologie sempre più performanti, dall'altro lato essa determina un aumento della potenza da dissipare all'interno dei quadri di comando. Per l'asportazione ottimale di tale potenza, Rittal ha sviluppato componenti di climatizzazione e sistemi di raffreddamento progettati all'insegna dell'efficienza energetica e che garantiscono un coefficiente di performance/resa di oltre il 40% rispetto ai sistemi tradizionali. Rittal è considerata non solo leader internazionale di mercato ma anche leader a livello tecnologico nel settore della climatizzazione di quadri, macchine, armadi server e data center. In questo volume sono presentate le Soluzioni Rittal per la climatizzazione ottimizzata di quadri e impianti, finalizzate a garantire l'efficienza energetica e l'ecosostenibilità dei processi produttivi.

Ing. Heinrich Styppa

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

Climatizzazione degli armadi di comando e dei processi

# Il tutto è maggiore della somma delle parti

Questo concetto vale anche per «Rittal – The System.», la piattaforma di sistema basata su prodotti innovativi che consentono soluzioni complete di armadi di comando, distribuzione elettrica, climatizzazione, infrastrutture IT. Con l'integrazione di software di engineering e service qualificato in ogni parte del globo, Rittal fornisce valore aggiunto in diverse applicazioni nell'industria e nel terziario: produzione, impiantistica, building automation, infrastrutture IT, Data Center ecc.

In linea con l'headline aziendale «faster – better – everywhere», Rittal associa all'offerta di prodotti innovativi il supporto di un service efficiente e ottimizzato sulle esigenze specifiche del cliente.

**Faster** – Il programma di soluzioni modulari «Rittal – The System.», grazie alla compatibilità dei suoi componenti, offre rapidità di progettazione, configurazione, implementazione e messa in opera.

**Better** – Rittal dà più valore al vostro business, anticipando i trend di settore e trasformandoli in prodotti innovativi. La passione per l'innovazione di Rittal assicura ai clienti vantaggi competitivi duraturi.

**Everywhere** – assistenza al Cliente in ogni punto del globo, grazie ad una rete capillare di 150 centri commerciali e logistici. In tutto il mondo Rittal è presente con più di 60 filiali, oltre 250 partner di servizio e oltre 1.000 tecnici specializzati. Da più di 50 anni Rittal supporta concretamente i suoi clienti con un'ampia gamma di servizi e prodotti sempre all'avanguardia.



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

## » nextlevel

for industry

Con il software Therm e l'innovativa App Therm, il calcolo dei fabbisogni di climatizzazione degli armadi per quadri di comando è un gioco da ragazzi. Il software di dimensionamento Rittal determina il sistema di climatizzazione ottimale per rispondere alle vostre esigenze.

### Rittal – The System.

- Rittal – software Therm
- Rittal – sistemi di climatizzazione certificati con prove di tipo



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

## Dalla S alla XXL: climatizzazione per tutte le taglie

- Raffreddamento tramite l'aria ambiente
- Condizionatori
- Raffreddamento a liquido
- Riscaldatori anticondensa



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

- Performanti – condizionatori TopTherm con prestazioni certificate dal TÜV
- Ecologici – funzionano con refrigeranti privi di CFC da oltre 20 anni



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



# Rittal – The System.

**Faster – better – everywhere.**

## **Sempre a vantaggio del cliente**

Rittal è azienda leader a livello mondiale nella fornitura di soluzioni di climatizzazione rispettose dell'ambiente, cost-saving e ottimizzate per ogni cliente.

**Faster** – progettazione più facile con l'App Therm

**Better** – tecnica di climatizzazione efficiente ed eco-compatibile

**Everywhere** – parti di ricambio disponibili in tutto il mondo



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



Climatizzazione degli armadi di comando e dei processi

# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

## Dati di ordinazione

### Documentazione commerciale

- Informazioni di prodotto
- Dati di ordinazione



## Vantaggi

### Documentazione tecnica

- Vantaggi per il cliente
- Caratteristiche costruttive
- Vantaggi di prodotto
- Informazioni di sistema



Stampa	■	–
CD	■	–
www.rittal.it	■	■

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

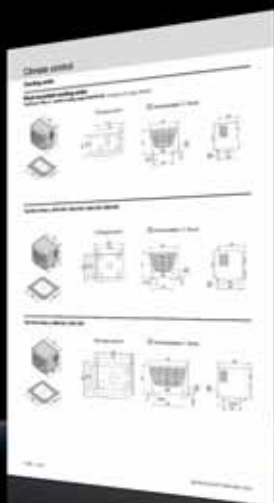
# Struttura informativa

## Tecnica



### Dettagli tecnici

- Disegni tecnici
- Diagrammi delle potenze



## Principi generali



### Biblioteca tecnica

- Contenuti tecnici



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

Climatizzazione degli armadi di comando e dei processi

# Sommario

## Principi fondamentali

Perché abbiamo bisogno di armadi di comando? .....	18
Perché è necessario asportare il calore dissipato dagli armadi di comando? ....	20
Modalità di trasmissione del calore .....	21
Principi di calcolo per la climatizzazione degli armadi di comando .....	23
Quando si utilizzano i riscaldatori-anticondensa?.....	28

## Asportazione della potenza dissipata tramite componenti attivi

Asportazione del calore tramite circolazione forzata dell'aria .....	32
Asportazione del calore tramite ventilatori-filtro .....	33
Asportazione del calore tramite scambiatori di calore aria/aria .....	37
Asportazione del calore tramite condizionatori termoelettrici .....	40
Asportazione del calore tramite scambiatori di calore aria-acqua.....	42
Raffreddamento a liquido diretto nel componente (cold plate) .....	50
Climatizzazione forzata tramite condizionatori .....	53
Scelta dei componenti, panoramica generale .....	61
Dimensionamento e configurazione delle soluzioni di climatizzazione con il software Therm .....	62

## Consigli di progettazione e utilizzo

Indicazioni di progettazione e consigli pratici di utilizzo .....	66
Manutenzione .....	71

## Raffreddamento di impianti, macchine e processi

Perché è necessario raffreddare macchine e processi .....	76
---	----

Indice e bibliografia .....	90
-----------------------------	----

Indice analitico .....	91
------------------------	----

Glossario .....	92
-----------------	----

### Note:

“Quadri conformi alla nuova normativa - Guida alla nuova norma CEI EN 61439” (già disponibile)



# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

# Principi fondamentali

**Quando si utilizzano gli armadi per quadri di comando? ... 18**

**Perché è necessario asportare il calore dissipato dagli armadi di comando? ..... 20**

**I metodi per l'asportazione efficace della potenza dissipata ..... 21**

- raffreddamento tramite la superficie dell'armadio ..... 21
- raffreddamento tramite circolazione d'aria..... 22

**Principi di calcolo per la climatizzazione degli armadi di comando ..... 23**

**Quando si utilizzano i riscaldatori anticondensa? ..... 28**



## ■ Quando si utilizzano gli armadi per quadri di comando

La funzione primaria di un armadio di comando è proteggere i componenti hardware e i sistemi elettronici in esso contenuto dagli agenti aggressivi esterni, quali umidità, acqua, olio, vapore e da eventuali polveri o sostanze oleose presenti nell'aria ambiente

In mancanza di adeguata protezione, le tecnologie installate nell'armadio si deteriorano e si guastano, causando malfunzionamenti di macchine e impianti, e nel corso del tempo, l'interruzione dell'intera linea produttiva, che comporta costi ingenti per una azienda. I contenitori e gli armadi devono quindi essere in grado di proteggere nel tempo i sensibili e costosi componenti elettronici e microelettronici. Esistono diversi sistemi di codifica del livello di protezione garantito dall'armadio nei confronti delle influenze esterne e che tengono conto anche del luogo di installazi-

one. Tali sistemi fanno riferimento al grado di protezione internazionale "IP" o alla classificazione **NEMA (Nema Type Protection)**. La sigla IP è l'abbreviazione inglese di "Ingress Protection" (protezione dai corpi estranei e dal contatto accidentale). Il grado di protezione IP è indicato con il termine fisso IP, seguito sempre da due cifre caratteristiche più due lettere opzionali. La norma che indica i criteri di costruzione e protezione degli armadi per quadri di comando e dei quadri elettrici è la EN 60 529 (VDE 0470-1).

### Classificazione IP, grado di protezione dai corpi estranei e dai contatti accidentali

1a cifra identificativa	SIGNIFICATO	
EN 60 529	Protezione da corpi solidi	Protezione da contatti
0	Nessuna protezione	Nessuna protezione
1	Protezione contro corpi solidi estranei di dimensioni $\geq 50$ mm	Protezione dai contatti con il dorso della mano
2	Protezione contro corpi solidi estranei di dimensioni $\geq 12,5$ mm	Protezione dai contatti delle dita.
3	Protezione contro corpi solidi estranei di dimensioni $\geq 2,5$ mm	Protezione dall'accesso con attrezzi
4	Protezione contro corpi solidi estranei di dimensioni $\geq 1$ mm	Protezione contro l'accesso con un filo
5	Protezione dalla polvere (nessun deposito nocivo)	Protezione completa dai contatti
6	A tenuta contro la polvere	Protezione completa dai contatti

**Classificazione IP, grado di protezione dalla penetrazione di liquidi**

<b>2° cifra identificativa</b>	<b>SIGNIFICATO</b>
EN 60 529	Protezione contro l'ingresso di acqua
0	Nessuna protezione
1	Protezione dal gocciolamento d'acqua
2	Protezione dal gocciolamento d'acqua con inclinazione fino a 15°
3	Protezione dalla caduta di gocce d'acqua con inclinazione fino a 60°
4	Protezione dagli spruzzi d'acqua da tutte le direzioni
5	Protezione da getti d'acqua
6	Protezione da potenti getti d'acqua
7	Protezione dagli effetti di una immersione temporanea in acqua
8	Protezione dagli effetti di una immersione prolungata in acqua

**Classificazione secondo NEMA**

<b>Tipo</b>	
1	Contenitore per impiego in ambienti interni, protetto dalla penetrazione di quantità limitate di polvere e impurità.
4	Contenitore per impiego in ambienti interni ed esterni, protetto contro pioggia, polvere portata dal vento, spruzzi d'acqua, getti d'acqua e danni provocati dalla formazione di ghiaccio nella parte esterna del contenitore.
4X	Contenitore per impiego in ambienti interni ed esterni, protetto contro corrosione, pioggia e vento, spruzzi d'acqua, getti d'acqua, corrosione e danni provocati dalla formazione di ghiaccio nella parte esterna del contenitore.
12	Contenitore per impiego in ambienti interni, protetto contro lo sporco che cade dall'alto, i vortici di polvere e il gocciolamento di liquidi non corrosivi.

NEMA è l'acronimo di **National Electrical Manufacturers Association**.

I moderni armadi per quadri di comando devono avere gradi di protezione elevati e quindi devono essere sufficientemente ermetici: ciò comporta che gli agenti esterni

non possono penetrare all'interno dell'armadio, ma d'altro canto rende difficile l'asportazione all'esterno del calore dissipato dagli apparecchi installati.

## ■ Perché è importante asportare il calore dissipato dagli armadi di comando

Oltre agli agenti esterni, quali l'aria contenente particelle oleose, polvere e umidità, è il calore il nemico numero uno dei sensibili e costosi componenti elettronici installati all'interno degli armadi di comando.

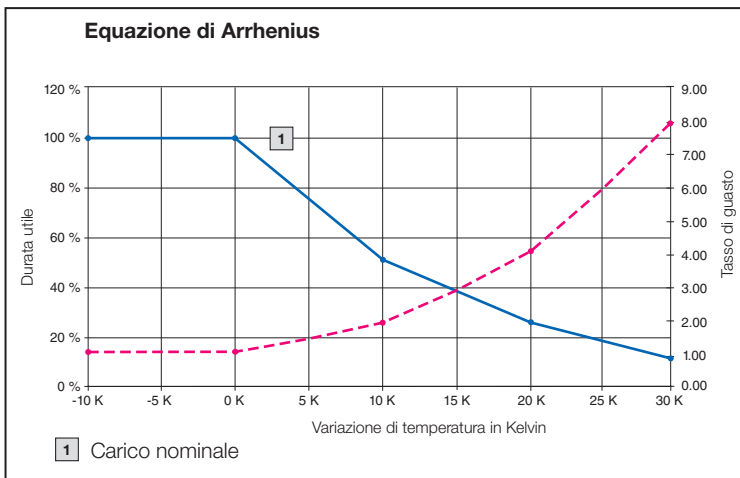
Se a livello del singolo componente, la potenza dissipata è notevolmente diminuita negli ultimi anni è però aumentata più che proporzionalmente la densità dei componenti negli armadi, con un incremento del 50-60% della potenza complessiva dissipata al loro interno.

È stata proprio la diffusione della microelettronica e dei nuovi componenti elettronici ad imporre il mutamento dei requisiti di progettazione e costruzione degli armadi di comando, al fine di rispondere alle maggiori esigenze di asportazione del calore.

Le moderne tecniche di climatizzazione devono tenere conto di questi cambiamenti, oltre ad offrire le migliori

soluzioni in termini di efficienza e risparmio energetico.

Come già spiegato in precedenza, il calore è il principale responsabile dei guasti dei componenti elettronici installati negli armadi. Un aumento di temperatura di circa 10 K (rispetto alla temperatura max. di funzionamento) dimezza la vita utile del componente e raddoppia il suo tasso di guasto (vedi Equazione di Arrhenius).



## ■ Modalità di trasmissione del calore

Il funzionamento sicuro, senza malfunzionamenti o arresti delle linee di produzione, dipende in larga misura dalla modalità di asportazione del calore dissipato dai componenti elettrici ed elettronici installati negli armadi di comando.

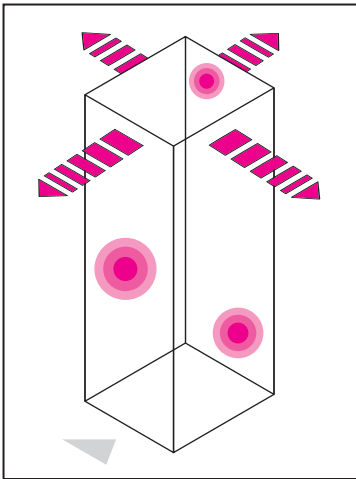
In linea di massima si considerano tre diverse modalità di trasmissione del calore:

- Conduzione termica
- Convezione naturale
- Irraggiamento termico

Nel caso degli armadi di comando e dei contenitori per elettronica il calore è trasmesso soprattutto per conduzione e convezione, mentre l'irraggiamento gioca un ruolo minore. Nell'irraggiamento il calore è trasmesso da un corpo all'altro sotto forma di radiazione, senza bisogno che vi sia un mezzo materiale.

Per scegliere il tipo di raffreddamento più idoneo per un armadio di comando, bisogna innanzitutto stabilire se questo sia aperto, cioè permeabile all'aria, o chiuso, cioè impermeabile all'aria. Mentre nel caso di un armadio aperto, il calore (potenza dissipata) può defluire dall'interno verso l'esterno insieme all'aria (conduzione), in un armadio chiuso il calore può essere eliminato, in una prima fase, solo attraverso le pareti (convezione).

### Raffreddamento attraverso le pareti dell'armadio, ovvero tramite convezione, dall'interno all'esterno con differenza di temperatura positiva $T_i > T_e$



#### Metodo:

- Raffreddamento attraverso le pareti dell'armadio

#### Grado di protezione:

- fino a IP 68

#### Potenza frigorifera max.:

- 350 watts

#### Potenza frigorifera max.:

- Nessun costo addizionale
- Elevato grado di protezione

#### Svantaggi:

- Nell'armadio possono formarsi "hot spot" (sacche di calore)

## Raffreddamento tramite l'aria, ovvero per conduzione, dall'interno all'esterno con differenza di temperatura positiva $T_i > T_e$

### Metodo:

- Raffreddamento tramite conduzione

### Grado di protezione:

- Fino a IP 21

### Max. potenza frigorifera:

- 500 watt

### Vantaggi:

- nessun costo addizionale

### Svantaggi:

- Grado di protezione non elevato
- Nell'armadio possono formarsi "hot spot" (sacche di calore)

Indipendentemente dal metodo scelto, la possibilità di asportazione del calore non dipende solo dal fatto che l'armadio sia aperto o chiuso, ma soprattutto dalla temperatura massima nel luogo di installazione dell'armadio e dalla temperatura massima desiderata all'interno dell'armadio.

Se sia sufficiente l'autoconvezione, per asportare la potenza dissipata ( $\dot{Q}_v$ ) dall'armadio chiuso solo attraverso le pareti, dipende dalla temperatura esterna ( $T_e$ ) e dalla temperatura massima desiderata all'interno dell'armadio ( $T_i$ ). L'aumento massimo di temperatura che può verificarsi in un armadio rispetto all'esterno, si calcola con la seguente equazione:

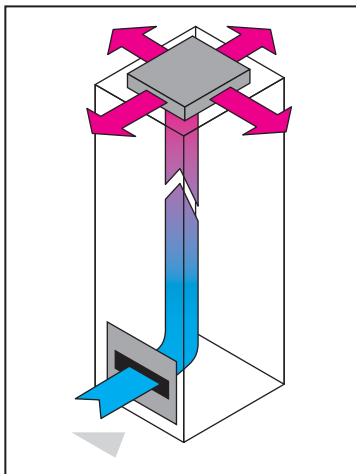
$$(T_i - T_e) = \frac{\dot{Q}_v}{k \cdot A}$$

dove  $k$  è il coefficiente di trasmissione termico ( $5,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  per la lamiera d'acciaio) e  $A$  ( $\text{m}^2$ ) è la superficie effettiva dell'armadio, calcolata secondo DIN 57 660 Parte 500.

Esempio di dimensionamento:

Potenza dissipata nell'armadio:

$\dot{Q}_v = 400 \text{ watt}$



Superficie dell'armadio  
(L x A x P 600 x 2000 x 600 mm)  
 $A = 5,16 \text{ m}^2$ ;  $T_e = 22^\circ\text{C}$

$$(T_i - T_e) = \frac{400}{5,5 \cdot 5,16} > 22 - 14 = 8^\circ\text{K}$$

### Risultato:

La temperatura ( $T_i$ ) all'interno dell'armadio, con una potenza dissipata di 400 W e una superficie effettiva di  $5,16 \text{ m}^2$ , aumenterà rispetto alla temperatura ambiente da  $+22^\circ\text{C}$  a ca.  $+30^\circ\text{C}$ .

### In sintesi:

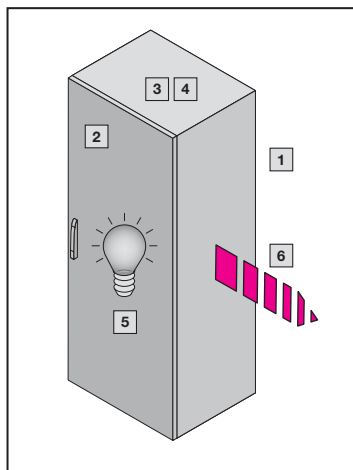
La potenza dissipata può essere asportata all'esterno, nelle condizioni suddette, attraverso le pareti dell'armadio.

In questo caso si tratta di "asportazione passiva", senza necessità di utilizzare ventilatori o altri componenti di climatizzazione.

## ■ Principi di calcolo per la climatizzazione degli armadi di comando

Per dimensionare in modo corretto i componenti di climatizzazione dell'armadio, è necessario calcolare la potenza dissipata  $\dot{Q}_V$  dei componenti installati all'interno dell'armadio e determinare i seguenti parametri:

Parameter	
$\dot{Q}_V$	Potenza dissipata dei componenti installati nell'armadio [W]
$\dot{Q}_S$	Potenza termica trasmessa attraverso la superficie effettiva dell'armadio [W] $\dot{Q}_S = k \cdot A \cdot \Delta T$
$\dot{Q}_K$	Potenza frigorifera utile continua richiesta [W]
$\Delta T$	Differenza di temperatura tra l'interno dell'armadio e l'ambiente [K] $\Delta T = (T_e - T_u)$
$\dot{Q}_e$	Potenza frigorifera richiesta [W] $\dot{Q}_e = \dot{Q}_V - \dot{Q}_S$
$V$	Portata d'aria volumetrica richiesta di un ventilatore-filtro [m <sup>3</sup> /h] Calcolo approssimativo: $V = \frac{3.1 \cdot \dot{Q}_V}{\Delta T}$










1	$T_e$	Temperatura max. all'esterno dell'armadio
2	$T_i$	Temperatura max. desiderata all'interno dell'armadio
3	A	Superficie effettiva radiante dell'armadio (misurata in base alle specifiche VDE)
4	k	Coefficiente di trasmissione termica
5	$\dot{Q}_V$	Potenza dissipata
6	$\dot{Q}_S$	Potenza termica assorbita o trasmessa attraverso la superficie effettiva dell'armadio
	IP XX	Grado di protezione
	Tipologia di installazione dell'armadio: vedi pagina 24	

La temperatura massima consentita all'interno dell'armadio (Ti) deve essere definita in funzione dei componenti elettrici ed elettronici installati al suo interno.

Secondo la norma CEI EN 60204-1 ("Sicurezza delle macchine") l'equipaggiamento elettrico delle macchine deve poter funzionare senza interruzioni con la temperatura dell'aria ambiente prevista. Il requisito minimo è il funzionamento efficace con temperature ambiente comprese tra +5°C e +40°C. Per la temperatura

interna dell'armadio è raccomandato un valore medio di +35°C. Tale valore costituisce anche la base per il dimensionamento delle soluzioni di climatizzazione degli armadi. Tra i fattori fisici precedentemente indicati, si deve determinare la superficie effettiva dell'armadio in base al tipo di installazione. Il calcolo si effettua secondo le prescrizioni della DIN VDE 0660 Parte 500/CEI 890, tenendo conto del luogo di installazione.

### Installazione dell'armadio secondo CEI 60 890

	Armadio singolo libero su tutti i lati $A = 1,8 \cdot A \cdot (L + P) + 1,4 \cdot L \cdot P$
	Armadio singolo a parete $A = 1,4 \cdot L \cdot (A + P) + 1,8 \cdot P \cdot A$
	Armadio d'inizio o fine fila, libero $A = 1,4 \cdot P \cdot (A + L) + 1,8 \cdot L \cdot A$
	Armadio d'inizio o fine fila, a parete $A = 1,4 \cdot A \cdot (L + P) + 1,4 \cdot L \cdot P$
	Armadio centrale libero $A = 1,8 \cdot L \cdot A + 1,4 \cdot L \cdot P + P \cdot A$
	Armadio centrale a parete $A = 1,4 \cdot L \cdot (A + P) + P \cdot A$
	Armadio centrale a parete, tetto coperto $A = 1,4 \cdot L \cdot A + 0,7 \cdot L \cdot P + P \cdot A$

A = superficie effettiva dell'armadio [m<sup>2</sup>]

L = larghezza armadio [m]

A = altezza armadio [m]

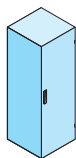
P = profondità armadio [m]

La potenza termica dispersa dall'armadio nell'ambiente o assorbita dall'esterno dipendono dal tipo di installazione dell'armadio.

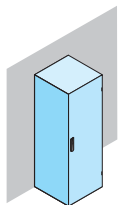
Un armadio singolo, libero su tutti i lati (a condizione che la temperatura max. desiderata all'interno dell'armadio sia maggiore della temperatura esterna) può rilasciare più calore nell'ambiente esterno attraverso la sua superficie rispetto a un armadio a bordo macchina o disposto in una nicchia.

## Superficie effettiva dell'armadio [m<sup>2</sup>] (VDE 0660 Parte 507)

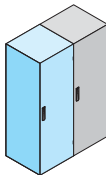
Il calcolo della superficie effettiva dell'armadio dipende anche dal tipo di installazione.



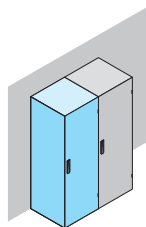
Armadio singolo libero su tutti i lati



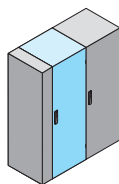
Armadio singolo a parete



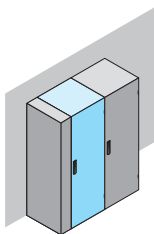
Armadio d'inizio o fine fila, libero



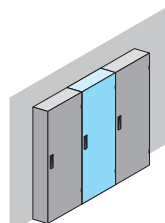
Armadio d'inizio o fine fila, a parete



Armadio centrale libero



Armadio centrale a parete



Armadio centrale a parete, tetto coperto

## Criteri di scelta

Per scegliere la soluzione di climatizzazione più idonea, bisogna considerare il rapporto esistente tra la temperatura ambiente esterna ( $T_e$ ) e la temperatura desiderata all'interno dell'armadio ( $T_i$ ).

Climatizzazione passiva	
Convezione naturale	$T_i > T_e$
Climatizzazione forzata	
Ricircolo dell'aria	$T_i > T_e$
Ventilatori-filtro e filtri di uscita	$T_i > T_e$
Scambiatori di calore aria-aria	$T_i > T_e$
Scambiatori di calore aria-acqua	$T_i < T_e$
Chiller/impianti di raffreddamento/circuiti di acqua fredda	$T_i < T_e$
Condizionatori per armadi di comando	$T_i < T_e$

La seguente tabella serve per individuare quale soluzione di climatizzazione è utilizzabile considerando il grado di protezione e la potenza frigorifera.

Per informazioni dettagliate sui metodi di climatizzazione forzata, vedi Capitolo 2, da pagina 31.

### Sintesi dei metodi di raffreddamento in funzione del grado di protezione e della potenza frigorifera

Metodo	Grado di protezione	Potenza frigorifera	pagina
Raffreddamento tramite ventilatori	IP 20	8000 W	33
Raffreddamento tramite convezione naturale	IP 21	500 W	32
Condizionatore termoelettrico	IP 54	1000 W	40
Scambiatori di calore aria-aria	IP 54	1000 W	37
Apparecchi di climatizzazione basati su compressore	IP 54	10000 W	53
Ventilatori-filtro	fino a IP 54/IP 55	2000 W	33
Scambiatori di calore aria-acqua	IP 55	10000 W	42
Raffreddamento tramite le superfici dell'armadio	fino a IP 68	250 W	21
Raffreddamento tramite circolazione forzata dell'aria	fino a IP 68	350 W	32
Piastra di raffreddamento a liquido (cold plate)	fino a IP 68	3000 W	50



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



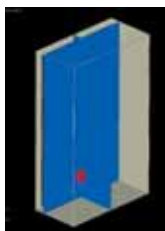
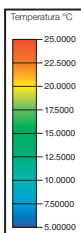
## ■ La funzione dei riscaldatori-anticondensa

Il rischio per la sicurezza di funzionamento dei componenti elettrici ed elettronici in un armadio deriva non solo da temperature troppo elevate ma anche troppo basse. L'interno dell'armadio deve essere riscaldato soprattutto per proteggerlo da ghiaccio e umidità. Inoltre si deve evitare la formazione di condensa sui componenti elettronici.

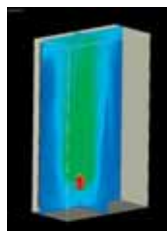
La progettazione dei riscaldatori-anticondensa Rittal di ultima generazione è basata su modelli di calcolo CFD (simulazioni fluidodinamiche computerizzate). La posizione di montaggio del riscaldatore è importante per avere una distribuzione uniforme della temperatura nell'armadio. Si

consiglia di posizionare il riscaldatore nella parte inferiore dell'armadio, per una circolazione ottimale dell'aria e aumentare l'efficienza.

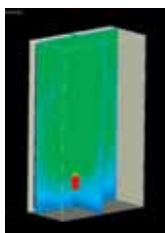
I riscaldatori anticondensa adottano una tecnica PTC autoregolante. Grazie ai resistori la potenza assorbita diminuisce automaticamente con l'aumento della temperatura della superficie riscaldante. Con l'abbinamento di un termostato, il riscaldatore anticondensa costituisce una soluzione economica orientata all'efficienza energetica. La potenza termica richiesta dipende dalla temperatura ambiente e dalla superficie effettiva dell'armadio, calcolata secondo VDE 0660 Parte 507.



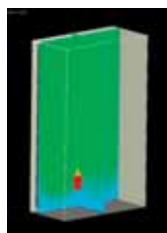
All'avvio



Dopo 5 minuti



Dopo 15 minuti



Dopo 30 minuti

**Esempio:**

Armadio di comando libero su tutti i lati  
 $L \times A \times P = 600 \cdot 2000 \cdot 500 \text{ mm}$

Temperatura ambiente minima (es-  
 terna all'armadio)

$$T_e = -5^\circ\text{C}$$

Temperatura minima all'interno  
 dell'armadio  $T_i = +10^\circ\text{C}$

La potenza termica necessaria  $Q_s$  è  
 calcolata con l'equazione già indicata  
 per l'irraggiamento termico:

$$\dot{Q} = A \cdot k \cdot (T_i - T_e)$$

$k$  = coefficiente di trasmissione termica  
 $5.5 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$A = 4.38 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_h = 4.38 \text{ m}^2 \cdot 5.5 \text{ W/m}^2 \text{ K} (+10 + 5) > 361 \text{ watt}$$

**Risultato:**

Si deve scegliere un riscaldatore con  
 potenza riscaldante minima di 361  
 Watt.

Per l'installazione dei riscaldatori  
 anticondensa, attenersi alle seguenti  
 indicazioni:

- Installare nella parte inferiore  
 dell'armadio, possibilmente al centro
- Distanza di sicurezza verso il fondo  
 dell'armadio  $> 100 \text{ mm}$
- Posizionare il riscaldatore sotto i  
 componenti da proteggere
- Distanza dai lati dell'armadio  $> 50$   
 $\text{mm}$
- Distanza da materiali termoplastici  $>$   
 $35 \text{ mm}$
- Per garantire la regolazione precisa  
 della temperatura nell'armadio si con-  
 siglia l'installazione di un igrostatò.



# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

# Asportazione forzata del calore

**Asportazione del calore tramite ventilatori a ricircolo..... 32**

**Asportazione del calore tramite ventilatori-filtro ..... 33**

■ Calcolo della portata volumetrica di un ventilatore-filtro e relazione con l'altezza di installazione ..... 35

**Asportazione del calore tramite scambiatori di calore aria-aria ..... 37**

**Asportazione del calore tramite raffreddamento termoelettrico ..... 40**

**Asportazione del calore tramite scambiatori di calore aria-acqua ..... 42**

■ Vantaggi del raffreddamento a liquido (acqua)..... 44

■ Confronto efficienza condizionatori vs. chiller con scambiatori di calore ..... 46

■ Asportazione di elevate potenze di dissipazione (potenze frigorifere > 10 kW).. 48

**Raffreddamento diretto tramite liquido (acqua) ..... 50**

**Climatizzazione forzata con condizionatori per quadri di comando ..... 53**

■ Condizionatori ..... 54

■ Perché si utilizzano gli evaporatori elettronici di condensa ..... 59

**Panoramica generale ..... 61**

**Dimensionamento e calcolo termico delle soluzioni di climatizzazione con il software Therm ..... 62**



## ■ Asportazione del calore tramite ventilatori a ricircolo $T_i > T_e$

(differenza di temperatura positiva tra temperatura interna ed esterna)

Per migliorare la convezione, ovvero lo scambio termico sulle pareti dell'armadio dall'interno all'esterno, si utilizzano i cosiddetti ventilatori a ricircolo. Questi ventilatori fanno circolare l'aria all'interno dell'armadio, migliorando la distribuzione dell'aria all'interno e sulle pareti dell'armadio.

### Metodi:

- Raffreddamento tramite circolazione forzata dell'aria

### Grado di protezione:

- Fino a IP 68

### Max. potenza frigorifera:

- 350 watt

### Vantaggi:

- Grazie alla circolazione dell'aria non si formano sacche di calore

### Svantaggi:

- Solo per capacità frigorifere limitate

La portata d'aria volumetrica di tali ventilatori, si calcola con la seguente equazione:

$$V = \frac{f \cdot \dot{Q}_v}{T_i - T_e}$$

$V$  = Portata d'aria

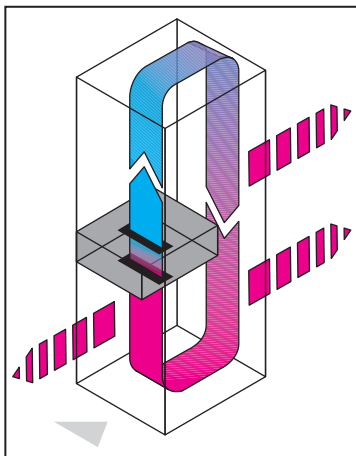
$f$  = costante dell'aria, vedi tabella di pagina 35

$\dot{Q}_v$  = potenza dissipata dei dispositivi installati (calore rilasciato dall'insieme delle apparecchiature del quadro)

$T_i$  = temperatura desiderata sul gruppo funzionale (apparecchiature del quadro)

$T_e$  = aria aspirata

Il risultato dimostra i limiti di questa soluzione.



### Nota:

considerare il tipo di installazione, vedi pagine 24/25.

## ■ Asportazione del calore tramite ventilatori-filtro

$$T_i > T_e$$

L'incertezza generalmente riguarda il calcolo della potenza dissipata all'interno dell'armadio, per questo oggi tutti i produttori di componenti elettrici ed elettronici mettono a disposizione del progettista i dati specifici sulla dissipazione dei componenti.

In molti casi la convezione naturale non è sufficiente a stabilizzare la temperatura interna dell'armadio sul valore di set precedentemente indicato (35°C). In questi casi i ventilatori-filtro rappresentano la soluzione più semplice ed efficiente.

**La soluzione più semplice è l'uso di Ventilatori-filtro.**

### Metodo:

- Ventilatori-filtro

### Grado di protezione:

- Fino a IP 54/IP 55

### Max. potenza frigorifera:

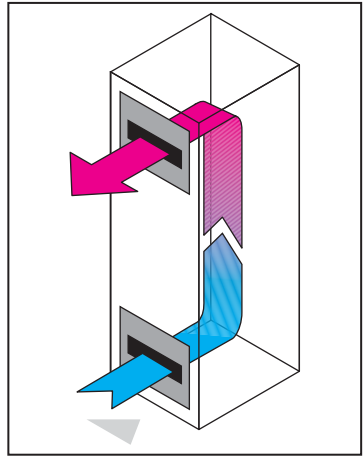
- 2000 watt

### Vantaggi:

- Metodo di raffreddamento semplice ed economico

### Svantaggi:

- In caso di aria contaminata, semplice manutenzione con sostituzione del filtro



Rispetto ai tradizionali ventilatori-filtro con tecnica assiale, gli innovativi ventilatori-filtro con espulsione diagonale dell'aria offrono portata d'aria costante, distribuzione dell'aria fredda uniforme all'interno dell'armadio e profondità di montaggio ridotta, con conseguente maggiore spazio utile nell'armadio.



$T_i > T_e$

- Ventilatori-filtro più filtri di uscita
- Portata d'aria volumetrica: 20 – 900 m<sup>3</sup>/h
- Tensioni di esercizio: 230 V, 115 V, 50/60 Hz, 24 V (DC), 48 V (DC)
- Grado di protezione IP 54 (optional IP 56)
- Disponibili in versione EMC in tutte le varianti di tensione e portata.

A seconda delle esigenze applicative, i ventilatori-filtro sono installabili con flusso d'aria "in espulsione" o "aspirante". È comunque preferibile l'installazione con direzione "in espulsione", per evitare una sottopressione nell'armadio. In caso di sottopressione, l'aria circolerebbe in modo non controllato nell'armadio, cioè non

solo attraverso il filtro di aspirazione ma anche attraverso eventuali punti di passaggio dei cavi e altri punti non ermetici. L'aria ambiente non filtrata può quindi penetrare all'interno dell'armadio, portando con sé polveri dannose per i componenti. Se si installa il ventilatore con flusso d'aria in espulsione, il percorso dell'aria nell'armadio è più mirato e capillare.

### Impiego della tecnologia diagonale nelle unità ventilatori-filtro

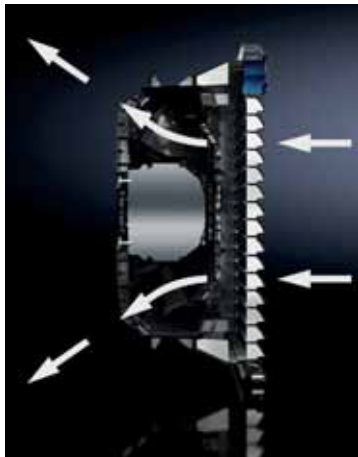
- Portata d'aria: 20 – 900 m<sup>3</sup>/h
- Tensione nominale d'esercizio: 230 V, 115 V, 400 V, 3~, 50/60 Hz, 24 V (DC)

#### 1. Vantaggio:

Maggiore stabilità della pressione interna, portata d'aria costante e capillare persino con filtro sporco.

#### 2. Vantaggio:

L'uscita dell'aria avviene in direzione diagonale = distribuzione dell'aria fredda più uniforme nell'armadio



Flusso d'aria diagonale = distribuzione più uniforme dell'aria negli armadi



Sistema di montaggio ampiamente collaudato



- 1 Posizionamento morsetteria customizzabile e allacciamenti elettrici senza attrezzi con morsetti a molla
- 2 Apertura e chiusura a scatto per invertire la direzione del flusso d'aria senza l'ausilio di attrezzi
- 3 Apertura e chiusura a scatto per invertire la posizione della morsetteria (4 x 90°)

## Calcolo della portata volumetrica di un ventilatore in funzione della quota di installazione

La portata d'aria volumetrica necessaria per un ventilatore-filtro si determina dalla potenza dissipata  $\dot{Q}_v$  dai componenti installati nell'armadio e dalla differenza di temperatura massima ( $T_i - T_e$ ) tra la temperatura interna desiderata ( $T_i$ ) e la temperatura prevista dell'ambiente esterno ( $T_e$ ).

$$V = \frac{f \cdot \dot{Q}_v}{T_i - T_e}$$

Fattore  $f = c_p \cdot \rho$  capacità termica specifica x densità dell'aria alla quota di installazione (rispetto al livello del mare)

Altezza (m)	$c_p$ (kJ/kg · K)	kg/m <sup>3</sup>	f (m <sup>3</sup> /k)/Wh
0	0.9480	1.225	3.1
500	0.9348	1.167	3.3
1000	0.9250	1.112	3.5
1500	0.8954	1.058	3.8
2000	0.8728	1.006	4.1
2500	0.8551	0.9568	4.4
3000	0.8302	0.9091	4.8
3500	0.8065	0.8633	5.2

La capacità termica specifica dell'aria e la densità dell'aria dipendono dai diversi fattori, come temperatura, umidità e pressione dell'aria. Questi fattori dipendono dall'altitudine (sopra il livello del mare) e dal luogo dell'installazione.

Nella tabella si possono ricavare i valori medi alle diverse quote:

## Asportazione forzata del calore

Con un diagramma dei dati caratteristici è possibile scegliere in modo semplice e veloce il ventilatore-filtro, a condizione che la potenza dissipata  $\dot{Q}_v$  e il differenziale di temperatura ( $T_i - T_e$ ) siano stati precedentemente determinati.

### Esempio:

potenza dissipata  $\dot{Q}_v = 600$  watt

differenziale di temperatura:

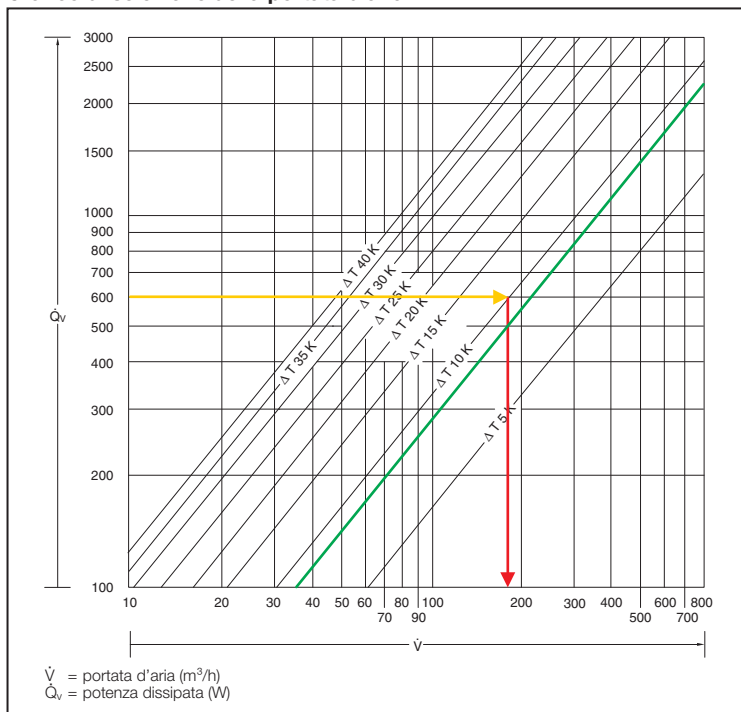
$$T_i - T_e = 35 - 25 = 10 \text{ K}$$

Risultato:

La portata d'aria necessaria, determinata dal grafico, è di ca. **180 m<sup>3</sup>/h**.

Si consiglia di dimensionare il ventilatore-filtro con una portata d'aria superiore del 20 % circa rispetto al risultato del calcolo, cioè ca. 220 m<sup>3</sup>/h per l'esempio considerato. In questo modo si considera l'usura del feltro in funzione dell'inquinamento dell'aria ambiente.

## Grafico di selezione della portata d'aria



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

## ■ Asportazione del calore tramite scambiatori di calore aria-aria $T_i > T_e$

Se un armadio deve avere grado di protezione IP 54 e la differenza tra la temperatura interna e la temperatura ambiente è positiva ( $T_i > T_e$ ), si possono utilizzare gli scambiatori di calore aria-aria. Quanto maggiore è la differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno, tanto più il calore dissipato può essere asportato all'esterno.

### Metodo:

- Scambiatore di calore aria/aria

### Grado di protezione:

- Fino a IP 54

### Max. potenza frigorifera:

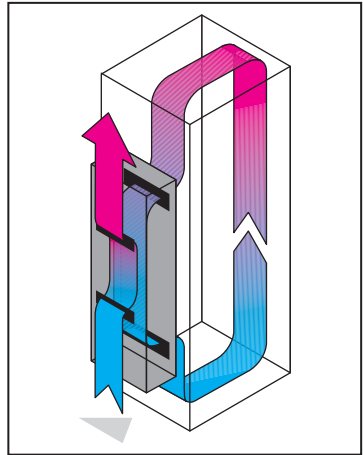
- 1000 watt

### Vantaggio:

- Minore manutenzione rispetto ai ventilatori-filtro

### Svantaggio:

- Rendimento più basso rispetto ai ventilatori-filtro

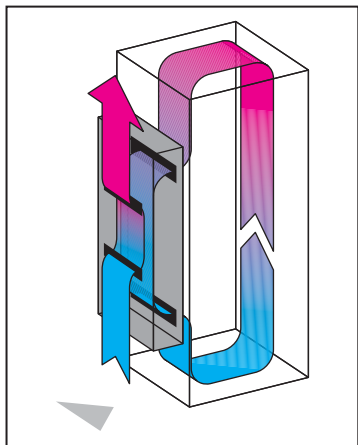


Il principio di funzionamento è semplice ma molto efficace. L'aria calda all'interno dell'armadio viene aspirata da un ventilatore nella parte superiore dell'armadio e condotta attraverso lo scambiatore. L'aria ambiente più fredda viene anch'essa aspirata da un ventilatore esterno e fatta passare con flusso inverso attraverso lo stesso scambiatore. L'aria interna e l'aria esterna scorrono nello scambiatore in circuiti di ventilazione ermetici e fisicamente separati.

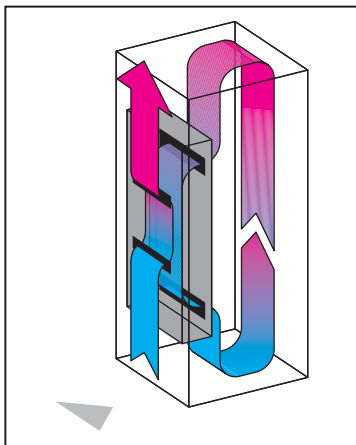
L'aria ambiente più fredda assorbe il calore dall'aria interna, trasferendo la potenza dissipata nell'ambiente. All'interno dell'armadio l'aria viene raffreddata nello scambiatore e condotta nella parte inferiore dell'armadio.

## Scambiatore di calore aria/aria

### Caratteristiche funzionali



Montaggio esterno all'armadio



Montaggio incassato nell'armadio

Regola: Quanto maggiore è la differenza tra la temperatura target all'interno dell'armadio (ad es.  $+35^{\circ}\text{C}$ ) e la temperatura esterna (ad es.  $+22^{\circ}\text{C}$ ), tanto maggiore è la possibilità di asportare il calore dissipato tramite lo scambiatore di calore aria/aria.

### Caratteristiche di prodotto

- Circuiti di ventilazione interno ed esterno separati
- Potenza da 17,5 fino a ca. 100 W/K
- Elevato grado di protezione (ad es. polvere, oli e umidità)
- Grado di protezione circuito interno IP 54
- Grado di protezione circuito esterno IP 34
- Minore manutenzione grazie alle unità di comando e regolazione separate dei ventilatori del circuito interno e del circuito esterno
- Pulizia facilitata grazie alla cassetta estraibile
- Regolazione della temperatura con display digitale
- Contatto di allarme a potenziale libero in caso di sovratemperatura

Gli scambiatori di calore aria/aria possono essere installati sia all'esterno (montaggio sporgente sulla porta, sulla parete posteriore e sulle pareti laterali), che all'interno dell'armadio.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

**Esempio:**

- Armadio singolo, con tutti i lati liberi  
Larghezza = 600 mm, altezza = 2000 mm, Profondità = 500 mm
- potenza dissipata  $\dot{Q}_v = 900$  watt
- temperatura ambiente  $T_e = 25^\circ\text{C}$
- temperatura all'interno dell'armadio  $T_i = 35^\circ\text{C}$

**Fase 1**

Calcolo della potenza scambiata dall'armadio verso l'esterno attraverso la superficie effettiva dell'armadio.

$$\dot{Q}_s = k \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

**Nota:**

Se si utilizza il grafico di selezione, tenere presente che il trasferimento del calore per irraggiamento non è considerato per ottenere una riserva di potenza per lo scambiatore di calore.

**Fase 2**

Calcolo della superficie effettiva dell'armadio  $A$  ( $\text{m}^2$ ) secondo VDE 0660 Parte 500:

$$A = 1.8 \cdot H \cdot (L + P) + 1.4 \cdot L \cdot P$$

$$A = 1.8 \cdot 2.0 \cdot (0.6 + 0.5) + 1.4 \cdot 0.6 \cdot 0.5$$

$$A = 4.38 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 5.5 \cdot 4.38 \cdot 10 = 242 \text{ watt}$$

= potenza scambiata

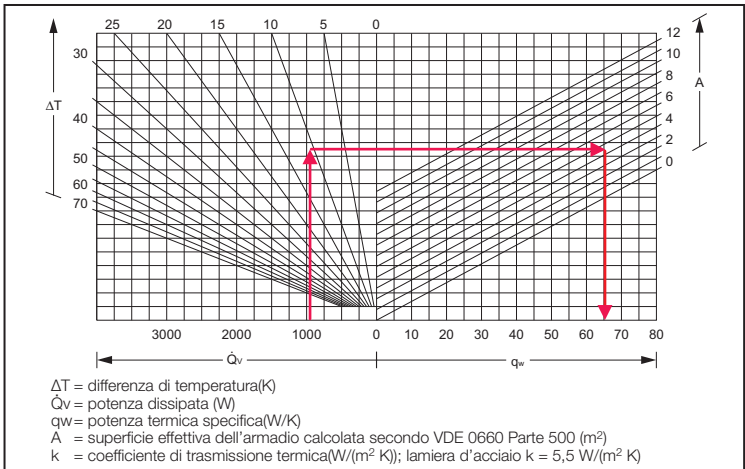
$$\dot{Q}_e = \dot{Q}_v - \dot{Q}_s = 900 \text{ W} - 242 \text{ W}$$

= **658 watt**

= potenza dissipata, che deve essere ancora asportata tramite lo scambiatore di calore aria/aria

E' quindi necessario uno scambiatore di calore con potenza termica specifica di **65.8 W/K**.

Il dimensionamento dello scambiatore di calore aria/aria è facile da calcolare con il grafico di selezione.

**Grafico di selezione scambiatore di calore aria/aria**

## ■ Asportazione del calore tramite raffreddamento termoelettrico $T_i < T_e$

I condizionatori termoelettrici sono conosciuti anche come condizionatori ad effetto Peltier. Il fisico francese Jean Charles Peltier aveva scoperto già nell'anno 1834 questo "effetto termico".

### Raffreddamento termoelettrico con elementi raffreddanti Peltier

#### Principio di funzionamento

Facendo passare una corrente continua attraverso un circuito costituito da due semiconduttori di diverso materiale posti in contatto tra loro, si produce il raffreddamento di una giunzione e il riscaldamento dell'altra.

Il raffreddamento Peltier si è ampiamente diffuso in questi ultimi anni grazie allo sviluppo dei condizionatori termoelettrici Rittal.

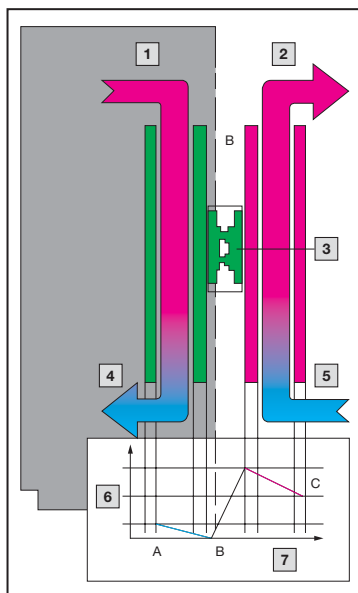
Se si utilizzano contenitori di comando / a bordo macchina o contenitori di piccole dimensioni con grado di protezione IP 54, il sistema di raffreddamento con elementi Peltier è spesso la soluzione ottimale e tecnicamente più corretta. Con un peso minimo di ca. 3,0 kg e dimensioni compatte 125 x 155 x 400 mm (L x A x P), è possibile asportare potenze dissipate fino a 100 Watt, silenziosamente e senza vibrazioni (il condizionatore non impiega compressori).

#### Funzionamento dell'elemento Peltier

- Due differenti celle sono collegate in modo tale da realizzare un collegamento in serie.
- Una corrente elettrica continua scorre in tutte le celle in sequenza.
- In funzione della potenza elettrica e della polarità dell'alimentazione, i punti di giunzione superiori si raffreddano mentre i punti inferiori si riscaldano.

#### Principio di funzionamento del condizionatore termoelettrico:

- 1 Aria, zona calda, interno
- 2 Aria, zona calda, esterno
- 3 Elemento Peltier
- 4 Aria, zona fredda, interno
- 5 Aria, zona fredda, esterno
- 6 Temperatura T
- 7 Variazione della temperatura attraverso i componenti



**Metodo:**

- Raffreddamento termoelettrico

**Grado di protezione:**

- Fino a IP 54

**Max. potenza frigorifera:**

- 1000 watt

**Vantaggi:**

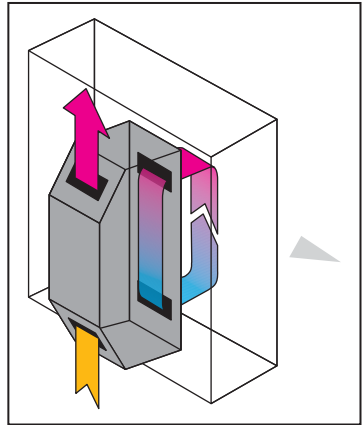
- Dimensioni ridotte
- Variante per tensione continua
- Anche funzione riscaldante

**Svantaggi:**

- Basso rendimento
- Elevato consumo energetico

Il vantaggio tecnico del condizionatore termoelettrico Rittal (RTC, Rittal Thermoelectric Cooler) consiste anche nella possibilità di collegare, grazie alla sua costruzione modulare e al peso ridotto, di collegare in parallelo fino a 5 unità RTC. La tecnica di connessione consente la commutazione automatica tra riscaldamento e raffreddamento.

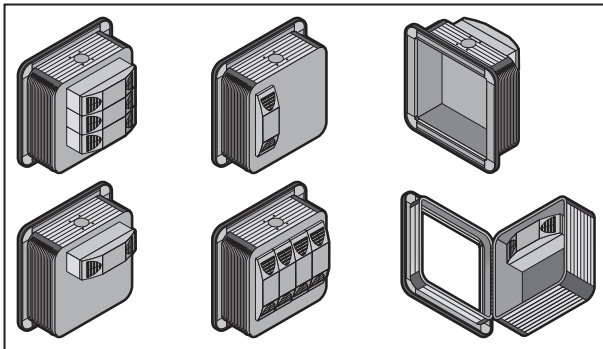
La concezione innovativa del sistema di conduzione dell'aria garantisce un afflusso ottimale di aria agli elementi Peltier e una temperatura costante nel contenitore. Il Coefficiente di efficacia frigorifera (COP) è pari a 1,0 (ad es. a 100 Watt di energia elettrica utilizzata corrispondono 100 Watt di potenza frigorifera).



Gli apparecchi sono disponibili nella variante a 24 V CC e nella variante CA da 94 a 264 V.

**Caratteristiche di prodotto**

- Ampliamento della potenza con l'aggiunta di unità modulari
- Facile scalabilità
- Flessibilità di installazione:
  - orizzontale
  - verticale
  - incassato
  - sporgente
- Unità pronta per l'installazione



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE &amp; SERVICES



## ■ Asportazione del calore tramite scambiatori di calore aria-acqua $T_i < T_e$

Insieme ai condizionatori per quadri di comando, anche gli scambiatori di calore aria/acqua sono ampiamente utilizzati per il raffreddamento degli armadi e dei contenitori per elettronica. La diffusione di questi apparecchi dipende dalla loro capacità di raggiungere effettivamente la massima potenza frigorifera anche in ambienti ristretti e angusti.

### Metodo:

- Scambiatori di calore aria/acqua

### Grado di protezione:

- Fino a IP 55

### Max. potenza frigorifera:

- 10,000 watt

### Vantaggi:

- Elevato grado di protezione
- Minime operazioni di manutenzione

### Svantaggi:

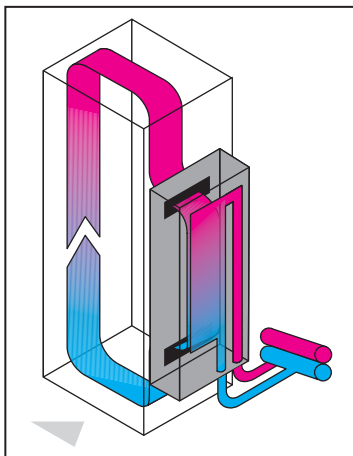
- necessità di supporto infrastrutturale

La potenza frigorifera utile continua (Q) di uno scambiatore aria/acqua è determinata dalla temperatura all'interno dell'armadio, dalla temperatura dell'acqua in ingresso e dalla portata di acqua (l/h) nello scambiatore.

Nella configurazione di esempio è richiesto il grado di protezione IP 55 (l'armadio è sigillato ermeticamente su tutti i lati).

Con uno scambiatore di calore aria/acqua, l'aria all'interno dell'armadio può essere raffreddata a una temperatura inferiore a quella dell'ambiente esterno.

Il raffreddamento dell'aria all'interno dell'armadio si ottiene con il ricircolo dell'aria nello scambiatore aria-acqua; la potenza dissipata nell'armadio viene ceduta all'acqua tramite lo scambiatore di calore e asportata all'esterno.



Gli scambiatori di calore aria/acqua richiedono l'allacciamento idrico (circuito di mandata e ritorno dell'acqua di raffreddamento) e un impianto di raffreddamento centralizzato o remoto (chiller).

Lo scambiatore di calore è installabile nella parete dell'armadio (incassato o sporgente) o sul tetto, a seconda delle esigenze.

**Caratteristiche di prodotto**

- Ampia gamma di potenze: da 500 a 10,000 W
- Tensioni:
  - 230 V
  - 115 V
  - 400 V
- Fornito di serie con controllore incorporato (Basic o Comfort)
- Struttura compatta
- Disponibile con tutte le connessioni idriche e tubazioni in CuAl o V4A (1.4571)



Per il dimensionamento dello scambiatore di calore aria/acqua si devono considerare, oltre alla temperatura ambiente, la potenza dissipata ( $\dot{Q}_v$ ) nell'armadio, la differenza di temperatura tra la temperatura ambiente esterna ( $T_e$ ) e la temperatura desiderata all'interno dell'armadio ( $T_i$ ), anche la trasmissione del calore ( $\dot{Q}_s$ ) attraverso le pareti dell'armadio

$$\dot{Q}_e = \dot{Q}_v + \dot{Q}_s$$

$\dot{Q}_e$  = potenza frigorifera richiesta

**Esempio:**

- Potenza dissipata dai componenti installati nell'armadio (calcolo)  $\dot{Q}_v = 1500$  watt
- Superficie effettiva dell'armadio (calcolo)  $A = 4.38 \text{ m}^2$
- Temperatura desiderata all'interno dell'armadio  $T_i = 35^\circ\text{C}$
- Temperatura ambiente  $T_e = 45^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} \dot{Q}_s &= k \cdot A \cdot (T_i - T_e) \\ &= 5.5 \cdot 4.38 \cdot (45 - 35) = \mathbf{241 \text{ watt}} \end{aligned}$$

**Risultato:**

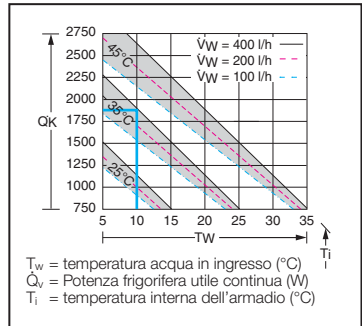
Potenza frigorifera necessaria

$$\dot{Q}_e = 1500 + 241 = \mathbf{1741 \text{ watt}}$$

Con il "Diagramma delle potenze" è possibile scegliere con precisione lo scambiatore di calore aria/acqua più idoneo in base alla temperatura di mandata, la portata dell'acqua, la temperatura all'interno dell'armadio e la potenza frigorifera necessaria.

**Caratteristiche di prodotto**

- Elevato grado di protezione (ad es. contro la polvere), IP 55 (possibile anche IP 65)
- Max. temperatura ambiente ( $T_e$ )  $+70^\circ\text{C}$
- Mezzo frigorifero: acqua

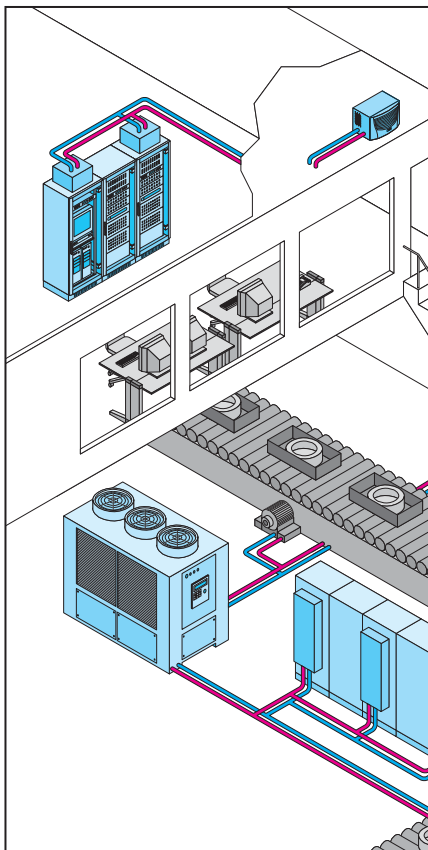


## Vantaggi del raffreddamento ad acqua

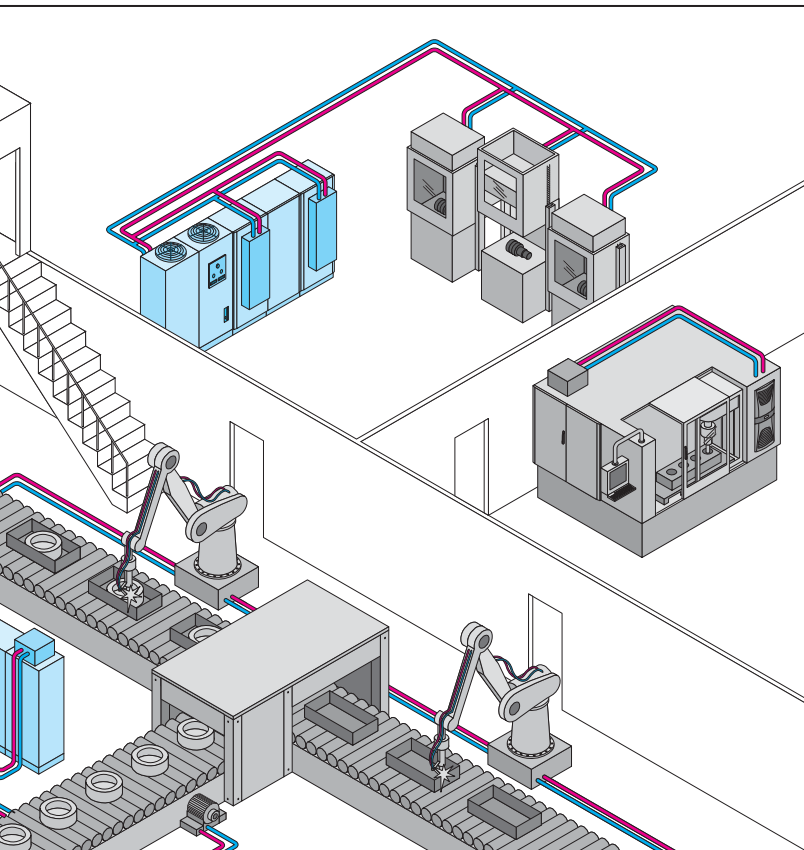
### Fattore critico: Raffreddamento dell'armadio

Nei grandi siti produttivi, ad es. nell'industria automobilistica, generalmente è già disponibile in loco un sistema di approvvigionamento centralizzato dell'acqua di raffreddamento. Poiché l'acqua di raffreddamento in questo caso viene messa a disposizione da un sistema a circuito chiuso, è possibile alimentare anche gli scambiatori di calore aria-acqua.

Per una installazione remota viene utilizzato un sistema di produzione di acqua fredda (chiller) al quale, per motivi di economicità, si deve cercare di collegare il maggior numero di scambiatori di calore aria/acqua



- Per una installazione remota viene utilizzato un sistema di produzione di acqua fredda (chiller) al quale, per motivi di economicità, si deve cercare di collegare il maggior numero di scambiatori di calore aria/acqua
- Distribuzione dell'energia semplificata rispetto, ad es., a quella necessaria per un edificio



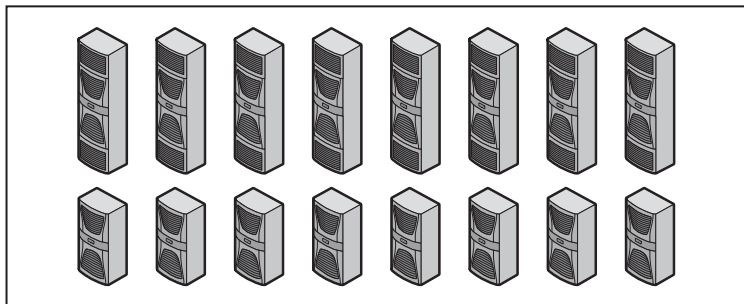
- Struttura compatta e capacità di asportare carichi di calore più elevati
- capacità di accumulo di energia, ad es. batteria tampone per i picchi di carico
- Potenza frigorifera ampliabile: unità modulari scalabili, possibile installazione a cassetto

Un'analisi comparativa (pagina successiva) mostra che l'impiego di più scambiatori di calore aria/acqua è una alternativa economica, ma soprattutto efficiente dal punto di vista energetico, rispetto ai condizionatori per armadi di comando.

## Confronto efficienza “condizionatori ” vs “chiller abbinato a scambiatori di calore”

### Calcolo comparativo dei costi energetici

Esempio di armadi montati in batteria con potenza dissipata di **25 kW**



Quanto è il consumo energetico?

#### Condizionatori TopTherm

	Quantità	Potenza assorbita		potenza dissipata
		Per apparecchio	Totale	
Condizionatore montato a parete	8	1.02 kW	8.16 kW	
Condizionatore montato a parete	8	0.58 kW	4.64 kW	
<b>Total</b>			<b>12.74 kW</b>	<b>25 kW</b>

#### Costi

	Costi d'investimento	Consumo energetico	Costi totali
16 circuiti frigoriferi, 16 compressori	~18,000 €	~4,500 € <sup>1)</sup>	~22,500 €

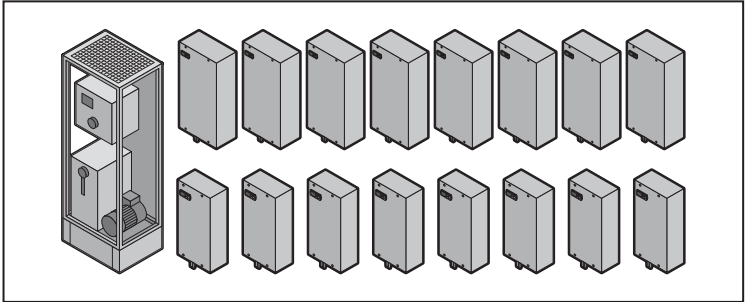
<sup>1)</sup> Esempio con tariffa media di mercato kWh 0,12 €

#### Risultato 1:

Con l'impiego di un chiller abbinato a 16 scambiatori di calore aria/acqua il consumo energetico diminuisce di ca. il 40 %.

Questo esempio dimostra come con una soluzione combinata di scambiatori di calore aria/acqua e di un chiller centralizzato, consenta di risparmiare sino al 40 % di energia.

E' consigliabile, in fase di pianificazione, analizzare in modo dettagliato entrambe le alternative dal punto di vista dell'economicità e dell'efficienza energetica ed eventualmente chiedere assistenza ad un consulente tecnico Rittal.



**Quanto è il consumo energetico?**

#### Chiller TopTherm abbinato a scambiatori di calore

	Numero	Potenza assorbita		potenza dissipata
		Per apparecchio	Totale	
Scambiatori di calore aria-acqua	8	0.06 kW	0.48 kW	
Scambiatori di calore aria-acqua	8	0.16 kW	1.28 kW	
Chiller	1	5.91 kW	5.91 kW	
<b>Totale</b>			<b>7.68 kW</b>	<b>25 kW</b>

#### Costi

	Costi investimento	Costi cons.energ	Totale costi
1 chiller, 16 sc. aria/acqua, incl. sistema di tubazioni	~19,000 €	~2,800 € <sup>1)</sup>	~21,600 €

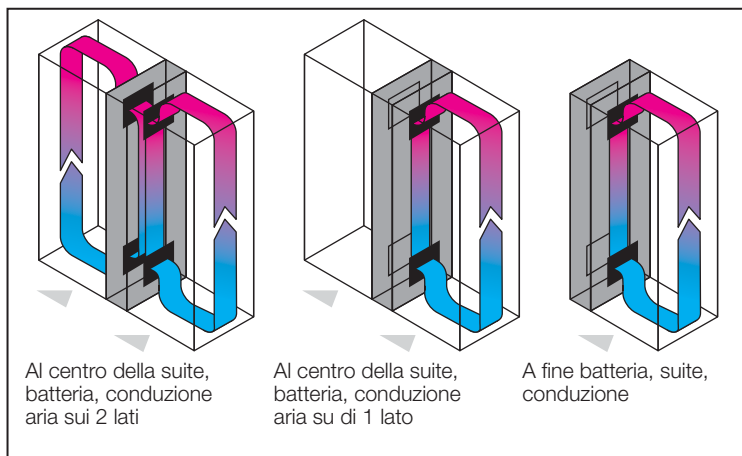
#### Risultato 2:

Anche quando i costi di investimento del chiller e degli scambiatori di calore aria/acqua sono elevati, essi possono essere ammortizzati in meno di un anno tramite il risparmio energetico.

## Asportazione di elevati carichi di calore (potenze frigorifere > 10 kW)

Gli scambiatori di calore aria/acqua con potenze frigorifere superiori a 10 kW sono sempre più richiesti anche nel comparto industriale. Il raffreddamento a liquido, già utilizzato con successo per il raffreddamento specifico dei sistemi IT, è stato sviluppato da Rittal per gli ambienti di produzione con la soluzione altamente performante "Industry LCP" (Liquid Cooling Package).

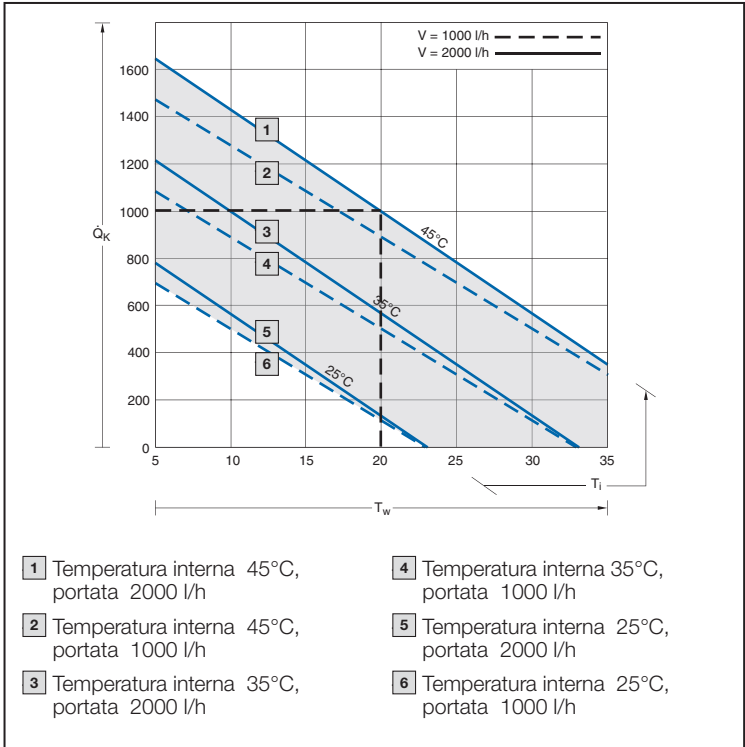
### Uscita dell'aria



Il vantaggio di questo scambiatore di calore consiste non solo nella possibilità di realizzare elevate potenze frigorifere, ma anche nella compatibilità e integrabilità con il sistema di armadi TS 8.

Lo scambiatore di calore è montato plug@play negli armadi di comando installati in batteria. Il sistema di conduzione dell'aria è configurabile, sulla base del fabbisogno attuale di potenza frigorifera, a sinistra, a destra o anche su entrambi i lati se l'armadio è in posizione centrale.

## Curva caratteristica



Anche in questo caso, la condizione essenziale per il loro utilizzo è la disponibilità in loco di acqua di raffreddamento (capacità di ca. 2000 l/h). Da evidenziare è l'elevata efficienza energetica di questa soluzione centralizzata per il raffreddamento di intere batterie di armadi.

**Vantaggio:**

- Uno scambiatore di calore aria/acqua centralizzato, un ventilatore, una unità di controllo, manutenzione/service solo su un singolo apparecchio.

**Svantaggio:**

- Un guasto dello scambiatore di calore provoca l'arresto dell'intero impianto.

## ■ Raffreddamento diretto dell'installazione tramite liquido

Una ulteriore soluzione di raffreddamento a liquido, per installazioni con spazio limitato, è la piastra di raffreddamento "Cold Plate" in cui circola il liquido di raffreddamento (acqua).

Condizione essenziale per il suo utilizzo, oltre ai requisiti meccanici e fluidodinamici, è la disponibilità di un circuito di raffreddamento preesistente.

### Metodo:

- piastra di raffreddamento a liquido (cold plate a contatto diretto, DCP - Direct Cooling Package)

### Grado di protezione:

- Fino a IP 68

### Max. potenza frigorifera:

- 3000 watt

### Vantaggi:

- Elevato grado di protezione
- Esente da manutenzione

### Svantaggi:

- Asportabile solo il 70 % della potenza dissipata, il resto con altri sistemi di climatizzazione
- Requisiti infrastrutturali elevati



Numerosi sono i campi di applicazione di questa tecnologia: apparecchiature industriali, soprattutto nelle linee di produzione, impiantistica, macchine utensili, camere sterili, tecnologie elettromedicali.

Le piastre di raffreddamento trovano impiego per l'asportazione diretta (tramite acqua) delle potenze dissipate da inverter, servocomandi, bobine di motore, apparecchiature di protezione, contattori di potenza ecc.

Le piastre di raffreddamento soddisfano i requisiti di alti gradi di protezione (IP 68) e delle installazioni in ambienti EX. Esse mantengono una temperatura costante sui componenti, prolungandone la vita utile, inoltre consentono l'asportazione della potenza dissipata in modo mirato, direttamente nel punto a rischio di surriscaldamento, con conseguente riduzione dei costi energetici.

## Massima flessibilità del sistema di fissaggio della Cold Plate Rittal con scanalatura a T e blocchetti di spaziatura



I componenti elettronici ed elettrici sono montati direttamente sulla piastra di raffreddamento. La posizione della serpentina di raffreddamento (canalina di circolazione del liquido) è disegnata

in modo visibile sulla piastra di installazione, per garantire il montaggio corretto dei componenti.



### Installazione flessibile nell'armadio

- L'installazione è analoga a quella delle piastre di montaggio parziali.
- Il montaggio incassato è possibile nella parete posteriore o nella parete laterale.
- Il montaggio incassato è possibile nella parete posteriore o nella parete laterale.
- Le dimensioni delle piastre sono standardizzate.

## Asportazione forzata del calore

La potenza di una piastra di raffreddamento a liquido è determinata dalla resistenza termica  $R_{th}$ .

La resistenza termica  $R_{th}$  si calcola dalla differenza di temperatura tra la superficie della cold plate e della temperatura del mezzo frigorifero in entrata, diviso la massima potenza dissipata dei componenti montati sulla piastra.

### Formula di calcolo – Piastra di raffreddamento (cold plate)

$$R_{th} = \frac{T_p - T_m}{P_v}$$

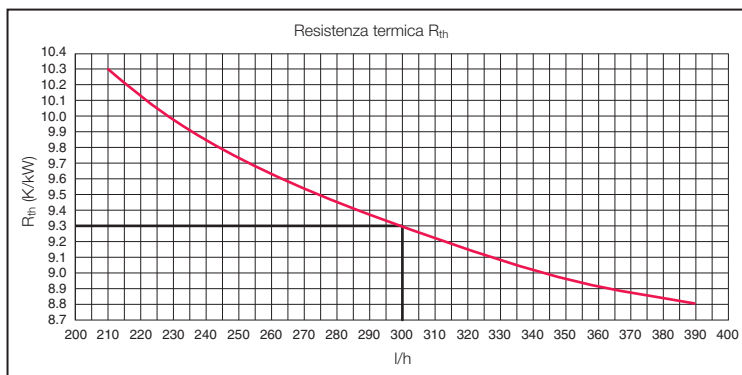
$R_{th}$  = resistenza termica (K/kW)

$T_p$  = temperatura sulla superficie della cold plate (°C)

$T_m$  = temperatura del mezzo frigorifero (°C)

$P_v$  = potenza dissipata (kW)

### Resistenza termica della cold plate.



Caratteristiche di una piastra raffreddante a liquido (499 x 399 mm) con tubazioni in rame

### Risultato:

$$T_p = \frac{25^\circ\text{C} + 1.5 \text{ kW} \cdot 9.3 \text{ K}}{\text{kW}} = 38.95^\circ\text{C}$$

Arrotondando si prevede sulla superficie della Cold Plate una temperatura di ca. 39°C.

Sulla resistenza termica influiscono anche il tipo di materiale utilizzato e il suo spessore.

### Esempio:

- Potenza dissipata  $\dot{Q}_v = 1500 \text{ W}$
- Temperatura mezzo frigorifero  $T_w = 25^\circ\text{C}$
- Portata  $m = 300 \text{ l/h}$

$$R_{th} = \frac{T_p - T_w}{\dot{Q}_v} \Rightarrow T_p = T_w + \dot{Q}_v \cdot R_{th}$$

Dal grafico delle potenze si determina la resistenza termica, che, con una portata di 300 l/h, corrisponde a

$$R_{th} = 9.3 \text{ K/kW}$$

A fronte dell'efficienza del raffreddamento ad acqua tramite la Cold Plate si deve tenere conto della necessità di disporre di una infrastruttura complessa e dispendiosa (chiller e sistema di tubazioni); pertanto l'applicabilità di questa soluzione è limitata a progetti particolari.

## ■ Climatizzazione forzata condizionatori per armadi di comando $T_i > T_e$

Il condizionatore per armadio di comando è la soluzione più flessibile e maggiormente utilizzata per asportare il calore dagli armadi e dai contenitori. La temperatura all'interno dell'armadio può essere ridotta al di sotto della temperatura ambiente (ad es.  $T_e = +45^\circ\text{C}$ ,  $T_i = +35^\circ\text{C}$ ).

### Condizionatori TopTherm



Condizionatori da parete



Condizionatori da tetto



Armadi climatizzati /porte climatizzate

Il loro funzionamento è analogo a quello di un sistema frigorifero. Come per un frigorifero si utilizza come mezzo frigorifero un refrigerante (nei condizionatori per armadi di comando il refrigerante R134a). Nel compressore il fluido frigorifero, sotto forma di gas, viene fortemente compresso e si riscalda. Attraverso le linee frigorifere il refrigerante viene condotto attraverso uno scambiatore di calore esterno (condensatore), dove il suo

calore viene rilasciato all'aria ambiente e il refrigerante si raffredda. Esso fluisce quindi sul filtro essiccatore e poi attraverso la valvola di espansione, si nebulizza (espandendosi e diventando in parte gassoso) per poter assorbire il calore dall'aria dell'armadio. Infine il refrigerante è immesso nuovamente nel condensatore per iniziare un nuovo ciclo di scambio termico.

## Tecnica dei condizionatori

### Circuito frigorifero

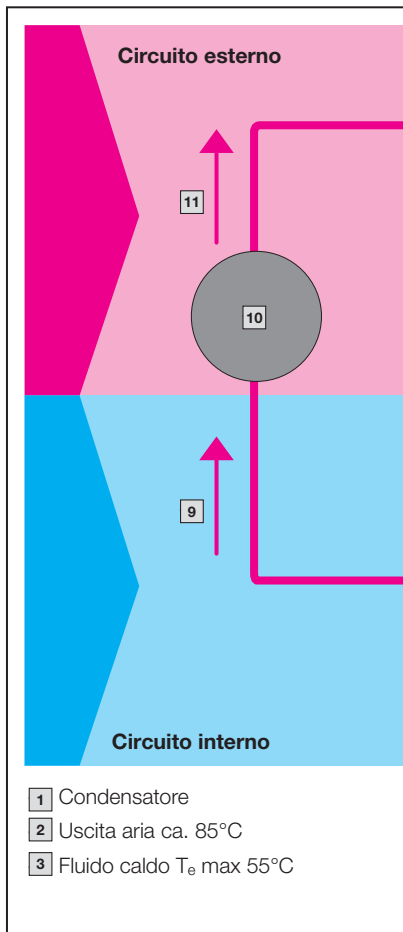
Tutti i condizionatori per armadi di comando sono dotati di due circuiti dell'aria ermeticamente separati. Sul circuito interno il grado di protezione è IP 54.

Per le applicazioni in ambito industriale i requisiti tecnici dei condizionatori per armadi di comando sono molto elevati.

I limiti di funzionamento dei condizionatori per armadi di comando sono definiti nella EN 14 511. La norma stabilisce in linea generale una temperatura ambiente di +55°C. La configurazione di un armadio di comando, inclusi i necessari componenti, è illustrata nello schema a lato.

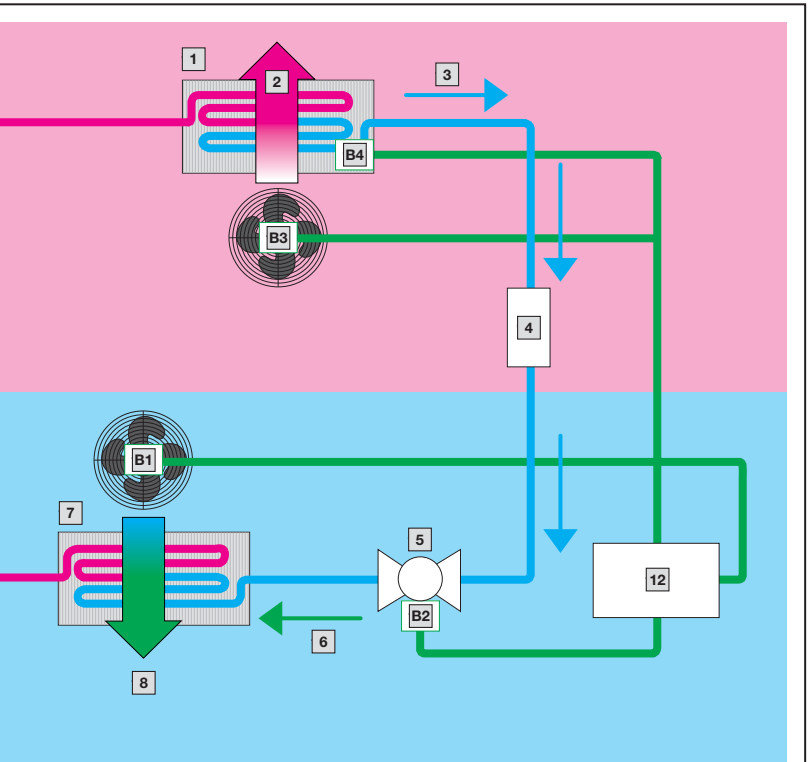
L'impiego dei condizionatori per armadi di comando richiede una maggiore integrazione e adattamento alle condizioni locali. Le macchine e gli impianti trovano oggi impiego in tutto il mondo poichè i requisiti di flessibilità di questi sistemi di raffreddamento negli ultimi anni sono notevolmente aumentati.

- B1** Sensore temperatura interna
- B2** Sensore protezione ghiaccio
- B3** Sensore temperatura esterna
- B4** Sensore temperatura di condensazione



Nel progetto è necessario tenere conto delle seguenti condizioni:

- Qual'è la temperatura ambiente del luogo di installazione (temperatura esterna  $T_e$  ed umidità)



- |                                |  |                              |   |
|--------------------------------|--|------------------------------|---|
| <b>4</b> Filtro essiccatore    | <b>7</b> Evaporatore                       | <b>10</b> Compressore        | <b>B1</b> – <b>B4</b> Sensori unità di controllo tramite microcontrollore |
| <b>5</b> Valvola di espansione | <b>8</b> T. aria ingresso armadio ca. 15°C | <b>11</b> Gas caldo (23 bar) |   |
| <b>6</b> Fluido freddo (4 bar) | <b>9</b> Gas freddo                        | <b>12</b> Scheda di potenza  |   |

- Qual'è la tipologia di installazione è prevista (secondo IEC 890)
- Qual'è la temperatura massima desiderata all'interno dell'armadio ( $T_i$ )
- Quanto è la dissipazione dei componenti elettronici posti all'interno dell'armadio
- Quali norme nazionali e internazionali (DIN, UL, CSA ecc.) devono soddisfare i condizionatori per armadi di comando
- Qual'è il grado di protezione richiesto

**Il dimensionamento di un condizionatore di comando è illustrato nell'esempio seguente.**

Potenza dissipata nell'armadio  
 $\dot{Q}_v = 2000 \text{ watts}$

Dimensioni armadio  
 (W x H x D) = 600 x 2000 x 500 mm,  
 singolo, libero su tutti i lati

Temperatura ambiente  
 $T_e = 45^\circ\text{C}$

Temperatura interna desiderata  
 $T_i = 35^\circ\text{C}$

**Fase 1**

Calcolo della superficie dell'armadio secondo VDE 0660 Parte 500:

$$A = 1.8 \cdot H \cdot (L + P) + 1.4 \cdot L \cdot P$$

$$A = 1.8 \cdot 2.0 \cdot (0.6 + 0.5) + 1.4 \cdot 0.6 \cdot 0.5$$

**$A = 4.38 \text{ m}^2$**

**Fase 2**

Calcolo della potenza assorbita dall'ambiente  $+45^\circ\text{C}$  verso l'interno  $+35^\circ\text{C}$

$$(\dot{Q}_s < \dot{Q}_v)$$

$$\dot{Q}_s = k \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

$$\dot{Q}_s = 5.5 \cdot 4.38 \cdot (45 - 35)$$

**$\dot{Q}_s = 242 \text{ watt}$**

$$\dot{Q}_e = \dot{Q}_v + \dot{Q}_s = 2000 + 242$$

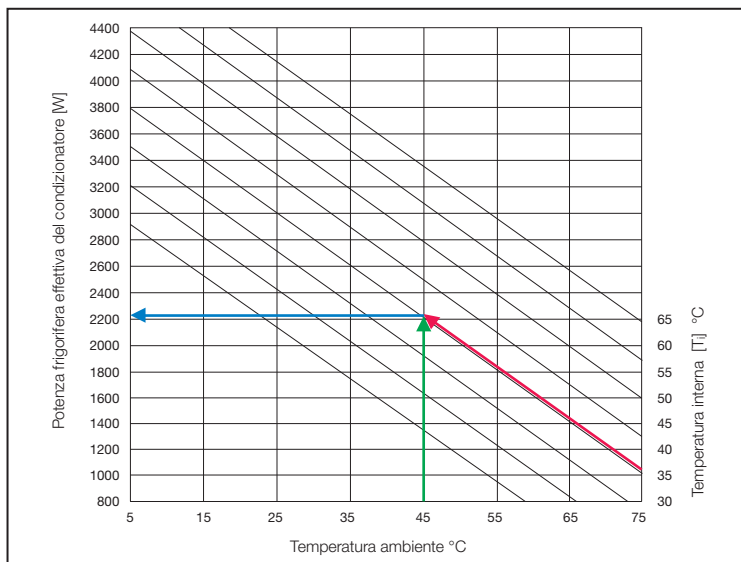
**$\dot{Q}_e = 2242 \text{ watt}$**

E' la potenza totale che deve essere asportata all'esterno da un condizionatore per armadio di comando.

**Fase 3/Risultato**

Si deve quindi scegliere un condizionatore con una potenza frigorifera di 2242 Watt, per una temperatura ambiente di  $+45^\circ\text{C}$  e una temperatura interna all'armadio di  $+35^\circ\text{C}$ .

**Grafico di selezione**



Da entrambe le grandezze di riferimento temperatura ambiente  $+45^{\circ}\text{C}$  e temperatura interna all'armadio di  $+35^{\circ}\text{C}$ , si determina, con il Grafico delle potenze frigorifere, il condizionatore idoneo (montaggio a parete o sul tetto). Il dimensionamento termico degli armadi di comando e di altri componenti di climatizzazione è più rapido e semplice con il software di calcolo e progettazione **Therm**, sviluppato appositamente da Rittal.

### Deumidificazione dell'armadio

L'impiego di condizionatori produce, come inevitabile effetto collaterale, una deumidificazione dell'aria all'interno dell'armadio.

Con il raffreddamento infatti una parte dell'umidità contenuta nell'aria condensa sullo scambiatore di calore interno (evaporatore). Questa condensa viene eliminata dall'armadio attraverso l'apposito scarico. La quantità effettiva di acqua di condensa che si forma durante il processo dipende dall'umidità relativa dell'aria, dalla temperatura dell'aria all'interno dell'armadio e sull'evaporatore e infine dalla quantità di aria presente nell'armadio o nel contenitore per elettronica. Il Diagramma di Mollier H-x mostra il contenuto di acqua nell'aria in funzione della sua temperatura e dell'umidità relativa. Con il diagramma è possibile calcolare il contenuto di acqua di condensa nell'aria.

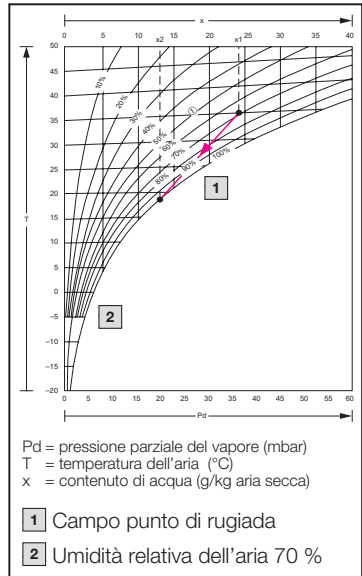
### Esempio:

Temperatura ambiente/umidità  
 $35^{\circ}\text{C}/70\%$

Temperatura sull'evaporatore  
 $T_v = +18^{\circ}\text{C}$

Volume armadio  
 $> V = L \times A \times P$   
 $= 2 \cdot 0.6 \cdot 0.6 = 0.72 \text{ m}^3$

### Diagramma di Mollier H-x



### Calcolo della quantità di condensa

$$W = V \cdot \rho \cdot (X_1 - X_2)$$

$$= 0.72 \text{ m}^3 \cdot 1.2 \text{ kg/m}^3 \cdot (24 - 13 \text{ g/kg})$$

Per questo esempio risulterà una quantità di condensa di  $W = 9.5 \text{ g} - 9.5 \text{ ml}$  occurs.

Questo esempio dimostra che, normalmente e comunque in funzione del volume dell'armadio, si produce una quantità di condensa molto piccola con la deumidificazione dell'armadio. Tuttavia in pratica, si possono produrre quantità maggiori di condensa a causa della non perfetta ermeticità dell'armadio in alcune condizioni (ad esempio ingressi cavi non correttamente sigillati, lamiere del fondo aperte o funzionamento del condizionatore con porta dell'armadio aperta).



### In generale valgono le seguenti regole:

- I condizionatori per armadi devono funzionare solo a porta chiusa.
- Utilizzare un finecorsa per la porta
- Sigillare l'armadio secondo il grado di protezione IP 54
- Non impostare la temperatura nominale interna dell'armadio su valori inferiori a +35°C, per evitare un eccessivo raffreddamento nell'armadio
- Posizionare il sistema di scarico della condensa verso l'esterno, in modo sicuro, secondo le istruzioni di montaggio
- I condizionatori Rittal "Blu e" sono dotati di un sistema di asportazione della condensa elettronico

### L'efficienza energetica dei condizionatori per armadi di comando

I moderni condizionatori per armadi di comando Rittal offrono all'utente massima flessibilità, possibilità di utilizzo in tutti i mercati internazionali e piena integrabilità in una infrastruttura esistente, indipendentemente dal luogo di installazione.

### I requisiti di alta efficienza energetica sono oggi soddisfatti dal recente sviluppo della generazione di condizionatori Rittal "Blu e", che

#### Condizionatori „Blu e“ di Rittal

Per rendere ancora più efficienti i condizionatori "Blu e", sono stati apportati i seguenti miglioramenti:

- Superfici di scambio termico maggiorate
- Impiego di ventilatori con motori EC
- Impiego di compressori ad alta efficienza energetica
- Sistema di evaporazione della condensa ottimizzato
- Controllore basato sul nuovo concetto di risparmio energetico ECO Mode

### riducono il consumo energetico fino al 70 percento rispetto ai condizionatori convenzionali di 5 anni fa.

Questo è reso possibile dall'ottimizzazione della tecnica frigorifera, dai miglioramenti apportati ai ventilatori tramite l'adozione della tecnologia EC e dal nuovo controllo a risparmio energetico Eco Mode, che consente una riduzione dei cicli di attivazione/disattivazione. L'utilizzo delle nanotecnologie sulla superficie della batteria di scambio del circuito esterno, consente il mantenimento a lungo termine delle prestazioni dei componenti (compressori, condensatori, ventilatori), assicurando una sensibile riduzione delle esigenze di manutenzione e quindi dei costi.

#### Nota:

Nella pratica si può utilizzare una stima approssimativa della potenza dissipata nell'armadio, ad es. quando non sono forniti dal costruttore i dati di dissipazione dei componenti installati nell'armadio. Per tale stima si può assumere che la dissipazione di potenza sia di circa il 5 %, ad esempio di ca. 2000 Watt per una potenza nominale di 40 kW.



## Sistema elettronico di evaporazione della condensa

E' nel settore Automotive che è nata l'esigenza di un sistema di rimozione automatico della condensa per evitare sia l'onerosa operazione di posa dei tubi di scarico, sia scivolamenti e infortuni del personale a causa della condensa che gocciola sul pavimento. Per questo Rittal ha sviluppato condizionatori con sistema integrato e automatico di scarico della condensa.



Il sistema è basato su un termistore PTC ad alta efficienza, che regola automaticamente la potenza termica in base alla quantità di condensa. Il sistema consente l'evaporazione di circa 120 ml di condensa all'ora, garantendone la rimozione completa.

### Nota:

In caso di formazione di una maggiore quantità di condensa, essa viene fatta defluire dall'armadio sul trabocco di sicurezza.

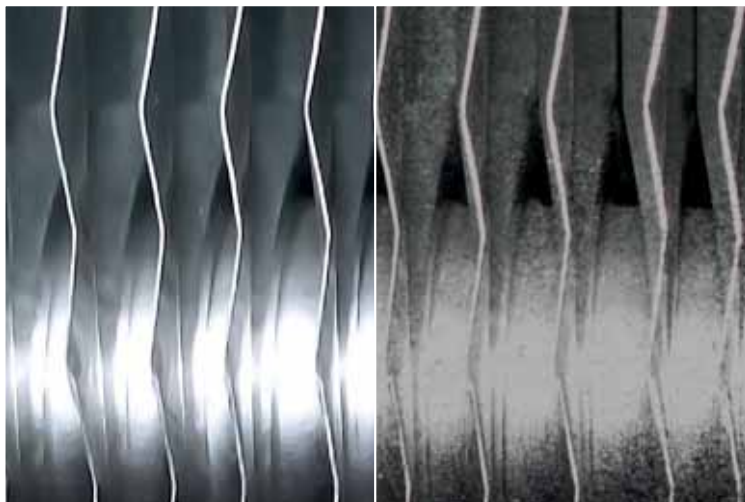
### **Maggiore efficienza energetica con il rivestimento Rittal basato sulle nanotecnologie**

Nella analisi dei costi TCO (Total Cost of Ownership), cioè la somma dei costi di acquisto e di esercizio, per un condizionatore per armadi si stabilisce che, in un periodo di 5 anni, i costi energetici e di manutenzione costituiscono ca. il 60 % dei costi totali.

Partendo da questo dato Rittal ha cercato una soluzione per ridurre il più possibile i costi TCO. Il trattamento alle nanotecnologie RiNano per le superfici del condensatore del circuito esterno del condizionatore ha rappresentato la soluzione vincente per abbattere i costi di manutenzione e di consumo energetico.

### **Vantaggi del trattamento superficiale alle nanotecnologie di Rittal**

- Minore deposito di polveri e impurità sulle alette di raffreddamento delle batterie di scambio
- Minore deposito di polveri e impurità sulle alette di raffreddamento delle batterie di scambio
- Intervalli di manutenzione più lunghi
- Trattamento antirepellente, facile da pulire, quindi minore deposito di sporco
- **Elevata e costante conducibilità termica**



## ■ Panoramica generale

**Selezione rapida di tutte le soluzioni di raffreddamento per armadi in funzione delle condizioni ambientali e della potenza frigorifera richiesta**

	Potenza dissipata da asportare		T <sub>ambiente</sub> in °C			Qualità dell'aria			
	ΔT = 10 K								
	< 1500 W	> 1500 W	20...55	20...70	>70	priva di polvere	polverosa	oleosa	aggressiva
<b>Ventilatori-filtro</b>	■	■	■			■	■		
Feltro antipolvere (a maglie fini)	■	■	■				■		
Filtro (fibre intrecciate)	■	■	■				■		
<b>Scamb. di calore aria/aria</b>	■		■			■	■		
<b>Scamb. di calore aria/acqua</b>									
Standard	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Esecuzione acciaio inox	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Condizionatore</b>									
Standard	■	■	■			■			
Esecuzione per applicazioni chimiche	■	■	■						■
Con feltro (schiuma di poliuretano a celle aperte)	■	■	■				■		
Filtro metallico	■	■	■				■	■	■
Rivestimento RiNano (nanotecnologie) sul condensatore	■	■	■				■	■	■



## ■ Software Therm per dimensionare e configurare le soluzioni di climatizzazione

Risale al 1993 la prima release del software Therm di Rittal per il dimensionamento e la scelta dei componenti di climatizzazione. L'attuale versione Therm 6.1 esegue in automatico le complesse procedure di calcolo del fabbisogno di climatizzazione degli armadi per quadri di comando. Grazie ad una interfaccia grafica semplice e intuitiva il progettista può scegliere i componenti di climatizzazione più idonei e dimensionarli correttamente. Tutte le valutazioni sono conformi alle indicazioni delle direttive IEC/TR 60 890 AMD 1/02.95 e DIN EN 14 511-2:2011.

Il software consente di dimensionare tutti i componenti di climatizzazione, inoltre integra un configuratore compatibile con tutte le tipologie dei chiller e degli impianti di raffreddamento Rittal.

Un ulteriore vantaggio del software Therm è la compatibilità con il software Cad-Cam EPLAN. Dall'allestimento della piastra di montaggio con i necessari componenti elettrici, si calcola la potenza di dissipazione termica all'interno dell'armadio. I dati elaborati consentono di ottenere con rapidità e precisione il dimensionamento dei componenti di climatizzazione più idonei e le relative configurazioni.

Una documentazione dettagliata con i calcoli del progetto può essere creata e fornita al cliente finale. Per i progettisti e i professionisti della climatizzazione, il software Therm è un supporto formidabile che velocizza e semplifica le complesse procedure di calcolo del fabbisogno di climatizzazione degli armadi di comando.





## Calcolo termico dei componenti di climatizzazione direttamente con lo smartphone

L'app RiTherm consente di configurare in modo ottimale un progetto di climatizzazione con 5 semplici operazioni:

- Titolo del progetto (da inserire nel campo "Oggetto" se si invia il progetto per e-mail)
- Parametri
- Contenitore/armadio
- Selezione
- Consigli e informazioni sui componenti scelti

L'app RiTherm per Android e iPhone gestisce le complesse procedure di calcolo del fabbisogno di climatizzazione per qualsiasi configurazione di armadi/contenitori.

Con le sue funzioni di scelta rapida,

l'app rappresenta la versione compatta del software "Therm 6.2". Velocità e semplicità caratterizzano l'applicazione: il risultato del calcolo può anche essere inviato in formato e-mail; l'interfaccia grafica, con la semplicità d'uso tipica delle funzioni dello smartphone, guida l'utente nella scelta del componente di climatizzazione più idoneo e correttamente dimensionato.

Le valutazioni dei progetti sono strettamente basate sui requisiti delle direttive CEI/TR 60 890 AMD 1/02.95 e DIN 3168, specifiche per i condizionatori dei quadri elettrici.

# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

# Consigli di progettazione e utilizzo

## Indicazioni di progettazione e consigli pratici di utilizzo. 66

- Montaggio a regola d'arte e raffreddamento dell'armadio ..... 66
- Circuito esterno - distanze di ventilazione da rispettare ..... 68
- Conduzione dell'aria nel circuito interno ..... 69
- Sistema di canalizzazione dell'aria ..... 69

## Manutenzione ..... 71

- Impiego dei feltri ..... 72
- Filtro di uscita ..... 73

## ■ Indicazioni di progettazione e consigli pratici di utilizzo

Oltre al dimensionamento e alla scelta delle soluzioni più idonee per asportare il calore dall'armadio e dai contenitori per elettronica, è importante considerare le condizioni aerodinamiche e la corretta disposizione di apparecchiature e componenti elettronici, i quali devono essere installati nell'armadio secondo le specifiche dei rispettivi costruttori.

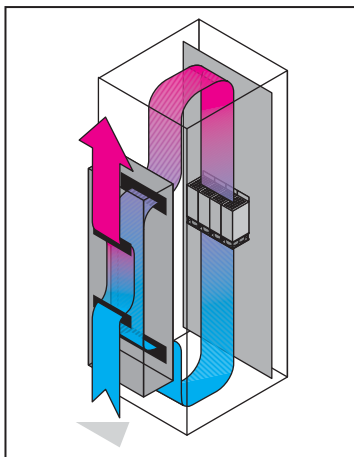
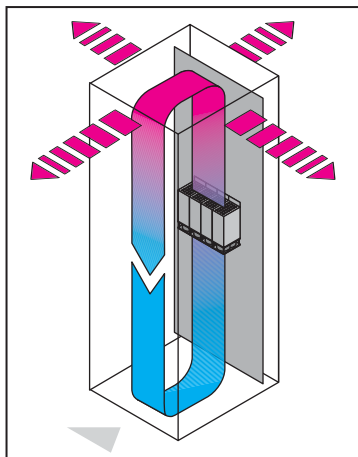
**Ai fini dell'installazione, è necessario verificare le seguenti condizioni:**

- La direzione dell'aria di raffreddamento nell'apparecchiatura interessata deve avvenire dal basso verso l'alto
- Tra le apparecchiature e i componenti elettronici deve esserci uno

spazio sufficiente per la circolazione dell'aria

- Le bocche di mandata dell'aria dei dispositivi di climatizzazione non devono essere ostruite dalla presenza di altre apparecchiature, dispositivi elettrici o canaline passacavi.

## Installazione e raffreddamento dell'armadio a regola d'arte



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

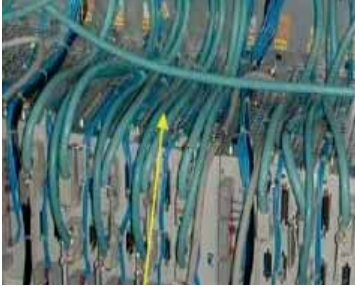
CLIMATE CONTROL

Molto spesso i cavi elettrici vengono posati sopra le apparecchiature. In questo modo si ostacola l'asportazione del calore all'esterno. I cavi hanno un effetto isolante, pertan-

to il surriscaldamento dei componenti, nonostante la presenza dei dispositivi di climatizzazione, può essere solo parzialmente evitato.

### Errori tipici

Griglie di aerazione ostruite



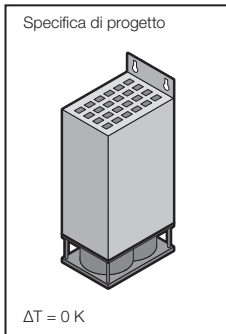
Errore



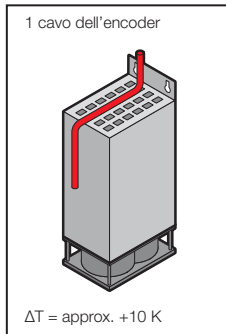
Corretto

### Distanze per una corretta circolazione dell'aria

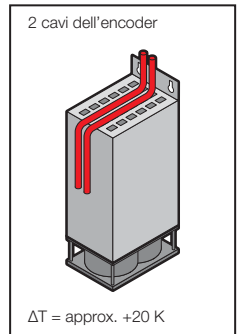
Soprattutto se le apparecchiature hanno un ingombro ridotto, il loro raffreddamento è ostacolato quando i cavi sono posati sulle griglie di aerazione



Modulo da 50 mm con griglia di aerazione



→ +10 K →  
Durata 50 % e tasso di guasto raddoppiato



→ +20 K →  
Durata 25 % e times the tasso di guasto quadruplicato

## Errori comuni

Bocca di entrata aria bloccata

- Prevedere in fase di progettazione eventuali piani di appoggio per i documenti e i disegni di cablaggio

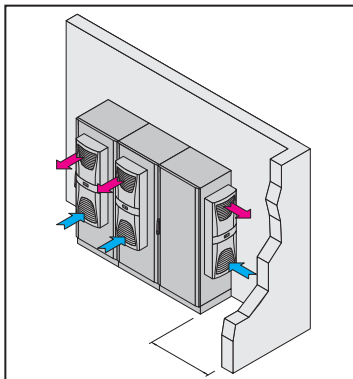
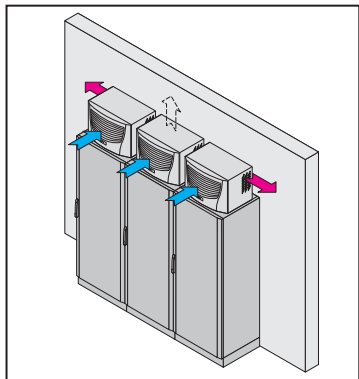


## Circuito esterno – circolazione dell'aria senza limitazioni

- Le aperture di ingresso e uscita dell'aria dei componenti di climatizzazione (di qualsiasi tipo) non devono essere ostacolate da pareti, macchine o altre apparecchiature.

### Nota:

Nei condizionati da tetto, indipendentemente dal tipo di installazione (inline o singola), lasciare sempre libera una bocca di uscita dell'aria fredda. Nel circuito di ventilazione esterno l'aria calda esce dalla parte posteriore, sui fianchi destro e sinistro e su richiesta anche dalla parte superiore (opzione).



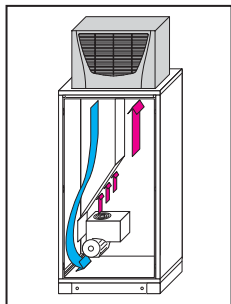
## Circolazione dell'aria nell'armadio

- Già in fase di progettazione è necessario considerare la disposizione di apparecchiature e componenti elettronici dotati di ventilazione propria, ad esempio ventole e ventilatori. E' possibile che l'aria emessa da questi componenti sia orientata in senso opposto al flusso dell'aria di

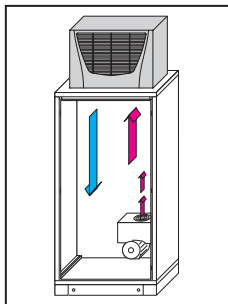
raffreddamento nell'armadio. Ciò si verifica soprattutto nelle soluzioni con montaggio sul tetto. In questi casi i condizionatori e gli scambiatori di calore aria/acqua, integrati da un sistema opzionale di canali di ventilazione, offrono la soluzione ottimale.

### Allestimento dei componenti elettronici nell'armadio

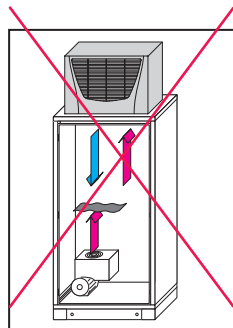
Soprattutto se si utilizzano apparecchi con montaggio sul tetto, è necessario considerare la corrente d'aria generata dalle apparecchiature e dai componenti elettronici dotati di ventilazione propria.



corretto

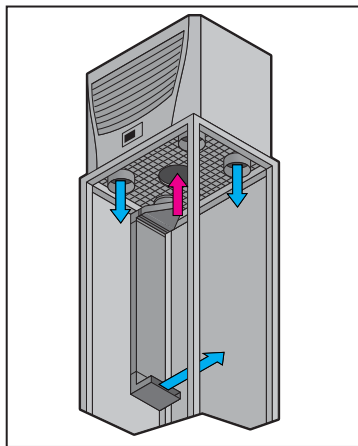


corretto



errato

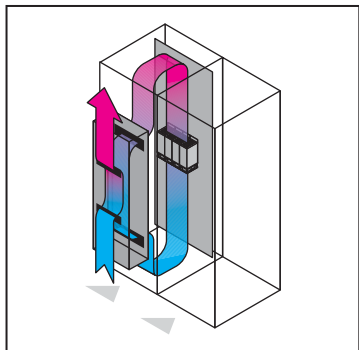
### Sistema innovativo di conduzione dell'aria per il circuito interno



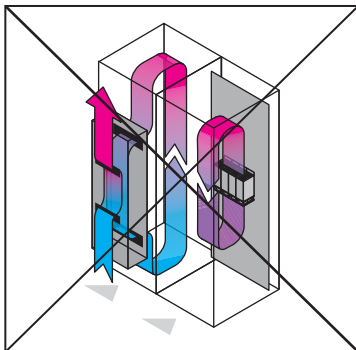
- Con i canali di ventilazione è possibile far circolare l'aria fredda di mandata dal condizionatore o dallo scambiatore di calore aria-acqua in modo mirato in tutte le sezioni dell'armadio. In tal modo si evita l'interferenza con i flussi d'aria generati dai sistemi a ventilazione propria.

#### Canale di ventilazione

- Impedisce le interferenze tra flussi di aria
- Conduzione dell'aria fredda, mirata e customizzabile, rispetto ai componenti con ventilazione propria
- L'impiego dei canali di ventilazione è utile soprattutto per i condizionatori da tetto



■ L'aria fredda generata da qualsiasi tipo di soluzione di climatizzazione adottata, deve sempre essere indirizzata vicino agli azionamenti, dove si generano i maggiori carichi di dissipazione. Questa disposizione assicura che l'aria fredda di mandata raffreddi in modo ottimale gli azionamenti senza perdite di rendimento.



■ Nella configurazione della figura l'armadio non è raffreddato in modo ottimale: gli azionamenti e/o le apparecchiature elettroniche nell'armadio a destra non sono raffreddate a sufficienza. Nonostante il dimensionamento termico sia corretto, la potenza dissipata dai componenti elettronici non viene asportata.



La temperatura nominale all'interno dell'armadio (Ti) deve essere sempre impostata su +35°C. Non ci sono motivi per abbassare il set point. Una temperatura interna più bassa, ad es. +15°C, può creare una maggiore quantità di condensa. I componenti e gli apparecchi vengono raffreddati in

modo insufficiente e creano condensa se il set point di raffreddamento è stato modificato o la porta dell'armadio è rimasta aperta.

- Se si imposta una temperatura interna, ad es. di +15°C, il condizionatore avrà solo il 50 % ca. della potenza nominale di targa secondo EN 14511 (la temperatura nominale impostata in fabbrica è +35°C).
- Se le istruzioni e prescrizioni di montaggio dei componenti e degli apparecchi elettronici non sono osservate, la loro durata utile si riduce e potrebbero verificarsi guasti precoci.
- I componenti di climatizzazione sono utilizzati in tutto il mondo soprattutto in ambienti indus-

trials, ovvero dove l'aria ambiente è contaminata da oli, polveri, o agenti aggressivi. I componenti di climatizzazione richiedono pochissima manutenzione, tuttavia non ne sono completamente esenti. Solo gli scambiatori di calore aria/acqua non entrano in contatto diretto con l'aria ambiente. Per assicurare il funzionamento duraturo di questi componenti e degli impianti relativi, è necessario controllarli con interventi di manutenzione programmata.

## ■ Manutenzione



- La manutenzione dei ventilatori-filtro degli scambiatori di calore aria/aria e dei condizionatori per armadi di comando prevede innanzitutto la cura dei filtri di uscita dei componenti di climatizzazione.
- Evitare il deposito sui filtri di polvere, impurità, particelle oleose, polveri molto sottili e conduttive che potrebbero ridurre la funzionalità degli apparecchi.
- Come feltri di ricambio utilizzare solo i feltri originali Rittal. Feltri a maglie fini non sono consigliabili per i condizionatori.

- Se l'aria ambiente contiene particelle oleose si devono utilizzare dei filtri metallici, che possono essere puliti al bisogno e riutilizzati.
- Grazie al trattamento superficiale

alle nanotecnologie i condizionatori Rittal non hanno bisogno di filtri separati quando l'aria ambiente è contaminata da polveri.

## Impiego di feltri/filtri



In caso di elevato inquinamento da polveri, impiegare feltri in schiuma poliuretana e sostituirli regolarmente. I condizionatori con trattamento superficiale alle nanotecnologie RiNano non necessitano di filtri antipolvere.



Per aria ambiente oleosa, utilizzare filtri metallici. In caso di condensa o vapore, le particelle che aderiscono al metallo possono essere facilmente eliminate con acqua o con detersivi sgrassanti.



Per gli ambienti tessili con elevata presenza di pulviscolo dovuto alla lavorazione delle fibre tessili sono consigliati appositi filtri.



### Nota:

i feltri ruvidi non sono adatti per i condizionatori.

- Se l'aria ambiente contiene fili e filamenti, come nell'industria tessile, si deve utilizzare un filtro nel circuito esterno.

## Filtri di uscita

Utilizzati in ambienti con residui tessili (industria tessile)



Le informazioni e i consigli pratici forniti in questo documento sono il frutto dell'esperienza decennale di Rittal nel settore della climatizzazione degli armadi di comando per gli ambienti industriali. L'utilizzo di queste informazioni rende il raffreddamento dei componenti elettronici e l'asportazione del calore dagli armadi e dai contenitori per elettronica più efficiente.

# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

# Raffreddamento di impianti e processi

<b>Perché è necessario raffreddare impianti e processi .....</b>	<b>76</b>
■ Impianti di raffreddamento/chiller - possibili applicazioni .....	78
■ Impianti di raffreddamento/chiller modulari .....	80

---

## Raffreddamento per ambienti IT

<b>Impianti di raffreddamento / chiller per la climatizzazione degli ambienti IT .....</b>	<b>81</b>
<b>Riepilogo .....</b>	<b>88</b>

## ■ Perché è importante raffreddare macchine e processi

Le moderne macchine utensili ad alto rendimento devono poter operare con elevatissima precisione e velocità di lavorazione. Per il loro funzionamento sono assolutamente indispensabili soluzioni di raffreddamento progettate appositamente per soddisfare questi elevati standard produttivi.

Temperature stabili e uniformi sul pezzo da lavorare e nella macchina sono ottenibili solo con gli impianti di raffreddamento ad alte prestazioni (chiller). Sulla base di ripetute analisi condotte dagli atenei tedeschi RWTH

Aachen (Università Tecnica di Aquisgrana) e TU Darmstadt (Università tecnica di Darmstadt), il raffreddamento rappresenta da solo il 15 % del fabbisogno totale energetico di una moderna macchina utensile.

### Raffreddamento a liquido (acqua) di macchine utensili e armadi di comando



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

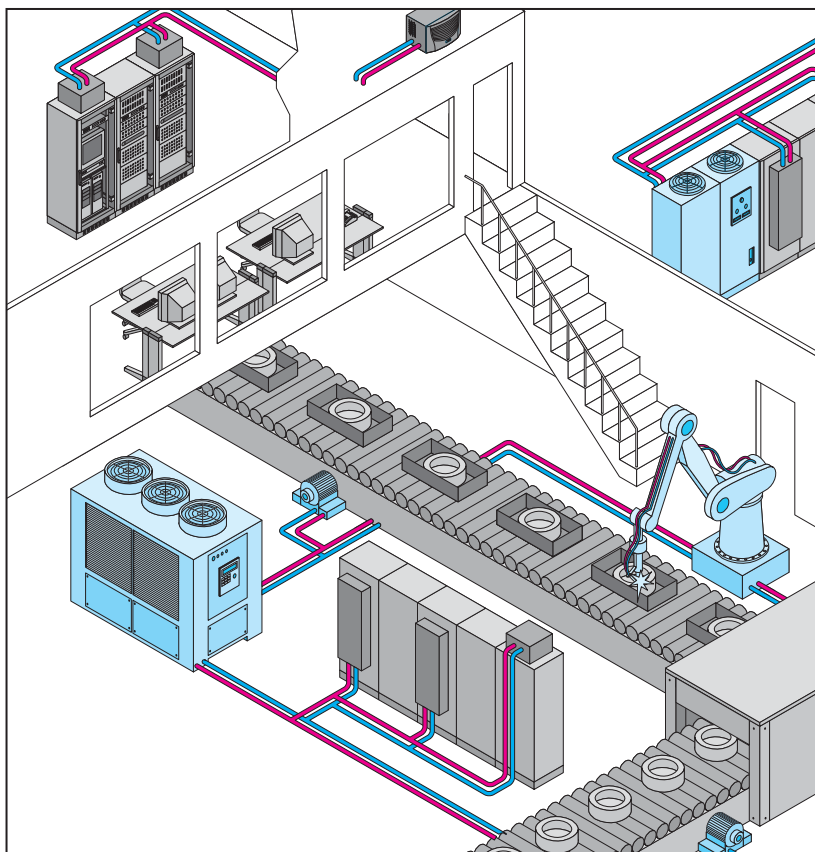
CLIMATE CONTROL



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES





## Campo di utilizzo dei chiller

**Raffreddamento efficiente dei fluidi (acqua glicolata) per ambienti di produzione**

**Fattore critico: raffreddamento di macchine e processi**

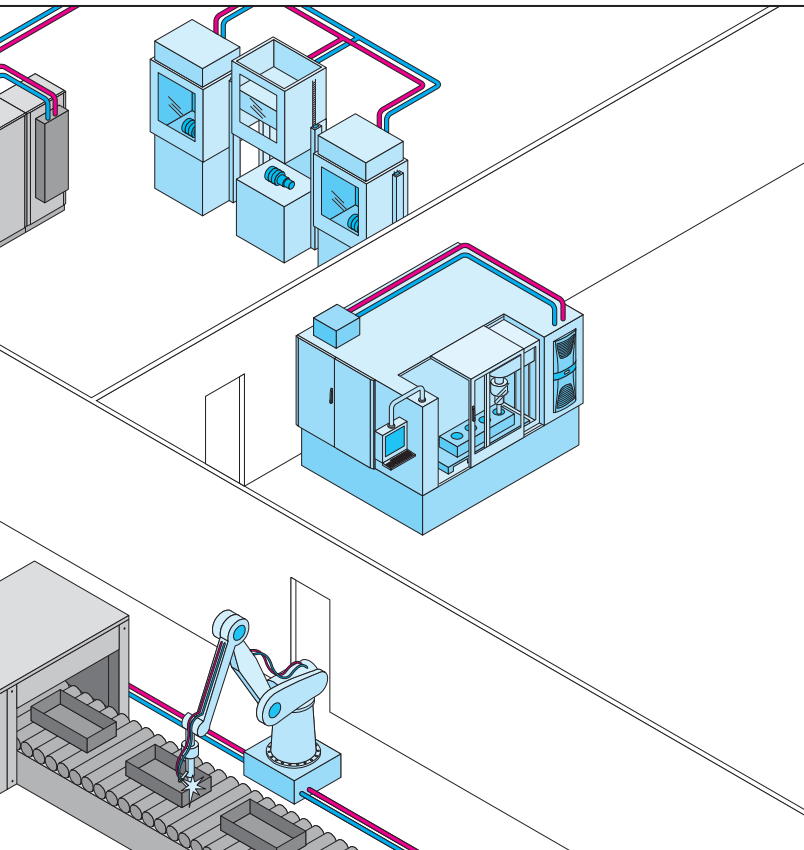
La grande flessibilità, ma soprattutto la capacità di asportare tramite liquido (generalmente acqua glicolata) elevati

carichi di calore dalle macchine e dagli armadi di comando, sono i fattori che più di altri hanno contribuito all'ampia diffusione dei chiller nel settore dell'automazione industriale. Con l'impiego dei chiller direttamente a bordo macchina si è diffuso anche l'utilizzo di scambiatori di calore aria/acqua per il raffreddamento degli armadi di comando.

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL



Ad un impianto di raffreddamento è richiesto, a volte, di raffreddare più utenze con differenti requisiti di temperatura dell'acqua in ingresso e di portata del mezzo frigorifero, (ad es. nelle soluzioni miste per il raffreddamento di macchine e armadi): in questi casi trovano applicazione sistemi

a circuiti multipli. Grazie a questa soluzione i diversi circuiti possono essere adattati alle rispettive utenze, ad. es. alla macchina utensile con temperatura di ingresso dell'acqua di  $+15^{\circ}\text{C}$ , e all'armadio con temperatura di ingresso acqua di  $+20^{\circ}\text{C}$ .

## Il chiller modulare

A seguito della crescente richiesta di standardizzazione degli impianti di raffreddamento da parte di clienti e utilizzatori, spinti dalla necessità di ridurre i costi e dal vantaggio di usufruire di una maggiore disponibilità di questi componenti sui mercati internazionali, Rittal ha sviluppato la nuova generazione di chiller TopTherm in versione modulare.

### Il concetto modulare di Rittal



Modulo idraulico +



modulo frigorifero +



modulo elettronico =



Chiller completo

Il chiller è perfettamente compatibile con la piattaforma di sistema Rittal, essendo completamente allestito nella carpenteria TS 8. I singoli moduli standardizzati garantiscono elevata flessibilità di installazione e configurazione, oltre a diverse varianti di conduzione dell'aria.

Gli impianti di raffreddamento, ad eccezione degli impianti per oli ed emulsioni, sono idonei unicamente al raffreddamento di acqua o di una miscela acqua-glicole. Il rapporto dell'additivo premiscelato per le installazioni in ambiente esterno è nel rapporto di ca. 1:2, mentre per le installazioni in ambiente interno è di ca. 1:4. E' sempre necessario trattare l'acqua di raffreddamento e aggiungere degli additivi. Oltre a proteggere dal gelo, gli additivi servono anche a limitare lo sviluppo di batteri e a garantire la protezione ottimale dalla corrosione e dalla formazione di alghe.

ENCLOSURES

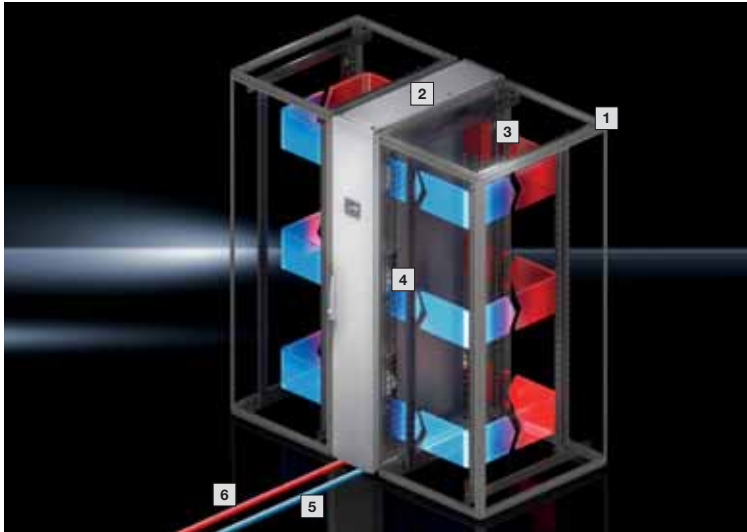
POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

## ■ Impianti di raffreddamento per gli ambienti IT

La disponibilità e il funzionamento dei moderni data center non è possibile senza un sistema di raffreddamento mirato. I requisiti sono elevati: efficienza, sicurezza e disponibilità annuale pari al 99,99 %. Allo stesso tempo bisogna fare i conti con il nemico numero uno dei server dei data center: il calore.

### Sistemi di raffreddamento a liquido

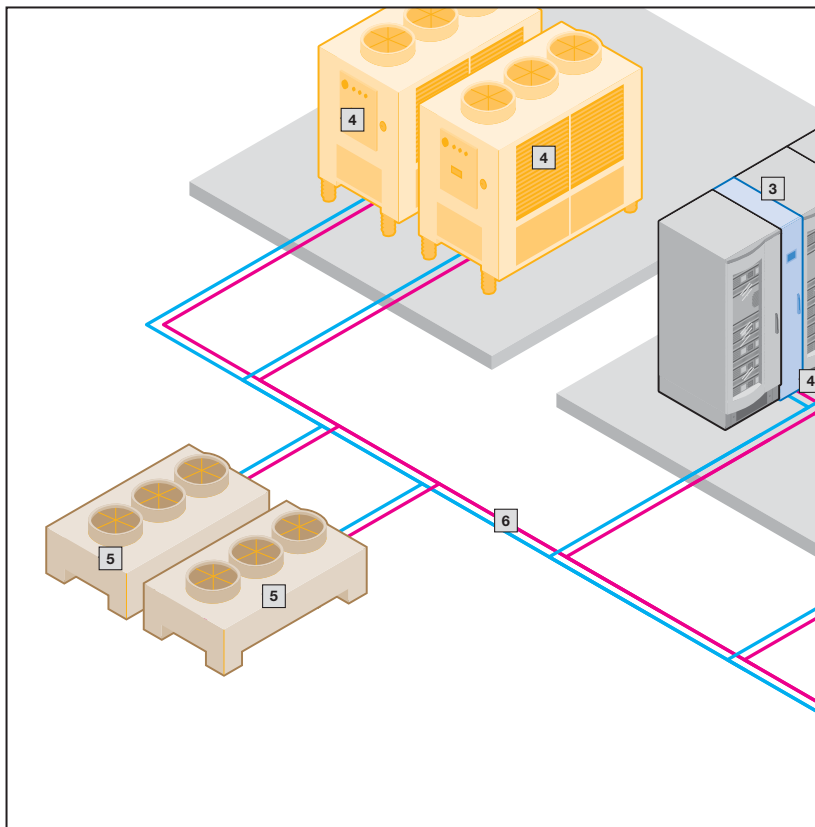


- |                         |                                |                                 |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 Armadio server        | 3 Temperatura aria in ingresso | 5 Temperatura acqua in ingresso |
| 2 Scambiatori di calore | 4 Temperatura aria in uscita   | 6 Temperatura acqua in uscita   |

E' quindi indispensabile asportare con la massima efficienza le elevate potenze dissipate dai PC degli armadi server. Oggi Rittal è l'azienda specializzata in soluzioni per Data centre e infrastrutture IT orientate all'efficienza energetica e alla sostenibilità ambientale.

Grazie ad un chiller Rittal per il raffreddamento a liquido si assicura che l'acqua fredda sia sempre disponibile per il raffreddamento degli armadi server nella misura ottimale rispetto al fabbisogno.

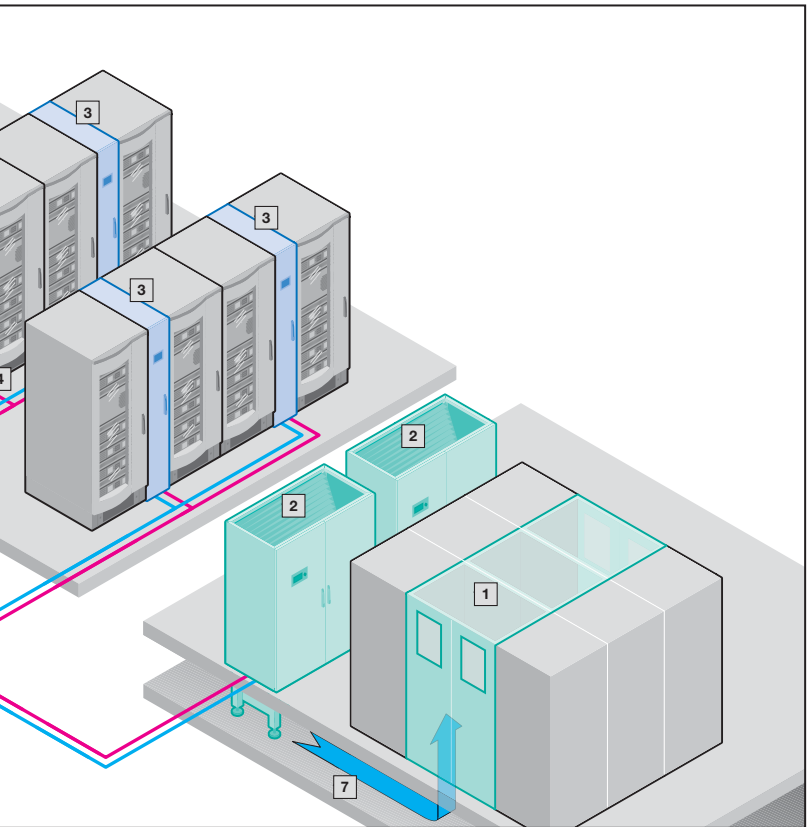
**Sistema CRAC (Computer Room Air Conditioning) con scambiatore di calore aria-acqua integrato e ventilatori di ricircolo aria. Classe di potenza 23 – 118 kW**



Il raffreddamento e/o la climatizzazione di un data centre si effettua generalmente con un pavimento tecnico: l'aria di mandata viene raffreddata da una unità ventilante a ricircolo d'aria (CRAC) posizionata sotto il pavimento tecnico, dove viene convogliata e immessa nell'ambiente. L'aria calda asportata dagli armadi server e dalla struttura perimetrale del data center

viene aspirata nuovamente dall'alto dall'unità CRAC e raffreddata in uno scambiatore di calore aria/acqua.

L'aria di raffreddamento viene generata in modo ottimizzato in un chiller Rittal e messa a disposizione del sistema CRAC.



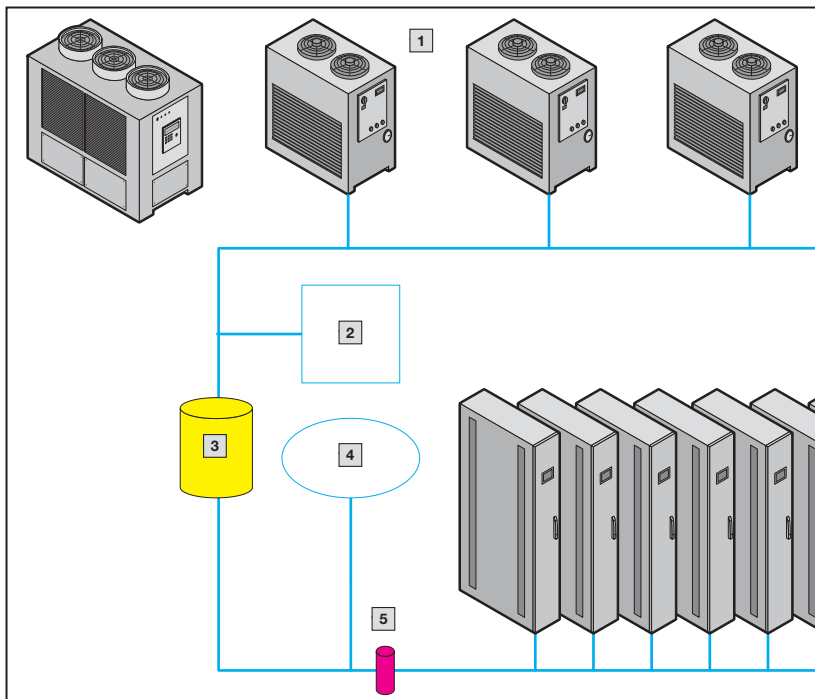
- |  |   |
|--|---|
| 1 Compartmentazione del corridoio                                | 5 Free Cooling                                      |
| 2 Unità a ricircolo d'aria CRAC (Computer Room Air Conditioning) | 6 Sistema di tubazioni                              |
| 3 LCP (Liquid Cooling Package)                                   | 7 Pavimento tecnico per l'erogazione di aria fredda |
| 4 Chiller per ambienti IT  |   |

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

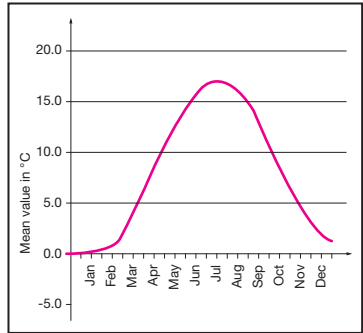
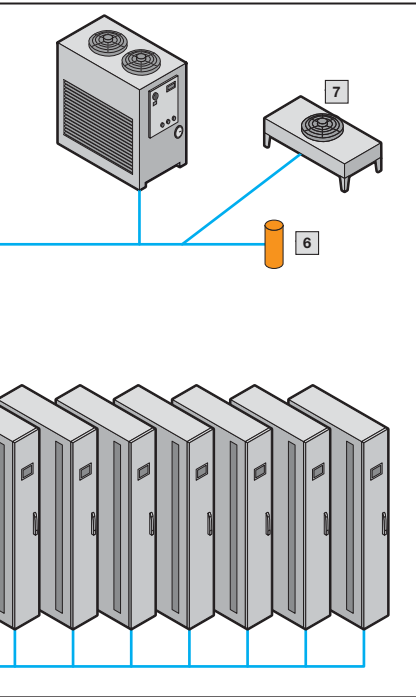


## Temperature medie annuali, stagionali, mensili



La tecnica free cooling integrata (si noti che i chiller vengono utilizzati in configurazione ridondante nella maggior parte delle soluzioni IT) viene utilizzata se la temperatura esterna è inferiore alla media annuale di ca. 8,4°C per oltre la metà dell'anno.

Questa soluzione contribuisce attivamente a ridurre i costi energetici di un data centre.



Curva della temperatura media riferita all'esempio

- 1 Chiller
- 2 Sistemi di climatizzazione dell'edificio
- 3 Serbatoio di accumulo
- 4 Vasca dell'acqua
- 5 Gruppo di pompaggio
- 6 Pompa ritorno riscaldamento
- 7 Free cooling

I sistemi e le infrastrutture Rittal per il raffreddamento di sale CED e Data Centre soddisfano i requisiti e le prescrizioni delle norme nazionali e internazionali come DIN, TÜV, GS e UL. Per la valutazione dell'efficienza energetica di un data center si deve

calcolare l'indice DCiE (Data Center Infrastructure Efficiency), definito nel Codice di condotta per l'efficienza energetica nei data center (EU-Code of Conduct for Data Centers) messo a punto nel 2008 da un'apposita commissione dell'Unione Europea:

$$\text{DCiE} = \frac{\text{Consumo energetico IT}}{\text{Consumo energetico totale}} \cdot 100 \%$$

### Data center realizzato con armadi server e sistemi di raffreddamento a liquido (acqua)



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

**In condizioni ideali il DCIE può anche essere pari al 100 %.**

Per ottenere questo risultato è indispensabile che nella fase di progettazione di un datacentre, infrastrutture fisiche e sistemi, ma anche il loro aspetto operativo, siano perfettamente integrati.



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



## Riepilogo

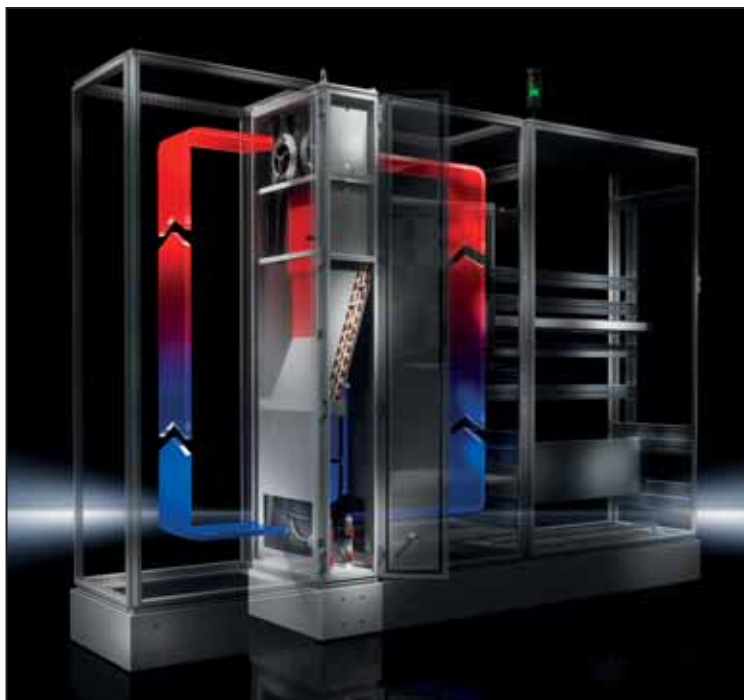
L'acqua, come fluido di raffreddamento per macchine, impianti e quadri di comando, sta acquisendo sempre più importanza a causa della necessità di asportare potenze dissipate sempre maggiori.

### **Nessun'altra soluzione è così efficace ed efficiente**

Non si può fare a meno degli impianti di raffreddamento per asportare in modo flessibile ed efficace il calore da macchine e armadi di comando per gli ambienti industriali, le tecnologie medicali (risonanza magnetica e to-

mografia computerizzata), gli impianti per la lavorazione delle materie plastiche, l'industria chimica, ma anche per gli armadi server delle applicazioni informatiche.

### **Sistemi di raffreddamento a liquido**



LCP industry

Allo stesso tempo, questi sistemi devono essere tecnologicamente avanzati in modo da contribuire ad aumentare l'efficienza energetica delle macchine e degli impianti ai quali sono associati.

**Rittal offre ora per quasi tutte le applicazioni, sia nel settore industriale che per gli ambienti IT, la soluzione più efficiente per la dissipazione del calore. Tutte le soluzioni sono progettate e realizzate secondo il concetto di integrazione di sistema di "Rittal - The System".**



Raffreddamento degli armadi rack

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



## Index

### A

Asportazione del calore con scambiatori calore aria/acqua	42
Asportazione del calore con scambiatori calore aria/aria	37
Asportazione del calore con ventilatori-filtro	33
Asportazione del calore tramite unità CRAC	92
Asportazione elevate dissipazioni di potenza	48

### C

Classificazione IP	18
Chiller	62
Condizionatore ad effetto Peltier	40
Condizionatori "Blu e"	58
Condizionatore ProOzon	9
Confronto tra condizionatori ad alta efficienza energetica e "chiller + scambiatori di calore"	46
Convezione	22
Classificazione NEMA	19
Condizionatore termoelettrico	40
Cold plate	26, 50
Conduzione termica	21
Circuito frigorifero	54
Climatizzazione forzata	26, 53
Climatizzazione passiva	26
Convezione	21

### E

Efficienza energetica dei condizionatori per armadi di comando	58
Equazione di Arrhenius	20
Evaporatore elettronico della condensa	59

### I

Irraggiamento termico	21
-----------------------	----

### M

Modalità di asportazione del calore	21
-------------------------------------	----

### N

Norma EN 60 529	18
-----------------	----

### P

Panoramica dei metodi di raffreddamento	26
Piastra di raffreddamento ad acqua	26, 50
Portata volumetrica di un ventilatore	35
Potenza dissipata	23
Potenza termica radiante dispersa dalle pareti nell'ambiente	24

### R

Raffreddamento a liquido, vantaggi	44
Raffreddamento diretto a liquido	50
Raffreddamento tramite aria ambiente	22
Riscaldatori anti-condensa per armadi di comando	28

### S

Scelta rapida della soluzione di raffreddamento per armadi di comando	61
Software di progettazione EPLAN	62
Superficie dell'armadio	25

### T

Tecnologia PTC	59
Tipologie di installazione degli armadi/contenitori	24
Trattamento RiNano	60

## ■ Convezione

### Arrhenius

- Svante Arrhenius, fisico svedese, 1859 – 1927

### Analisi CFD

- Computational Fluid Dynamics (simulazione fluidodinamica e termodinamica, eseguita con un software di calcolo)

### cp

- Capacità termica specifica, ad es. dell'aria a 20°C

### DCIE

- Data Center Infrastructure Efficiency (indice del consumo energetico di un data center)

### DIN

- Istituto tedesco di normazione

### GS

- Marchio di qualità sulla "sicurezza garantita", che attesta la sicurezza del prodotto certificata da TÜV

### IEC

- International Electrotechnical Commission

### IP Grado di protezione

- International Protection Codes (grado di protezione delle apparecchiature elettriche contro l'immissione di umidità e corpi estranei e contro i contatti accidentali)

### Coefficiente k

- Coefficiente di conducibilità termica o conduttività termica; dipende dalla natura del materiale (ad es. acciaio); la conducibilità termica è indicata con  $\lambda$  o k

### Convezione

- Trasferimento di freddo e calore attraverso le superfici con una differenza di temperatura [K]

### Mollier

- Richard Mollier, ingegnere tedesco, il cui nome è legato al diagramma entalpico di Mollier

### Nano

- La milionesima parte di una unità, ad es. 0,000.000.001 metri

### NEMA

- National Electrical Manufacturers Association (normativa americana)

### Peltier

- Jean Charles Peltier, fisico francese, 1785 – 1845

### PTC tecnologia (termistori)

- Positive Temperature Coefficient (caratteristica in base alla quale la resistenza elettrica di un conduttore cresce all'aumentare della sua temperatura)

### Impianto di raffreddamento o Chiller

- Generatore di acqua di raffreddamento con l'ausilio di un refrigeratore

### UL

- Underwriters Laboratories (laboratori certificati che verificano se prodotti, materiali e sistemi soddisfano le normative sulle sicurezza vigenti negli USA)

### VDE

- Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (Associazione tedesca industria elettrotecnica e informatica)

### VDMA

- Verband Deutscher Maschinenund Anlagenbau e. V. (Associazione tedesca dei costruttori di macchine e impianti)

### Potenza dissipata

- Potenza dissipata da tutti componenti elettrici e d elettronici installati, ad esempio in un armadio

### Radiazione termica

- Trasmissione del calore attraverso una superficie

### ZVEI

- Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (Associazione centrale industria elettrotecnica ed elettronica)

## ■ Riferimenti bibliografici

- Bliesner, Jürgen: Wichtige Installationshinweise beim Schaltschrankaufbau [Important installation instructions for enclosure design], Siemens AG, 2007.
- Rittal GmbH & Co. KG: Praxis-Tipps zur Schaltschrank-Klimatisierung und Maschinenkühlung, Rittal GmbH & Co. KG, 2004.. [Trad. in Italiano: Rittal: consigli pratici di utilizzo - Climatizzazione per armadi di comando e raffreddamento di impianti]
- Rittal GmbH & Co. KG: Rittal SK – System-Klimatisierung, Rittal GmbH & Co. KG, 2006. [trad. in Italiano.: Soluzioni di climatizzazione]
- Siemens AG: Schaltschrankintegration, SINAMICS S120 Booksize/SIMODRIVE – Systemhandbuch 09/2007, SiemensAG, 2007.
- Styppa, Heinrich: Klimatisierung für Gehäuse, Maschinen und Anlagen – Grundlagen, Komponenten, Anwendungen. Die Bibliothek der Technik, Bd. 284, sv corporate media, 2005.
- Schneider, Ralf, et al.: Projektierungshandbuch Schaltschrank-Entwärmung, 2. Aufl age Dezember 2011, Süddeutscher Verlag onpact GmbH, 81677 München

# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

# Prestazioni certificate dal TÜV secondo EN 14 511:2012-01

La norma UNI EN 14 511 (edizione 01-2012) regola le condizioni di prova per la classificazione e le prestazioni dei condizionatori ad aria, dei refrigeratori di liquido e delle pompe di calore che utilizzano compressori elettromeccanici e come mezzo frigorifero aria, acqua o emulsioni, al fine di raffreddare o riscaldare l'ambiente. La norma stabilisce anche le condizioni di prova per i sistemi multisplit con recupero di calore. Misurazioni e prove effettuate secondo la norma dall'ente certificatore indipendente TÜV danno al cliente la sicurezza di disporre effettivamente della potenza frigorifera indicata sui relativi apparecchi, e la garanzia che il coefficiente EER (Energy efficiency ratio) indicato corrisponda al coefficiente di efficienza effettiva.

I condizionatori Rittal "Blu e" nella classe di potenza da 300 a 40000 Watt sono stati provati secondo la EN 14 511 e sono dotati del marchio di conformità dell'ente certificatore TÜV.

\*Esclusi i condizionatori con certificazione ATEX per Zone 22 e NEMA 4X

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



# Pubblicazioni disponibili:

**1**

2013

## Quadri conformi alla nuova normativa

Guida alla nuova norma CEI EN 61439

**2**

2013

## Climatizzazione degli armadi di comando e dei processi

**3**

2013

## Aspetti tecnici degli armadi di comando



# Rittal – The System.

---

Faster – better – everywhere.

- Armadi
- Distribuzione di corrente
- Climatizzazione
- Infrastrutture IT
- Software & Service

Rittal S.p.A  
S.P.14 Rivoltana, Km 9,5 • I-20060 Vignate (MI)  
Tel. +39(0)2 95930 351 • Fax: +39(0)2 95 60 571  
E-Mail: [info@rittal.it](mailto:info@rittal.it) · [www.rittal.it](http://www.rittal.it)

01.2014/E335



FRIEDHELM LOH GROUP