



Manuale di progettazione

Raffrescatori evaporativi AD



Revisione: C

Codice: D-MNL053IT

Il presente Manuale di progettazione è stato redatto da Robur S.p.A.; la riproduzione anche parziale di questo Manuale di progettazione è vietata.

L'originale è archiviato presso Robur S.p.A.

Qualsiasi uso del Manuale di progettazione diverso dalla consultazione personale deve essere preventivamente autorizzato da Robur S.p.A.

Sono fatti salvi i diritti dei legittimi proprietari dei marchi registrati riportati in questa pubblicazione.

Con l'obiettivo di migliorare la qualità dei suoi prodotti, Robur S.p.A. si riserva il diritto di modificare, senza preavviso, i dati ed i contenuti del presente Manuale di progettazione.

INDICE DEI CONTENUTI

1	Premessa	<i>p. 4</i>	7	Scelta dei modelli e del numero di raffrescatori da installare	<i>p. 10</i>
2	Raffrescamento e ventilazione	<i>p. 4</i>	7.1	Gamma disponibile.....	<i>p. 10</i>
2.1	Microclima all'interno dell'ambiente.....	<i>p. 4</i>	7.2	Esempio di dimensionamento.....	<i>p. 10</i>
2.2	Sicurezza, salute e produttività.....	<i>p. 4</i>	7.3	Installazione dei raffrescatori	<i>p. 10</i>
3	La soluzione tecnica	<i>p. 4</i>	8	Impianti idraulico ed elettrico	<i>p. 11</i>
3.1	Risultati e vantaggi.....	<i>p. 5</i>	8.1	Impianto idraulico	<i>p. 11</i>
3.2	Funzionamento dell'impianto.....	<i>p. 5</i>	8.2	Impianto elettrico.....	<i>p. 12</i>
3.3	Prestazioni del sistema	<i>p. 5</i>	9	Valutazione dell'effettiva efficienza dei raffrescatori	<i>p. 12</i>
4	Diagramma psicrometrico dell'aria	<i>p. 6</i>	9.1	Il consumo di acqua è sinonimo di efficienza	<i>p. 12</i>
5	Il raffrescatore evaporativo	<i>p. 8</i>	9.2	Velocità di attraversamento dei pacchi evaporativi	<i>p. 13</i>
5.1	Funzionamento del raffrescatore.....	<i>p. 8</i>	10	Le soluzioni per il controllo e la regolazione	<i>p. 13</i>
5.2	Descrizione del funzionamento del sistema di autolavaggio	<i>p. 8</i>	10.1	Comando remoto base ECO	<i>p. 13</i>
5.3	Manutenzione ordinaria.....	<i>p. 9</i>	10.2	Comando remoto evoluto EVO	<i>p. 14</i>
6	Progettazione di un impianto di raffrescamento e ventilazione	<i>p. 9</i>	10.3	Controllo centralizzato OCDS010/OCDS011	<i>p. 14</i>
6.1	Condizioni esterne estive di progetto.....	<i>p. 9</i>	10.4	Controllo centralizzato tramite router	<i>p. 16</i>
6.2	Altezza di installazione dei diffusori dell'aria in ambiente.....	<i>p. 9</i>	11	Plenum di diffusione	<i>p. 18</i>
6.3	Numero dei ricambi d'aria necessari in base all' attività svolta nel locale.....	<i>p. 10</i>	11.1	Dimensioni.....	<i>p. 18</i>
6.4	Evacuazione dell'aria esausta	<i>p. 10</i>	12	Dati tecnici e dimensioni	<i>p. 19</i>
			12.1	Dati tecnici	<i>p. 19</i>
			12.2	Dimensioni.....	<i>p. 20</i>
			12.3	Esempi di installazione	<i>p. 21</i>

1 PREMESSA

Il presente Manuale di progettazione ha lo scopo di fornire una prima serie di informazioni sul funzionamento, il dimensionamento e le caratteristiche dei sistemi di raffrescamento con raffrescatori evaporativi Robur AD. Robur mette anche a disposizione un foglio di calcolo per effettuare

dimensionamenti di massima di impianti di raffrescamento con unità Robur AD.

Il servizio tecnico Robur è sempre a disposizione per ogni eventuale approfondimento tecnico sull'applicazione e sull'utilizzo di queste apparecchiature.

2 RAFFRESCAMENTO E VENTILAZIONE

Il sistema di raffrescamento evaporativo rappresenta la tecnologia più moderna per il raffrescamento e la ventilazione di ampi locali:

- ▶ locali produttivi e artigianali
- ▶ locali commerciali e magazzini
- ▶ locali sportivi in genere

Questo sistema consente di dotare anche i grandi ambienti di un impianto di ventilazione e raffrescamento estivo per migliorare il comfort delle persone, aumentarne il benessere e la produttività, senza impegnare ingenti capitali per spese di impianto, senza affrontare elevate spese di esercizio per i consumi di energia, senza produrre impatto ambientale e senza il rischio di black-out elettrici per sovra richiesta.

2.1 MICROCLIMA ALL'INTERNO DELL'AMBIENTE

All'interno di un grande locale, ad esempio un fabbricato industriale, durante le stagioni calde si instaura un microclima disagiata da sopportare per le persone che vi operano.

Gli apporti di calore degli impianti di processo, degli impianti di potenza elettrica e delle strutture del fabbricato che, irraggiato dal sole, trasmette all'aria interna un'elevata energia termica, provocano

una condizione termica ambientale spesso insopportabile.

Inoltre, durante la notte, quando il locale rimane chiuso, il calore ristagna all'interno dell'ambiente, creando già al mattino condizioni di scarso comfort.

A tutto questo si aggiunge solitamente la mancanza di corretti ricambi d'aria necessari per lo smaltimento dell'aria esausta, a volte nociva alla salute dei lavoratori.

2.2 SICUREZZA, SALUTE E PRODUTTIVITÀ

Le condizioni di disagio causate dalle elevate temperature all'interno di un ambiente industriale provocano agli operatori il cosiddetto "stress da calore", che inizia ad essere effettivo sopra i 27 °C causando:

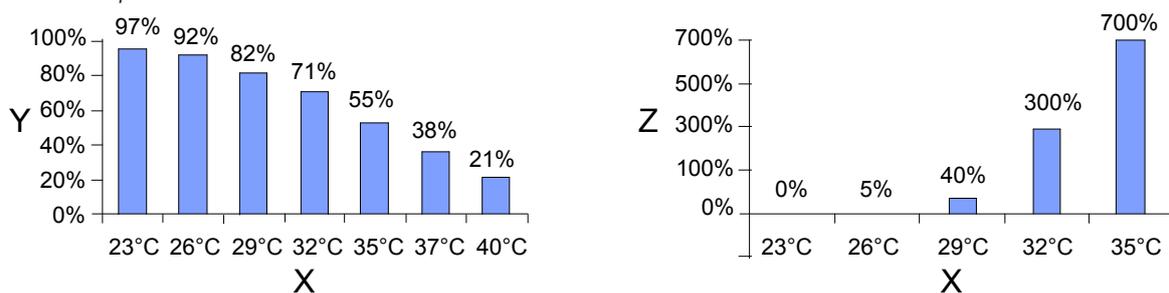
- ▶ abbassamento del morale, ritardi ed assenteismo
- ▶ riduzione di attenzione alla sicurezza, aumento della percentuale di infortuni
- ▶ potenziali danni alla salute
- ▶ riduzione della produttività, riduzione della qualità della produzione

È stato dimostrato da varie ricerche che questa condizione lavorativa influenza negativamente la produttività e la qualità della produzione, come indicato per esempio da un rapporto della NASA:

Tabella 2.1 NASA Report CR-1205-1

Temperatura ambiente	23 °C	26 °C	29 °C	32 °C	35 °C	37 °C	40 °C
Perdita di produttività	3%	8%	18%	29%	45%	62%	79%
Perdita di qualità	-	5%	40%	300%	700%	-	-

Figura 2.1 NASA Report CR-1205-1



X = temperatura interna

Y = produttività

Z = perdita di precisione

Il Report CR-1205-1 indica per esempio che quando la temperatura dell'ambiente raggiunge i 29 °C la produttività scende del 18% e

la qualità diminuisce del 40% a causa dell'aumento di errori nella lavorazione.

3 LA SOLUZIONE TECNICA

Per migliorare il microclima estivo all'interno di un locale di grandi dimensioni e raggiungere un adeguato livello di benessere occorre ventilare l'ambiente con aria raffreddata e garantire molti ricambi d'aria nuova per neutralizzare tutti gli apporti di calore.

Il rinnovo continuo dell'aria dell'ambiente impedisce l'accumulo di calore all'interno dell'edificio ed evita l'eccessivo aumento della

temperatura interna.

Il rinnovo dell'aria consente inoltre di migliorare il livello di igiene ambientale, per smaltire eventuali odori o atmosfere dannose per la salute delle persone e per migliorare la produttività e la sicurezza del personale.

Un impianto di ventilazione e raffrescamento con unità AD è

costituito da raffrescatori evaporativi che raffreddano l'aria con un principio naturale e non tramite un ciclo frigorifero.

Il raffrescatore evaporativo è una macchina che produce il raffreddamento dell'aria riducendo il calore sensibile in essa contenuto.

La riduzione del calore sensibile è dovuta al processo di evaporazione dell'acqua che entra in contatto con l'aria trattata: l'aria prelevata dall'esterno passa attraverso pannelli di cellulosa di struttura particolare bagnati d'acqua, cede parte del suo calore durante il processo di evaporazione dell'acqua ed abbassa la sua temperatura.

Un ventilatore, incorporato nel raffrescatore, provvede ad immettere in ambiente l'aria raffreddata.

3.1 RISULTATI E VANTAGGI

L'assenza di macchine frigorifere riduce del 70% il costo dell'impianto e dell'80% il consumo di energia elettrica, che viene ridotto a quella necessaria per il funzionamento del ventilatore, riduce notevolmente gli ingombri degli impianti e semplifica l'installazione, l'esercizio e la manutenzione.

In generale, i vantaggi ottenibili con questa soluzione sono:

- ▶ trattamento di grandi volumi d'aria per realizzare molti rinnovi d'aria orari
- ▶ raffreddamento dell'aria
- ▶ possibilità di sola ventilazione nelle stagioni meno calde
- ▶ possibilità di gestione parzializzata o differenziata per zone diverse del locale
- ▶ ridotti costi di impianto, di esercizio, di manutenzione
- ▶ assenza di utilizzo di gas refrigeranti dannosi all'ambiente (come CFC/HFC e gas serra)
- ▶ miglioramento dell'igiene nell'ambiente
- ▶ aumento della produttività, della qualità e della sicurezza del personale interno

3.2 FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

3.2.1 Ventilazione e lavaggio dell'ambiente

L'impianto di raffrescamento evaporativo è un sistema che lavora in regime dinamico e funziona sulla base di un principio naturale: esso introduce nel locale grandi quantità di aria esterna preventivamente raffreddata ed espelle l'aria calda esausta attraverso portoni, porte, finestre e altre aperture d'evacuazione che sono lasciate aperte.

Figura 3.1 Flusso dell'aria in ambiente



Tabella 3.1 Temperatura aria immessa in ambiente

Temperatura esterna	Umidità relativa dell'aria in ingresso						
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
25 °C	13,7	15,4	17,0	18,6	20,0	21,3	22,6
30 °C	17,0	19,1	21,0	22,8	24,4	26,0	27,4
35 °C	20,4	22,9	25,1	27,1	29,0	30,6	32,1
40 °C	23,0	26,0	29,0	31,5	33,5	36,5	38,0

Il principio di funzionamento è molto semplice: se l'impianto espelle tutta l'aria introdotta, il sistema produce il massimo rendimento, garantisce tutti i rinnovi d'aria previsti e raffresca l'ambiente alle condizioni di progetto.

È anche possibile avere una portata d'aria estratta leggermente inferiore rispetto alla portata d'aria introdotta (ma non inferiore all'80%), che permette di mantenere il locale raffrescato in leggera sovrappressione rispetto all'esterno, impedendo all'aria calda esterna di rientrare nel locale attraverso le aperture naturali.

La condizione ideale è quella di posizionare i diffusori d'aria lontano dalle aperture (finestre, portoni, ecc.) e distribuirli in modo uniforme all'interno del locale. Aprendo una finestra lontano dai diffusori, l'aria attraversa il locale raffrescandolo prima di essere espulsa. Calcolando le corrette dimensioni delle aperture di evacuazione si raggiunge la massima efficacia del sistema. L'impianto deve essere in grado di espellere il grande volume d'aria introdotto per non ridurre l'efficacia del sistema.

Se le aperture disponibili non sono sufficienti, occorre aggiungere dei sistemi di estrazione forzata dell'aria (torrini di estrazione).

Il mancato rispetto di queste condizioni preclude i ricambi d'aria previsti, riduce l'effetto raffrescante e fa aumentare il tasso di umidità relativa all'interno del locale.

3.3 PRESTAZIONI DEL SISTEMA

Il sistema di raffrescamento evaporativo sfrutta il processo di saturazione adiabatica dell'aria: l'aria umida non satura viene saturata portandola a strettissimo contatto con acqua, in modo che gli scambi di calore avvengano solo tra aria e acqua senza altri scambi con l'esterno del sistema.

Tutto il calore che l'acqua riceve dall'aria serve per farne evaporare una parte, quindi l'entalpia dell'acqua residua rimane invariata così come la sua temperatura. Ne consegue che anche l'entalpia dell'aria non varia.

La temperatura dell'aria perciò viene ridotta, fino portarsi al massimo alla temperatura dell'acqua, mentre la sua umidità aumenta.

Dato che l'entalpia dell'aria è la somma di elementi funzione della temperatura (calore sensibile) e di un elemento funzione dell'umidità (calore latente), se la sua temperatura diminuisce e l'umidità aumenta, significa che è diminuito il calore sensibile ed è aumentato il calore latente (entalpia invariata). Naturalmente il sistema aumenta la sua capacità di raffreddamento dell'aria al diminuire dell'umidità relativa dell'aria esterna: più l'aria esterna di ricambio è secca, più alta è la sua possibilità di saturazione, più alta è la riduzione del calore sensibile in essa contenuto, quindi maggiore è la diminuzione della temperatura dell'aria ottenibile.

La capacità di raffreddamento dell'aria è anche dovuta alle caratteristiche tecniche del dispositivo di scambio (l'evaporatore) ovvero alla sua efficienza di saturazione: infatti tanto maggiori sono il tempo e la superficie di contatto fra l'aria e l'acqua, tanto più l'acqua evapora e la temperatura dell'aria (il calore sensibile) diminuisce.

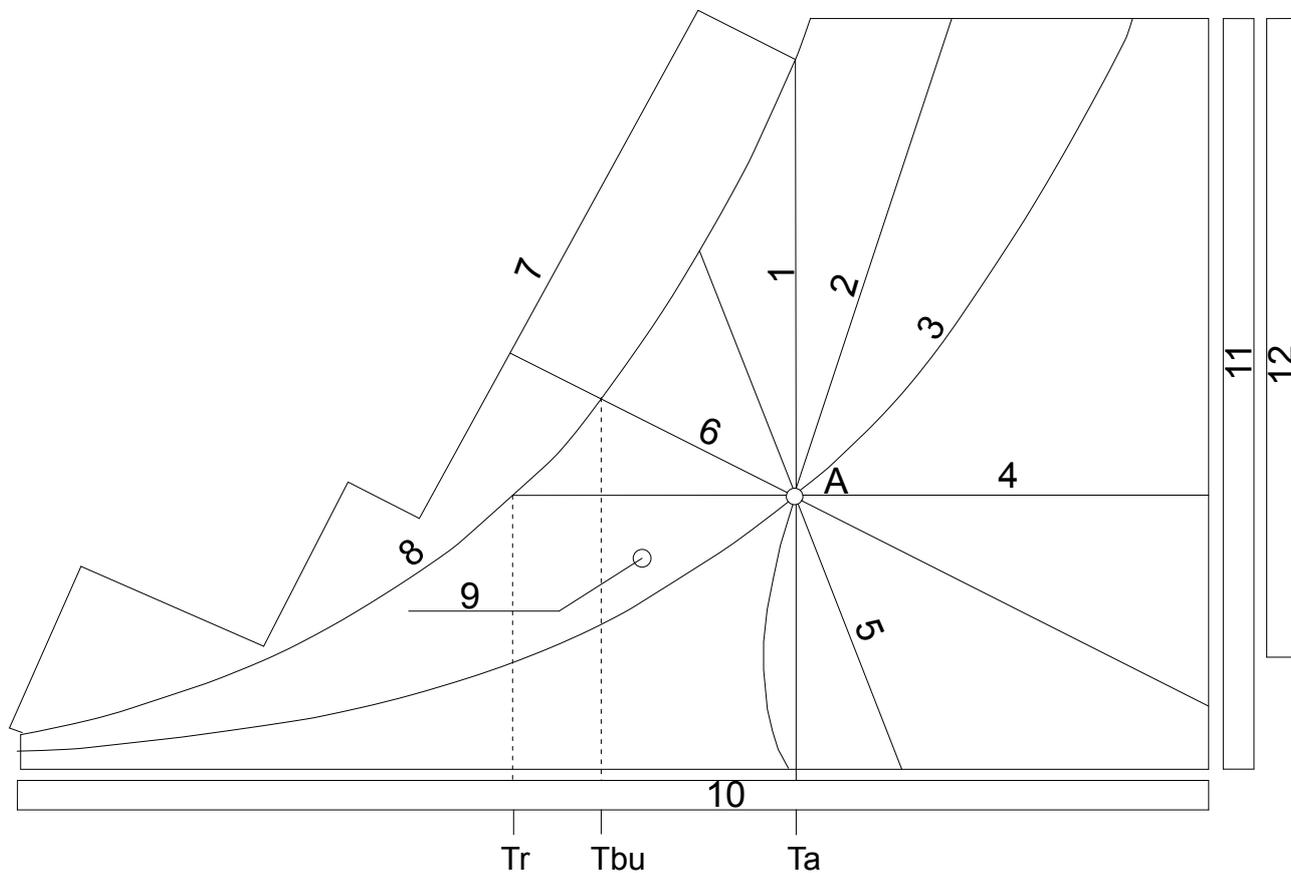
Il raffrescatore evaporativo AD è dotato di un gruppo evaporante ad alta efficienza di saturazione che produce un buon livello di raffrescamento anche a valori di umidità relativa dell'aria esterna intorno al 70%.

La temperatura dell'aria immessa in ambiente è funzione delle diverse condizioni dell'aria esterna, secondo la Tabella 3.1 p. 5.

4 DIAGRAMMA PSICROMETRICO DELL'ARIA

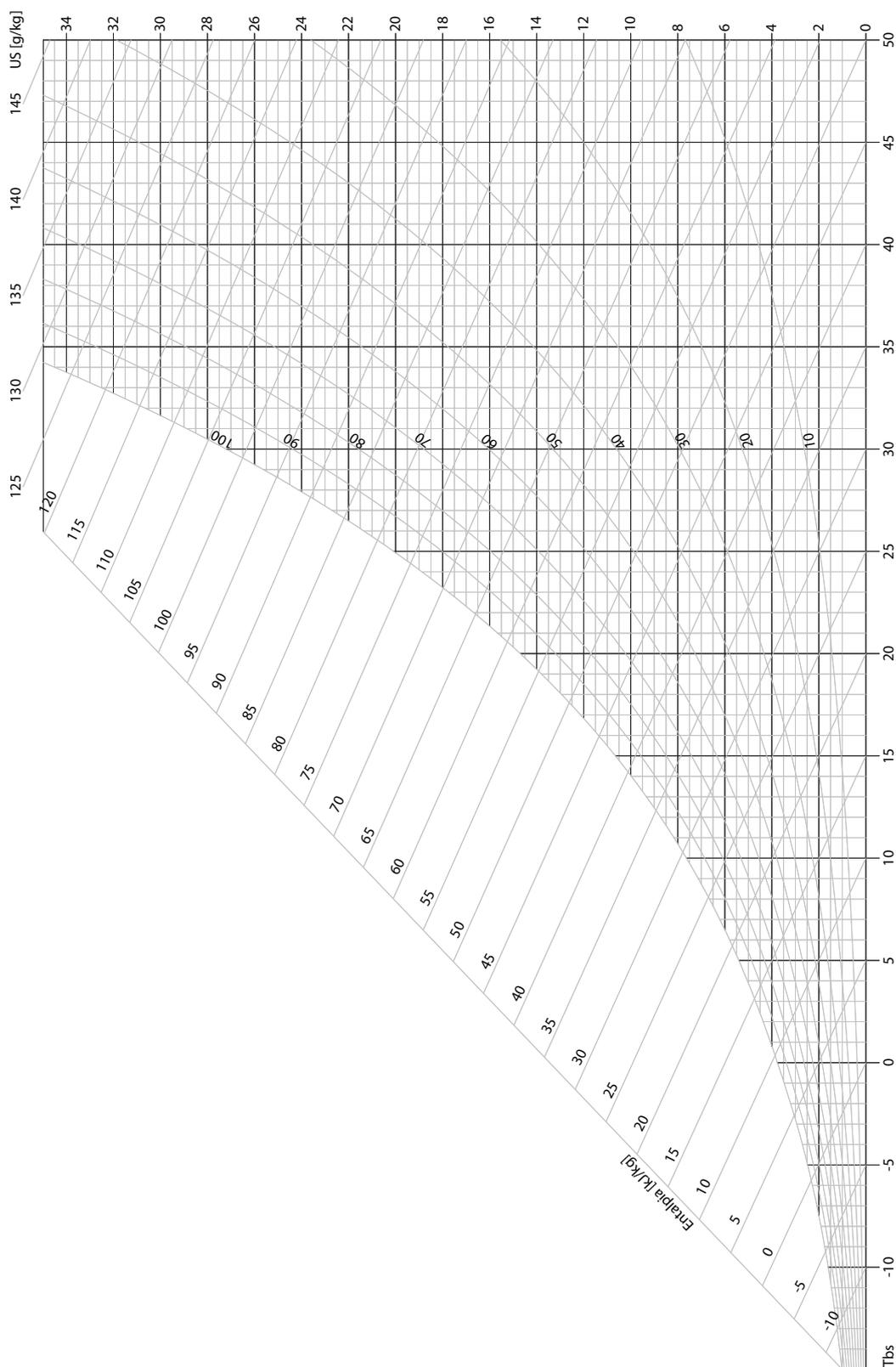
Le prestazioni di un sistema di raffreddamento evaporativo variano in funzione delle condizioni fisiche dell'aria trattata, dipendono dall'efficienza di saturazione del pacco evaporativo e si possono ricavare utilizzando il diagramma psicrometrico dell'aria.

Figura 4.1 Diagramma psicrometrico dell'aria - legenda



- | | | | | | |
|---|--------------------------|----|-------------------------|-----|-------------------------|
| 1 | Temperatura secca | 6 | Temperatura umida | 11 | Umidità specifica |
| 2 | Deviazione dell'entalpia | 7 | Entalpia | 12 | Fattore termico |
| 3 | Umidità relativa | 8 | Curva di saturazione | Ta | Temperatura ambiente |
| 4 | Umidità specifica | 9 | Polo | Tr | Temperatura di rugiada |
| 5 | Volume specifico | 10 | Temperatura bulbo secco | Tbu | Temperatura bulbo umido |

Figura 4.2 Diagramma psicrometrico dell'aria



Occorre quindi precisare che l'impianto di raffreddamento evaporativo fornisce un diverso grado di comfort all'ambiente al variare delle condizioni fisiche dell'aria esterna, e non può garantire condizioni di temperatura ed umidità costanti e predefinite.

5 IL RAFFRESCATORE EVAPORATIVO

Il raffrescatore evaporativo AD è una macchina alimentata da corrente elettrica e da acqua di rete, che viene installata sul tetto o sulla parete esterna o in corrispondenza di una finestra dell'ambiente da ventilare e raffrescare.

Ad essa vengono collegate delle canalizzazioni e dei diffusori dell'aria per la distribuzione dell'aria raffreddata in ambiente.

I raffrescatori sono dotati di struttura esterna portante in ABS che ne garantisce la protezione dalle intemperie ed una particolare leggerezza, aspetto molto importante in relazione alla limitata portata di tetti e pareti degli edifici.

I raffrescatori sono dotati di:

- ▶ elettroventilatori a basso consumo
- ▶ sistema di carico acqua con elettrovalvola
- ▶ sistema di distribuzione acqua con elettropompa
- ▶ pannelli evaporanti ad alta efficienza di saturazione
- ▶ sistema di scarico automatico dell'acqua
- ▶ sistema di autolavaggio periodico di tutto il circuito idraulico e dei pannelli evaporanti
- ▶ quadro elettronico di comando e funzionamento

5.1 FUNZIONAMENTO DEL RAFFRESCATORE

Ogni raffrescatore è dotato di un quadro elettronico remoto di comando e funzionamento, per la regolazione della velocità dell'aria e per la scelta delle varie funzioni:

- ▶ solo ventilazione
- ▶ ventilazione e raffrescamento

Il quadro contiene l'unità logica per l'impostazione delle funzioni necessarie al funzionamento del raffrescatore, fra le quali l'autolavaggio periodico dei pannelli evaporanti ed il lavaggio e lo scarico di fine ciclo; tali funzioni sono indispensabili per il mantenimento nel tempo di elevate prestazioni della macchina e per evitare la proliferazione di forme batteriche.

In relazione al comando remoto scelto ed utilizzato, è possibile anche regolare il microclima in ogni zona secondo le reali necessità del momento e della stagione o secondo la percezione personale dell'operatore direttamente interessato, grazie al temporizzatore settimanale e giornaliero, alla percentuale massima di umidità relativa richiesta ed alla velocità del ventilatore.

- ▶ Al comando di avviamento della macchina la valvola di scarico dell'acqua (normalmente aperta) si chiude, la valvola di carico dell'acqua si apre e consente l'ingresso dell'acqua nella vasca di raccolta. Un livellostato limita il carico dell'acqua alla quantità necessaria al ciclo di raffreddamento.
- ▶ Una elettropompa di ricircolo provvede al sollevamento dell'acqua fino al circuito distributore che bagna i pannelli evaporanti.
- ▶ L'elettroventilatore si avvia e aspira l'aria esterna attraverso i pannelli evaporanti bagnati e la immette in ambiente attraverso la bocca di mandata.
- ▶ L'acqua che evapora durante il ciclo viene reintegrata su comando del livellostato della vasca di raccolta.
- ▶ Agendo sul quadro di comando è possibile interrompere la funzione di raffrescamento e far funzionare la macchina solo in ventilazione e garantire comunque i ricambi d'aria previsti.
- ▶ Agendo sul regolatore della velocità del ventilatore è possibile personalizzare il flusso e la quantità d'aria immessa in ambiente.

5.2 DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI AUTOLAVAGGIO

Il raffrescatore è dotato di un sistema di autolavaggio del pacco evaporativo e della vasca di raccolta acqua che, ad intervalli programmati, si aziona automaticamente per mantenere un alto livello di pulizia ed efficienza di saturazione.

È previsto un ciclo di autolavaggio automatico ogni 3 ore (standard): la macchina sospende il suo ciclo di evaporazione per alcuni minuti, l'acqua contenuta nella vasca viene scaricata e sostituita con acqua pulita che viene fatta circolare attraverso i pacchi evaporativi in modo da dilavare i residui di sali minerali ed eventuali altri depositi.

La ripetitività di questi lavaggi impedisce la cristallizzazione dei minerali e di altri elementi sui pacchi evaporativi ed in tutto il circuito, ne garantisce una lunga durata e mantiene un'alta efficienza di saturazione.

Ogni volta che l'unità si spegne, viene effettuato un ultimo ciclo di lavaggio.

Al termine, il raffrescatore scarica tutta l'acqua contenuta al suo interno per evitare che il ristagno d'acqua possa causare lo sviluppo di forme batteriche e la formazione di incrostazioni calcaree.

Figura 5.1 Pannelli evaporanti di cellulosa



Figura 5.2 Pompa di ricircolo e impianto di distribuzione acqua



Figura 5.3 Dispositivo automatico di lavaggio e svuotamento

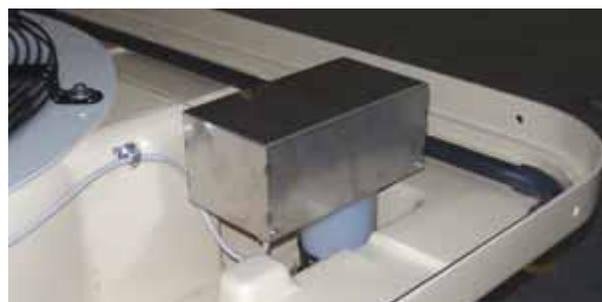


Figura 5.4 Dispositivo di scarico acqua



5.3 MANUTENZIONE ORDINARIA

La manutenzione ordinaria del raffrescatore evaporativo è limitata alla pulizia di fine stagione che comprende il lavaggio del circuito di distribuzione dell'acqua, dei pacchi evaporativi, della pompa di ricircolo e della vasca di raccolta acqua.

Nella stagione invernale è necessario scaricare tutta l'acqua contenuta nell'impianto di adduzione per evitare danni causati dal gelo. Il raffrescatore può essere coperto con una copertura invernale (optional OCPR003 per AD14, optional OCPR004 per AD20) per proteggerlo dalle intemperie e per evitare l'ingresso di aria fredda nell'ambiente.

Ogni tre/quattro anni si consiglia di sostituire i pacchi evaporativi.

6 PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO E VENTILAZIONE

L'obiettivo dell'impianto è quello di raffrescare e ventilare un locale di grandi dimensioni durante le stagioni calde, abbassando la temperatura dell'aria interna rispetto a quella esterna e realizzando i ricambi d'aria necessari per migliorare il microclima all'interno dell'ambiente.

L'abbassamento della temperatura interna aiuterà a neutralizzare gli apporti di calore provenienti dalle strutture del fabbricato, dall'irraggiamento del sole, dagli impianti di processo presenti all'interno. I ricambi d'aria aiuteranno a smaltire l'aria esausta e gli eventuali fumi, vapori, odori o altri aeriformi, spesso nocivi alla salute dei lavoratori.

L'efficienza di raffrescamento non è relativa solo all'efficienza dell'unità impiegata, ma anche alla progettazione della canalizzazione e all'installazione. Soffitti isolati diminuiranno la temperatura interna significativamente rispetto a soffitti non isolati. Lo stesso concetto è applicabile per la canalizzazione dell'aria.

Per dimensionare l'impianto dobbiamo tenere conto di quattro elementi fondamentali:

1. le condizioni esterne estive di progetto
2. l'altezza di installazione dei diffusori dell'aria in ambiente
3. il numero dei ricambi d'aria necessari secondo il tipo di attività svolta nel locale
4. l'evacuazione dell'aria esausta

6.1 CONDIZIONI ESTERNE ESTIVE DI PROGETTO

Come già visto, il raffrescatore evaporativo AD è un sistema che lavora in regime dinamico e funziona sulla base di un principio naturale: esso introduce nel locale grandi quantità di aria esterna raffreddata ed espelle l'aria calda esausta attraverso porte, finestre e altre aperture d'evacuazione.

Il raffreddamento dell'aria prelevata dall'esterno ed immessa in ambiente è funzione delle condizioni climatiche esterne (Tabella 3.1 p. 5).

6.2 ALTEZZA DI INSTALLAZIONE DEI DIFFUSORI DELL'ARIA IN AMBIENTE

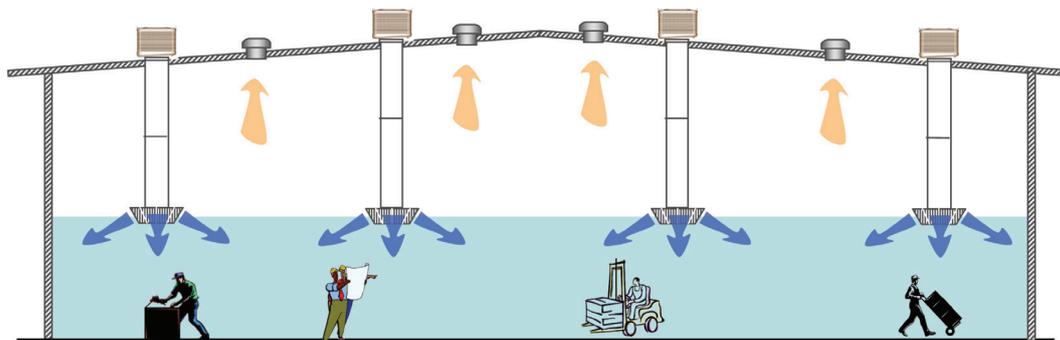
L'aria proveniente dai raffrescatori tende a scendere verso il pavimento e a sospingere in alto quella più calda. La zona di influenza che ci interessa è quella dove operano le persone, quindi il volume da raffrescare è quello compreso tra il pavimento e la quota di diffusione dell'aria raffrescata.

Per consentire il normale svolgimento dell'attività occorre installare i diffusori dell'aria a non meno di 4 metri da terra e, per non raffreddare inutilmente anche la parte alta del locale, si consiglia di non superare i 6 metri di altezza.

Si fa notare che più si alza la quota di installazione dei diffusori, più si riduce l'effetto di raffrescamento a pavimento.

Il volume da trattare è quindi pari alla superficie dell'area interessata moltiplicata per l'altezza da terra dei diffusori.

Figura 6.1 Posizionamento diffusori ed estrattori



6.3 NUMERO DEI RICAMBI D'ARIA NECESSARI IN BASE ALL' ATTIVITÀ SVOLTA NEL LOCALE

Individuato il volume da raffrescare, occorre moltiplicarlo per il numero di ricambi/ora necessari secondo il tipo di attività. Si ricava così la quantità dell'aria da immettere nel locale per garantire i ricambi previsti ed il raffrescamento dell'ambiente.

La Tabella 6.1 p. 10 indica i ricambi d'aria minimi suggeriti per diverse attività.

Tabella 6.1 Ricambi d'aria in funzione dell'attività

Attività	Ricambi d'aria	
Uffici e negozi	v/h	8 ÷ 10
Lavorazioni leggere (magazzini, aree di stoccaggio)	v/h	10 ÷ 15
Lavorazioni medie (zone produttive e di assemblaggio)	v/h	15 ÷ 20
Lavorazioni pesanti (presenza di forni, macchine con moderato sviluppo di calore)	v/h	20 ÷ 30
Condizioni estreme (fonderie, forni con elevato sviluppo di calore)	v/h	30 ÷ 40

v/h = volumi/ora.

6.4 EVACUAZIONE DELL'ARIA ESAUSTA

Individuata la quantità d'aria da immettere in ambiente occorre calcolare la dimensione delle aperture necessarie all'evacuazione dell'aria esausta.

L'impianto prevede l'immissione di aria raffrescata nel locale e l'evacuazione di almeno l'80% di essa attraverso aperture naturali o sistemi di estrazione forzata.

L'evacuazione di una quantità d'aria pari ad almeno l'80% di quella immessa è indispensabile per garantire i rinnovi previsti, per garantire l'effetto di raffrescamento e per evitare l'aumento della percentuale di umidità relativa nell'ambiente.

L'evacuazione di una quantità d'aria leggermente inferiore a quella

immessa (ma non inferiore all'80%) permette di mantenere il locale raffrescato in leggera sovrappressione rispetto all'esterno, impedendo all'aria calda esterna di rientrare nel locale attraverso le aperture naturali.

L'aria prodotta dai raffrescatori contiene una percentuale di umidità relativa superiore a quella dell'aria esterna e a quella dell'aria dell'ambiente interno: è proprio questa caratteristica che produce l'effetto raffrescante. Perché questo sia efficace, tuttavia, essa deve attraversare il locale e poi uscire. In questo modo la percentuale di umidità relativa dell'aria dell'ambiente non aumenterà e l'effetto raffrescante sarà assicurato.

Per evacuare l'aria esausta occorrono aperture naturali di circa 1 m² per 1000 m³ di aria.

Se è necessario quindi far evacuare 10000 m³ d'aria occorreranno circa 10 m² di aperture naturali.

È importante che le aperture (finestre, porte, portoni, lucernari,...) non siano concentrate in un'unica posizione o solo da una parte dell'ambiente, ma che siano distribuite un po' in tutto l'edificio per consentire la ventilazione ed il raffrescamento di tutto il locale e non solo di una parte di esso.

Il risultato migliore si ottiene quando si dispone anche di aperture a soffitto, quali lucernari o estrattori naturali: attraverso queste aperture è possibile scaricare la massa d'aria calda che normalmente si accumula e ristagna sotto la copertura.



Se le aperture naturali sono in quantità superiore a quella necessaria per l'evacuazione dell'aria esausta o la portata d'aria estratta è superiore all'80% di quella immessa, si corre il rischio di richiamare altra aria calda dall'esterno e di ridurre l'effetto raffrescante.

Se in ambiente sono già presenti dei sistemi di estrazione forzata sempre in funzione bisogna tenere conto della loro portata e sottrarla al computo delle aperture necessarie.

È assolutamente necessario accertarsi che ci sia il corretto bilanciamento tra la quantità d'aria in entrata e quella in uscita.

7 SCELTA DEI MODELLI E DEL NUMERO DI RAFFRESCATORI DA INSTALLARE

La scelta dei modelli e del numero di raffrescatori AD da installare dipende dalle esigenze del committente, dalle diverse possibilità di posizionamento dei raffrescatori e delle canalizzazioni dell'aria, considerando che la quota di installazione dei diffusori dell'aria non dovrebbe superare i 6 m da terra.

La scelta ideale è quella di installare i raffrescatori sulla copertura del fabbricato ed entrare con le canalizzazioni attraverso i lucernari. La quantità di raffrescatori da installare dipende dalla portata d'aria di immissione calcolata:

Numero raffrescatori = portata aria complessiva (m³/h) / portata aria dei raffrescatori scelti (m³/h).



È importante distribuire l'aria nell'ambiente nel modo più uniforme possibile.

7.1 GAMMA DISPONIBILE

I raffrescatori evaporativi AD sono disponibili in due modelli, che si differenziano per la portata aria massima erogabile:

- ▶ AD14 con portata aria fino a 13000 m³/h
- ▶ AD20 con portata aria fino a 20000 m³/h

Per ciascun modello sono disponibili tre differenti versioni, due delle quali dotate di un comando remoto base (ECO) o evoluto (EVO) indipendente per ogni unità, e la terza (SC) adatta alla gestione centralizzata di un impianto composto da un massimo di 30 unità, da

associare ad un sistema di controllo centralizzato, fornito da Robur. Le tre versioni possono essere riassunte come di seguito:

- ▶ AD14/AD20 ECO: provviste del comando remoto base ECO (Paragrafo 10.1 p. 13).
- ▶ AD14/AD20 EVO: provviste del comando remoto evoluto EVO (Paragrafo 10.2 p. 14).
- ▶ AD14/AD20 SC: prive di comando remoto individuale, ma predisposte per un controllo centralizzato (Paragrafi 10.3 p. 14 e 10.4 p. 16).

7.2 ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO

Superficie dell'edificio da raffrescare: 2000 m²

Altezza dell'edificio: 8 m

Altezza dei diffusori aria raffrescata: 5 m

Tipo di attività svolta all'interno: lavorazione media

Ricambi d'aria previsti: 15 v/h

Volume netto da raffrescare: 2000 x 5 = 10000 m³

Portata aria complessiva necessaria: 10000 x 15 = 150000 m³

Portata aria singolo raffrescatore: 20000 m³/h (modello AD20)

Numero raffrescatori da prevedere: 150000/20000 = 8 AD20

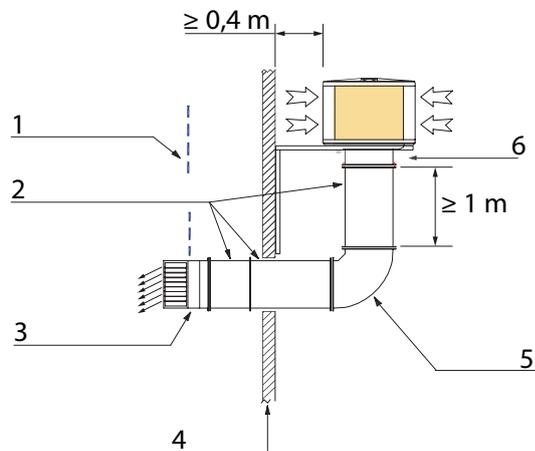
7.3 INSTALLAZIONE DEI RAFFRESCATORI

Le opere di installazione sono molto semplici e consistono nello staffaggio delle macchine nella posizione prescelta, nel collegamento

delle canalizzazioni e dei diffusori dell'aria, nella realizzazione della rete idrica di adduzione e scarico acqua e della rete di alimentazione elettrica e nel collegamento del quadro elettronico di comando e funzionamento.

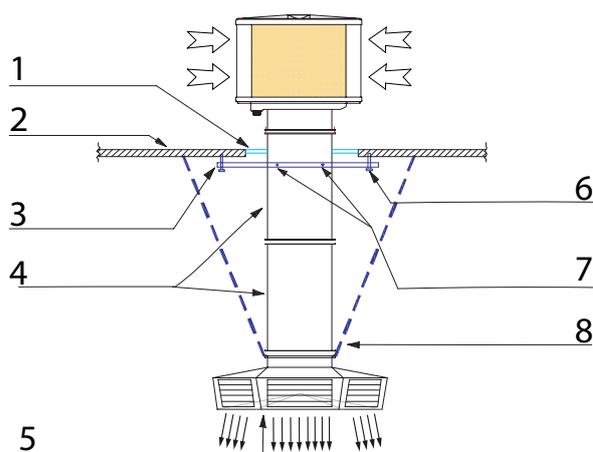
Le Figure di seguito riportano degli esempi di installazione.

Figura 7.1 Esempio di installazione



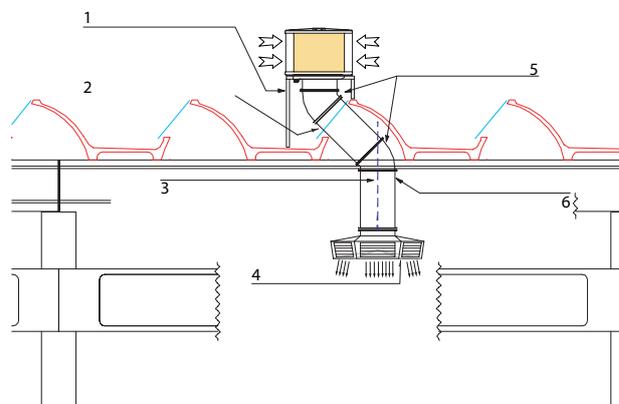
- 1 Catene in acciaio zincato o inox per il fissaggio dei canali a soffitto
- 2 Canale con flange e guarnizioni in neoprene
- 3 Diffusore a 2 vie con alette orientabili
- 4 Muro
- 5 Curva a 90° con flange e guarnizioni in neoprene
- 6 Telaio di sostegno

Figura 7.2 Esempio di installazione



- 1 Lucernario
- 2 Copertura
- 3 Staffe in acciaio inox
- 4 Canale con flange e guarnizioni in neoprene
- 5 Diffusore a 6 vie con alette orientabili
- 6 Tasselli per vincolare le staffe a soffitto
- 7 Viti per vincolare il canale alle staffe
- 8 Catene in acciaio zincato o inox per il fissaggio dei canali a soffitto

Figura 7.3 Esempio di installazione



- 1 Telaio di sostegno
- 2 Canale con flange e guarnizioni in neoprene
- 3 Catene in acciaio zincato o inox per il fissaggio dei canali a soffitto
- 4 Diffusore a 6 vie con alette orientabili
- 5 Curva a 45° con flange e guarnizioni in neoprene
- 6 Canale con flange e guarnizioni in neoprene

8 IMPIANTI IDRAULICO ED ELETTRICO

8.1 IMPIANTO IDRAULICO

L'acqua necessaria per il funzionamento del raffrescatore può essere prelevata direttamente dalla rete idrica locale.

Si raccomanda l'utilizzo di acqua potabile, di durezza non superiore ai 27 °f e non inferiore ai 7 °f.

Non utilizzare acqua demineralizzata, in quanto potenzialmente aggressiva verso alcuni materiali presenti nell'apparecchio.

È necessario dotare la rete di distribuzione di un adeguato filtro che impedisca il passaggio di elementi solidi, quali sabbia e terra.

i La rete idrica deve garantire per ogni unità una portata minima di 7 l/min ad una pressione di 1,5÷3 bar

(pressione massima consentita: 6 bar).

Si consiglia di realizzare la rete di alimentazione dell'acqua all'interno del fabbricato per proteggerla dal gelo durante la stagione invernale e dall'irraggiamento del sole durante l'estate; in caso contrario si raccomanda di posare una tubazione adeguatamente isolata.

Il raffrescatore evaporativo AD è dotato di attacco per l'alimentazione dell'acqua posizionato nella parte inferiore della struttura esterna (dettaglio A Figure 12.1 p. 20 e 12.2 p. 20).

Si raccomanda di installare un rubinetto di intercettazione all'ingresso dell'unità e realizzare il collegamento alla rete idrica con un tubo flessibile di acciaio inox.

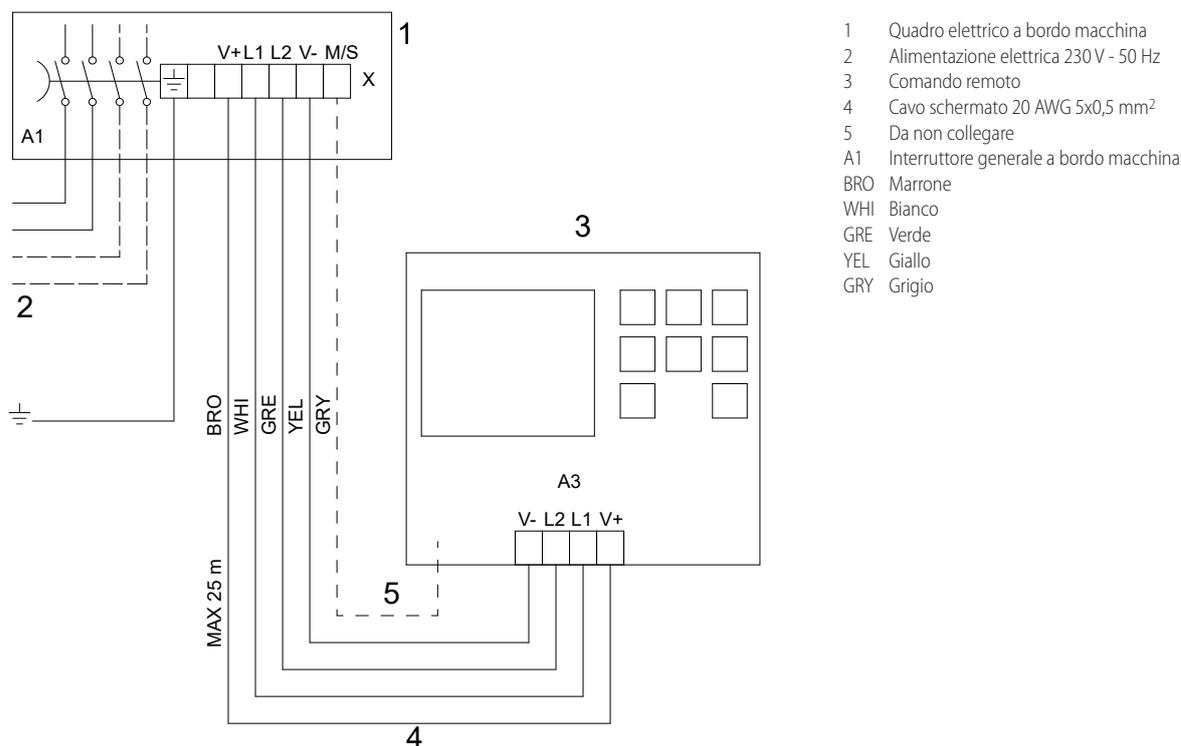
Si raccomanda di prevedere la possibilità di svuotare tutto l'impianto di alimentazione dell'acqua prima dell'inizio della stagione invernale per evitare danni dovuti al gelo.

Il raffrescatore evaporativo è dotato di un manicotto posizionato nella parte inferiore della struttura esterna per il collegamento della condotta di scarico dell'acqua dei lavaggi periodici. Per le dimensioni degli attacchi idrici ed i consumi d'acqua fare riferimento alla Tabella 12.1 p. 19.

8.2 IMPIANTO ELETTRICO

La tensione di alimentazione delle unità AD è 230 V - 50 Hz. L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alle norme vigenti del paese in cui la macchina verrà installata.

Figura 8.1 Schema elettrico



Il raffrescatore deve essere collegato al comando remoto scelto (Paragrafo 10 p. 13), che normalmente viene installato nell'ambiente raffrescato.

Per il collegamento del comando remoto utilizzare un cavo schermato 20 AWG 5x0,5 mm² con sviluppo massimo 25 metri.

Nel caso di utilizzo del controllo centralizzato OCDS010/OCDS011 (Paragrafo 10.3 p. 14) o del router ODSP035 (Paragrafo 10.4 p. 16) la connessione di rete deve essere realizzata mediante un cavo schermato in grado di garantire un isolamento doppio verso le parti in tensione, con sezione minima di 0,5 mm². Si consiglia l'uso del cavo Belden modello 8762 con guaina in PVC 2 poli più

calza, 20 o 22 AWG, capacità nominale tra i conduttori 89 pF, capacità nominale tra conduttore e calza 161 pF o di un cavo equivalente per reti RS485 che abbia le seguenti caratteristiche:

- 20 o 22 AWG
- conduttori di rame intrecciati
- impedenza caratteristica 120 Ω
- schermatura a calza

La lunghezza massima della rete è di 1000 m e 30 schede di rete collegate al controllo centralizzato, oppure 150 m per tratta e 4 raffrescatori collegati al router ODSP035.

9 VALUTAZIONE DELL'EFFETTIVA EFFICIENZA DEI RAFFRESCATORI

9.1 IL CONSUMO DI ACQUA È SINONIMO DI EFFICIENZA

Queste apparecchiature basano il loro principio di funzionamento sulla capacità di fare evaporare dell'acqua utilizzando il calore contenuto nell'aria trattata dal raffrescatore. In altre parole, maggiore è il consumo di acqua, maggiore sarà l'effetto raffrescante.

Utilizzando i parametri di Tabella 9.1 p. 13 possiamo stimare che per ogni litro di acqua fatto evaporare da 1000 m³ di aria, si avrà una riduzione della temperatura dell'aria di circa 2 °C.

Tabella 9.1 Parametri aria e acqua

Calore latente di evaporazione acqua	J/kg	2260000
Densità acqua	kg/m ³	997
Calore specifico aria	J/kg @40 °C	1005,5
Densità aria	kg/m ³	1,14

Nel caso di un raffrescatore AD14 abbiamo:

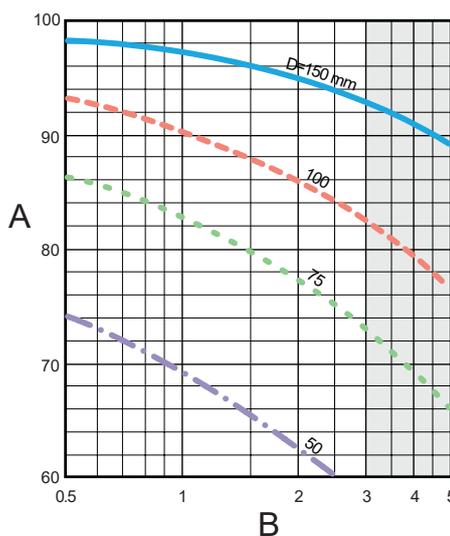
- ▶ portata aria: 13000 m³/h
- ▶ consumo di acqua: 43 l/h
- ▶ salto di temperatura dell'aria in uscita: 6,5 °C

In linea generale, qualora si volesse fare un confronto con altre tipologie di raffrescatori, minore è il consumo di acqua dichiarato, minore sarà effetto di raffrescamento ottenibile.

9.2 VELOCITÀ DI ATTRAVERSAMENTO DEI PACCHI EVAPORATIVI

Anche la velocità di attraversamento dei pacchi evaporativi dell'aria trattata concorre all'efficienza dell'apparecchiatura nel suo complesso. Infatti, i produttori dei pacchi evaporativi forniscono solitamente un grafico nel quale si può dedurre l'efficienza di scambio in relazione alla velocità dell'aria (e quindi della portata d'aria del raffrescatore): più alta è la velocità, minore è l'efficienza di scambio (Figura 9.1 p. 13).

Figura 9.1 Diagramma efficienza di saturazione del pacco evaporativo



A Efficienza di saturazione (%)
 B Velocità dell'aria (m/s)
 La zona in grigio evidenzia le condizioni in cui si forma condensa.

Inoltre, se la velocità di attraversamento si avvicina ai 3 m/s, potrebbero innescarsi fenomeni di trascinamento delle goccioline di acqua presenti sul bordo dei pacchi evaporativi, con la conseguente immissione di acqua nell'ambiente raffrescato.

Nel caso di un raffrescatore AD14 abbiamo:

- ▶ superficie netta di scambio: 2,7 m²
- ▶ portata aria: 13000 m³/h
- ▶ velocità: 1,33 m/s

La velocità di attraversamento progettata per le unità AD Robur consente una buona efficienza di scambio del pacco evaporativo e una velocità sufficientemente bassa da scongiurare fenomeni di trascinamento delle gocce d'acqua nell'aria di raffrescamento.

10 LE SOLUZIONI PER IL CONTROLLO E LA REGOLAZIONE

I raffrescatori evaporativi sono disponibili in tre differenti versioni, due delle quali dotate di un comando remoto base (ECO) o evoluto (EVO) indipendente per ogni unità, e la terza (SC) adatta alla gestione centralizzata di un impianto composto da un massimo di 30 unità, da associare ad un sistema di controllo centralizzato, fornito da Robur.

Le tre versioni possono essere riassunte come di seguito:

- ▶ AD14/AD20 ECO: provviste del comando remoto base ECO (Paragrafo 10.1 p. 13).
- ▶ AD14/AD20 EVO: provviste del comando remoto evoluto EVO (Paragrafo 10.2 p. 14).
- ▶ AD14/AD20 SC: prive di comando remoto individuale, ma predisposte per un controllo centralizzato (Paragrafi 10.3 p. 14 e 10.4 p. 16).

10.1 COMANDO REMOTO BASE ECO

Figura 10.1 Comando remoto base ECO



Il comando remoto base ECO è il sistema di controllo base per i raffrescatori evaporativi AD.

Le funzioni del comando remoto base ECO sono:

- ▶ Accensione/spengimento dell'unità.
- ▶ Selezione raffrescamento/ventilazione.
- ▶ Selezione velocità di ventilazione (3 livelli).
- ▶ Diagnostica di eventuali anomalie.

Tutte le impostazioni vanno fatte manualmente, non essendo prevista per questo comando una programmazione oraria.

Per lo schema elettrico di collegamento fare riferimento alla Figura

8.1 p. 12.

Tabella 10.1 Caratteristiche tecniche comando ECO

Contenitore	box plastico, dimensioni: 120x82x30 mm
Montaggio	a muro
Mantenimento dati	su memoria EEPROM
Protezione	IP00
Condizioni di utilizzo	temperatura ambiente -10 ÷ 60 °C temperatura di immagazzinamento -20 ÷ 70 °C
Umidità relativa ambiente	20 ÷ 80%, senza condensa
Connessioni	morsetti a vite per fili con sezione max di 2,5 mm ²
Display	display 4 digits + 4 icone + LED
Comunicazione seriale	1 interfaccia iFS seriale TTL

10.2 COMANDO REMOTO EVOLUTO EVO

Figura 10.2 Comando remoto evoluto EVO

Il comando remoto evoluto EVO è il sistema di controllo evoluto per i raffrescatori evaporativi AD, che comprende una sonda di umidità e temperatura già montata e collegata al controllo.

Le funzioni del comando remoto evoluto EVO sono:

- ▶ Selezione funzionamento automatico/manuale.
- ▶ Selezione raffrescamento/ventilazione.
- ▶ Selezione automatica o manuale della velocità di ventilazione (3 livelli).
- ▶ Rilevazione della temperatura ambiente tramite termostato integrato.
- ▶ Rilevazione dell'umidità ambiente tramite umidostato integrato.
- ▶ Funzionamento automatico sulla base del setpoint impostato.
- ▶ Programmazione giornaliera degli orari di funzionamento.
- ▶ Diagnostica di eventuali anomalie.

Il comando EVO può garantire una regolazione automatica del raffrescatore, grazie alla sonda di temperatura e umidità, potendo regolare di conseguenza la velocità del ventilatore sui 3 livelli disponibili. Con il comando EVO è anche possibile impostare una programmazione oraria giornaliera, potendo impostare anche la modalità raffrescamento o sola ventilazione.

Per lo schema elettrico di collegamento fare riferimento alla Figura 8.1 p. 12.

Tabella 10.2 Caratteristiche tecniche comando EVO

Contenitore	box plastico, dimensioni: 180x150x65 mm più sensore umidità
Montaggio	a muro
Mantenimento dati	su memoria EEPROM
Protezione	IP54
Condizioni di utilizzo	temperatura ambiente -10 ÷ 60 °C temperatura di immagazzinamento -20 ÷ 70 °C
Umidità relativa ambiente	20 ÷ 80%, senza condensa
Connessioni	morsetti a vite per fili con sezione max di 2,5 mm ²
Display	display 4 digits + 10 icone + LED
Ingressi	sensore digitale di temperatura ed umidità (0 ÷ 99 RH precisione a 25 °C: ± 3% F.S.), già collegato e cablato
Comunicazione seriale	1 interfaccia iFS seriale TTL

10.3 CONTROLLO CENTRALIZZATO OCDS010/OCDS011

Figura 10.3 Scheda di rete OCDS009

Figura 10.4 Controllo centralizzato OCDS010/OCDS011



Il controllo centralizzato OCDS010/OCDS011 permette di gestire in maniera centralizzata degli impianti composti da più raffrescatori in versione SC (fino ad un massimo di 30).

Le funzioni del controllo centralizzato sono:

- ▶ Visualizzazione e impostazione data e ora delle schede di rete.
- ▶ Visualizzazione temperatura e umidità misurate dalle schede di rete.
- ▶ Visualizzazione e modifica setpoint di temperatura e umidità

relativa di ogni singola scheda di rete.

- ▶ Visualizzazione e modifica dei parametri dei dispositivi di rete (schede di rete e raffrescatori).
- ▶ Accensione/spengimento di ogni singola scheda di rete.
- ▶ Programmazione giornaliera degli orari di funzionamento dell'intero impianto.
- ▶ Selezione funzionamento automatico/manuale/spento per ogni singolo raffrescatore.
- ▶ Selezione raffrescamento/ventilazione/off per ogni singolo raffrescatore.
- ▶ Diagnostica di eventuali anomalie.
- ▶ Blocco tastiera tramite chiave in dotazione.

Ogni raffrescatore dovrà essere in versione SC (senza controllo individuale) e dovrà essere equipaggiato con una scheda di rete (optional OCDS009, provvista di sensore temperatura e umidità già montato e collegato alla scheda), che comunica con il quadro elettrico di controllo centralizzato via SC bus (OCDS010) ed eventualmente mette a disposizione un'interfaccia Modbus aggiuntiva (OCDS011). OCDS010 è la versione del controllo centralizzato che comunica esclusivamente tramite SC bus, idonea qualora il controllo centralizzato non sia collegato ad altri dispositivi di supervisione esterni. OCDS011 è la versione del controllo centralizzato che comunica con le schede di rete tramite SC bus, ma è provvista di un'interfaccia Modbus aggiuntiva, idonea per il collegamento con sistemi di supervisione esterni (ad esempio un BMS).

Nella Figura 10.5 p. 16 seguente è riportato lo schema elettrico di collegamento delle schede di rete al quadro elettrico di controllo (OCDS010 o OCDS011).

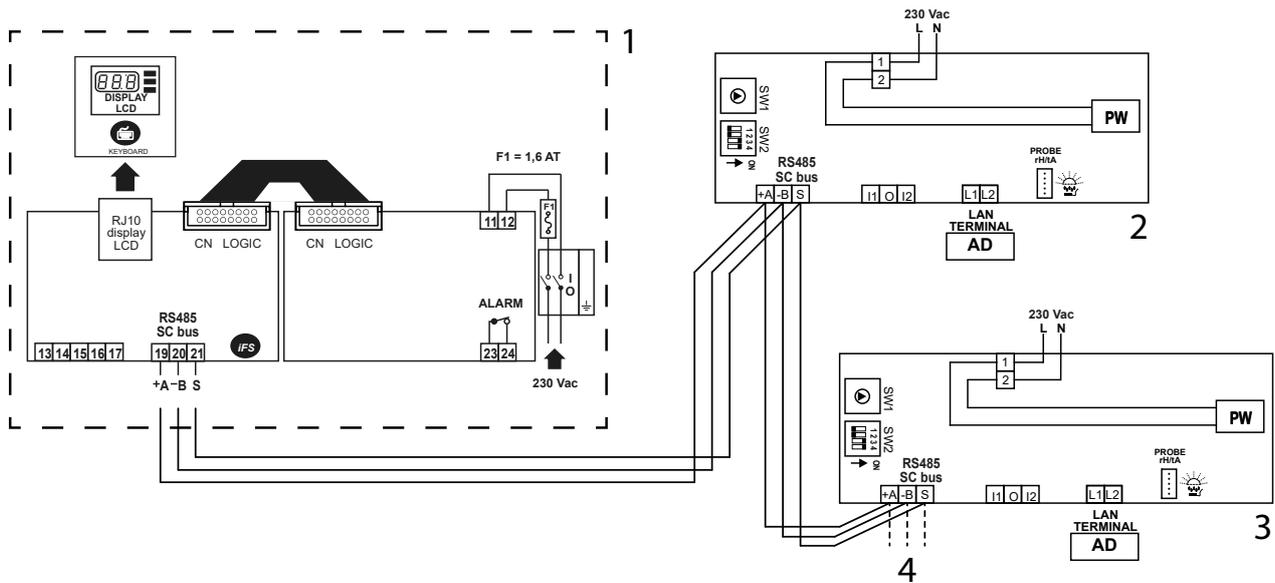
Tabella 10.3 Caratteristiche tecniche scheda di rete OCDS009

Alimentazione	230 Vac \pm 10%
Consumo	5 VA
Contenitore	box plastico, dimensioni: 180x150x65 mm più sensore umidità
Montaggio	a muro
Mantenimento dati	su memoria EEPROM
Protezione	IP54
Condizioni di utilizzo	temperatura ambiente -10 ÷ 60 °C temperatura di immagazzinamento -20 ÷ 70 °C
Umidità relativa ambiente	20 ÷ 80%, senza condensa
Connessioni	morsetti a vite per fili con sezione max di 2,5 mm ²
Ingressi	sensore digitale di temperatura ed umidità (0 ÷ 99 RH precisione a 25 °C: \pm 3% F.S.), già collegato e cablato

Tabella 10.4 Caratteristiche tecniche controllo centralizzato OCDS010/OCDS011

Alimentazione	230 Vac, protetta da fusibile da 1,6 A ritardato (T)
Campo di lavoro	-50.0 ÷ 150.0 °C
Consumo	7 VA
Contenitore	box plastico, dimensioni 300x220x120 mm
Montaggio	a muro
Mantenimento dati	su memoria EEPROM
Protezione	IP00
Condizioni di utilizzo	temperatura ambiente -10 ÷ 50 °C temperatura di immagazzinamento -20 ÷ 70 °C
Umidità relativa ambiente	20 ÷ 80%, senza condensa
Connessioni	morsetti a vite per fili con sezione max di 2,5 mm ²
Display	display LCD
Blocco tastiera	blocco tastiera a chiave, fornita in dotazione
Uscite	relè ALARM SPST 3(1)A 250 Vac
Comunicazione seriale	1 porta seriale RS485 per SC bus. La lunghezza massima consentita per la connessione di rete è di 1000 m 1 Interfaccia iFS seriale TTL per blocco tastiera a chiave, già collegato e cablato sulla scheda display 1 Interfaccia iFS seriale TTL per chiave espansione. Consente: • aggiornamento FW del dispositivo • configurazione veloce dei parametri (copia/incolla) solo per OCDS011: 1 porta seriale RS485 per Modbus

Figura 10.5 Collegamento schede di rete OCDS009 al controllo centralizzato OCDS010/OCDS011



- 1 Controllo centralizzato OCDS010/OCDS011
- 2 Scheda di rete OCDS009

- 3 Scheda di rete OCDS009
- 4 Eventuale successiva scheda di rete OCDS009

10.4 CONTROLLO CENTRALIZZATO TRAMITE ROUTER

Figura 10.6 Router ODSP035

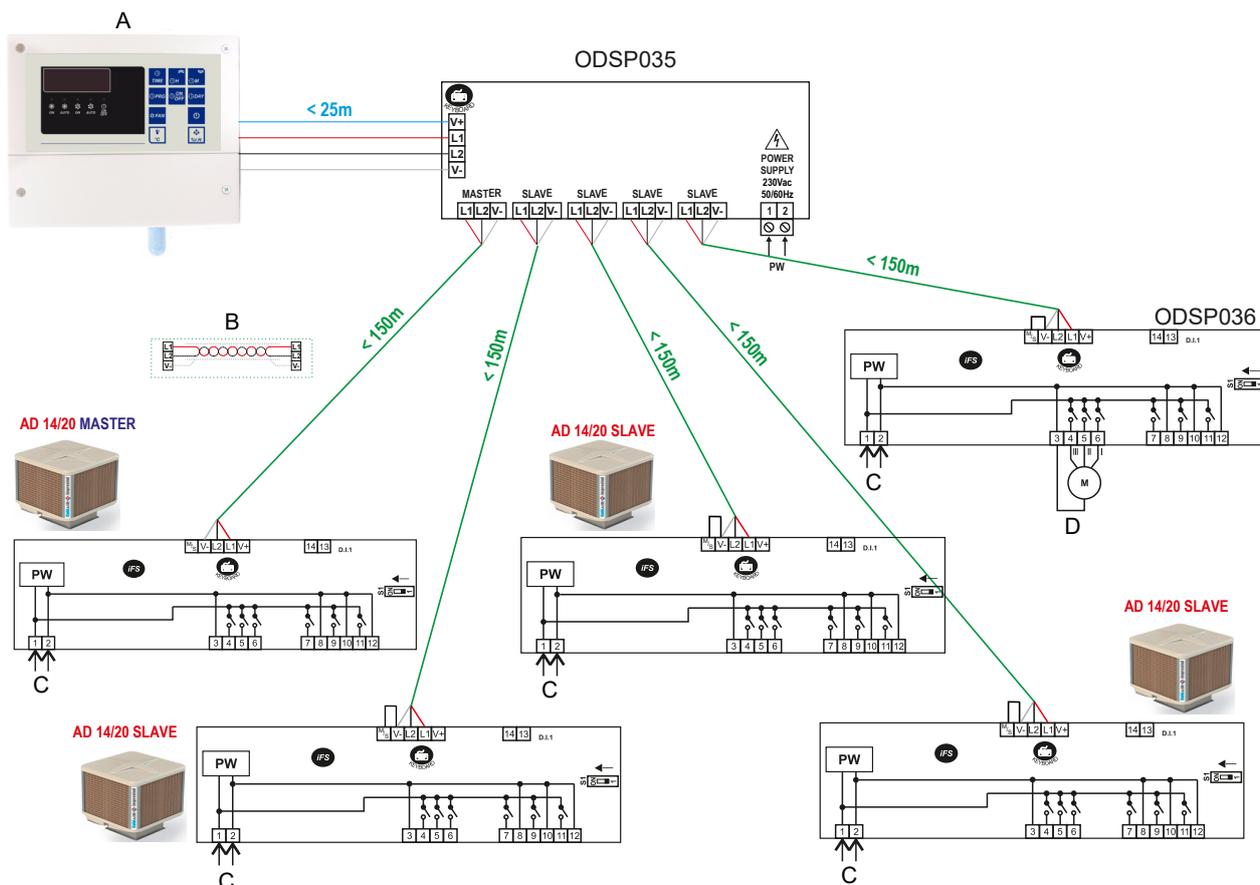


Il router ODSP035 ha lo scopo di replicare, su più raffrescatori AD, i comandi provenienti da un unico comando ECO/EVO, che normalmente controlla un solo apparecchio AD.

Il raffrescatore AD utilizzato come master sarà del tipo ECO o EVO, mentre gli altri raffrescatori AD dovranno essere di tipo SC, ovvero privi di comando.

Il router ODSP035 può gestire un massimo di 5 raffrescatori AD, suddivisi tra un master e 4 slave.

Figura 10.7 Schema di collegamento per router ODSP035



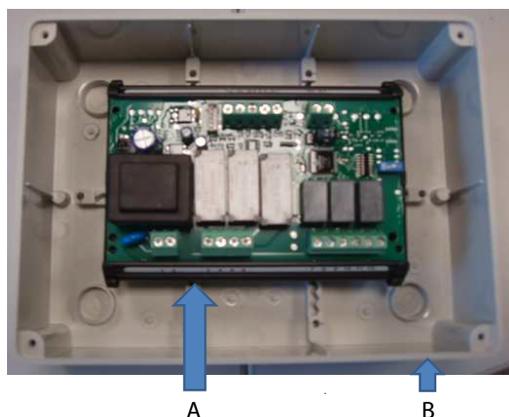
- A Comando ECO/EVO
- B Cavo di rete RS485
- C Alimentazione elettrica 230 Vac
- D Collegamento motore a 3 velocità (es. estrattore d'aria)

Note

- Il router ODSP035 può essere fissato, tramite 4 viti, sul fondo del box del comando EVO. Nel caso si utilizzi un comando ECO è necessario prevedere un box di protezione idoneo alle caratteristiche dell'ambiente in cui è installato.
- In questa configurazione nelle schede degli AD14/20 non collegare il morsetto V+.

10.4.1 Scheda di estensione

Figura 10.8 Scheda di estensione ODSP036



- A Scheda di estensione
- B Box plastico

La scheda di estensione ODSP036 è una scheda elettronica di controllo, funzionalmente identica a quella a bordo dei raffrescatori AD, provvista del relativo box plastico di alloggiamento.

La scheda di estensione serve per controllare il funzionamento di apparecchi diversi dai raffrescatori, tipicamente degli estrattori d'aria, in modo da poterli gestire in modo analogo a quanto avviene con i raffrescatori.

La scheda di estensione ODSP036 deve essere necessariamente abbinata al router ODSP035 o alla scheda di rete OCDS009, disponibili come optional.

11 PLENUM DI DIFFUSIONE

Per una più omogenea diffusione dell'aria raffrescata in ambiente sono disponibili come optional dei plenum di diffusione:

- ▶ Plenum di diffusione a 4 vie per AD14
- ▶ Plenum di diffusione a 6 vie per AD20

11.1 DIMENSIONI

Figura 11.1 Dimensioni plenum 4 vie ODFF002

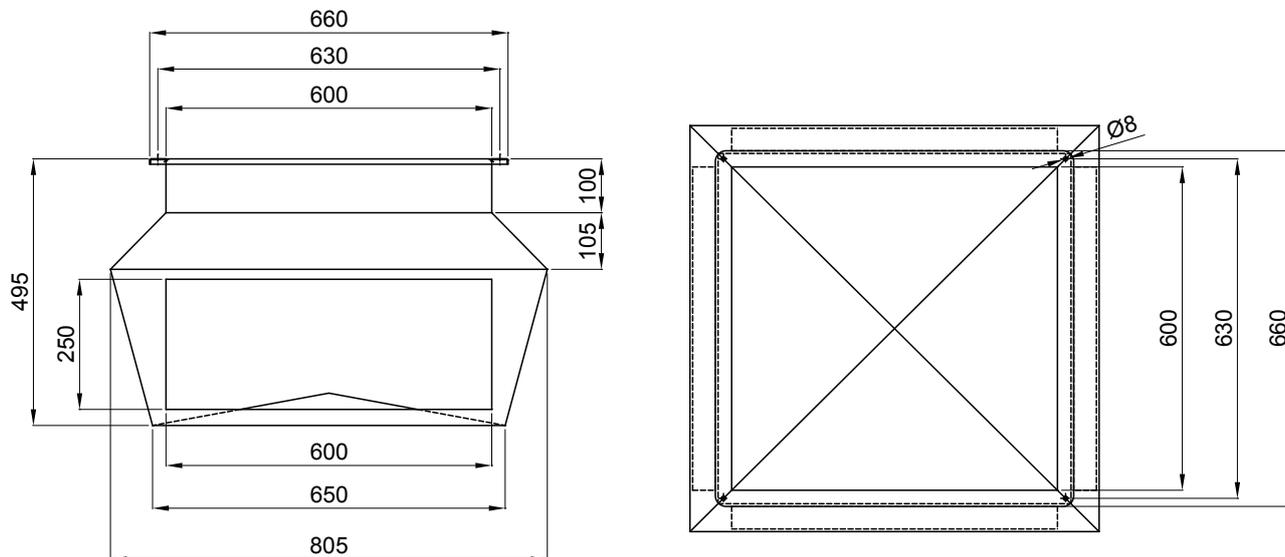
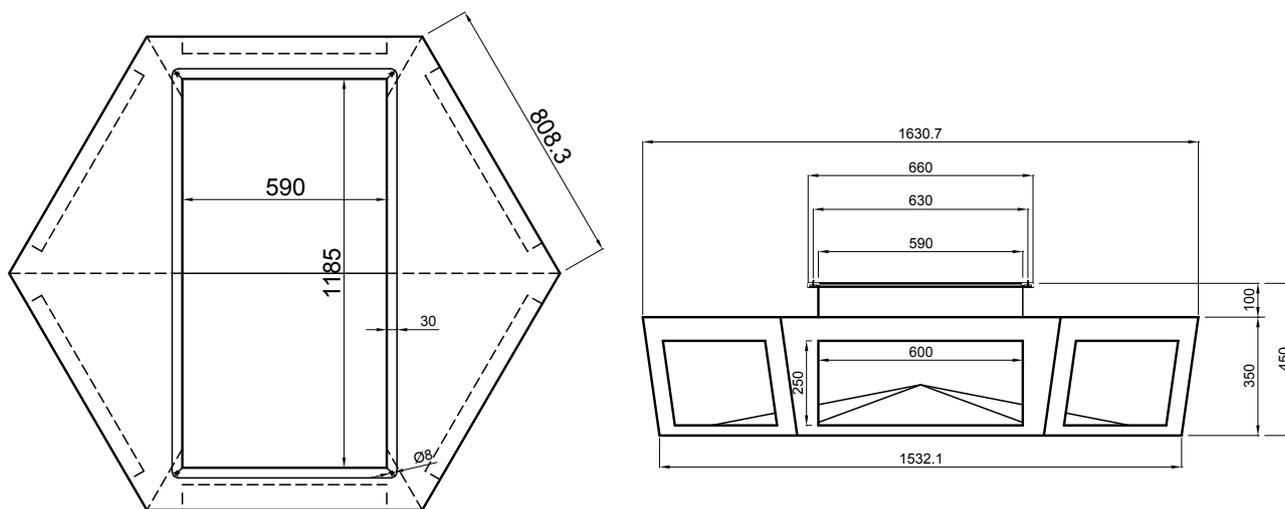


Figura 11.2 Dimensioni plenum 6 vie ODFF003



12 DATI TECNICI E DIMENSIONI

12.1 DATI TECNICI

Tabella 12.1 Dati tecnici

				AD14	AD20	
Dati di installazione						
Portata aria	alla velocità massima	m ³ /h		13000	20000	
	alla velocità media	m ³ /h		9700	15000	
	alla velocità minima	m ³ /h		6500	10000	
tipo di ventilatore		-		assiale		
prevalenza massima utile		Pa		80		
consumo d'acqua		l/h		43 (1)	64 (1)	
Ingresso acqua	tipo	-		M		
	filetto	"		3/8		
Scarico acqua	tipo	-		M		
	diametro (Ø)	mm		60		
Pannello umidificante	superficie	m ²		2,7	3,4	
	spessore	mm		100		
	efficienza di saturazione	%		89	87	
potenza sonora L_w	alla velocità massima	dB(A)		94,0	90,0	
	alla velocità media	dB(A)		85,0	82,0	
	alla velocità minima	dB(A)		80,0	77,0	
pressione sonora L_p a 5 m	alla velocità massima	dB(A)		72,0 (2)	68,0 (2)	
	alla velocità media	dB(A)		63,0 (2)	60,0 (2)	
	alla velocità minima	dB(A)		58,0 (2)	55,0 (2)	
Dimensioni	larghezza	mm		1150	1650	
	profondità	mm		1150		
	altezza	mm		1050		
	Bocca di mandata aria	larghezza	mm		600	1185
		altezza	mm		600	590
Peso	peso	kg		67	120	
	in funzionamento	kg		88	146	
Caratteristiche elettriche						
Alimentazione	tensione	V		230		
	tipo	-		monofase		
	frequenza	Hz		50		
Potenza elettrica assorbita	nominale	kW		1,10	1,90	
assorbimento massimo		A		4,8	7,0	

(1) Condizioni di prova: temperatura esterna 33 °C, umidità relativa esterna 60%.

(2) Valori di pressione sonora massimi in campo libero, con fattore di direzionalità 2, ottenuti dal livello di potenza sonora in conformità alla norma EN ISO 9614.

12.2 DIMENSIONI

Figura 12.1 Dimensioni AD14

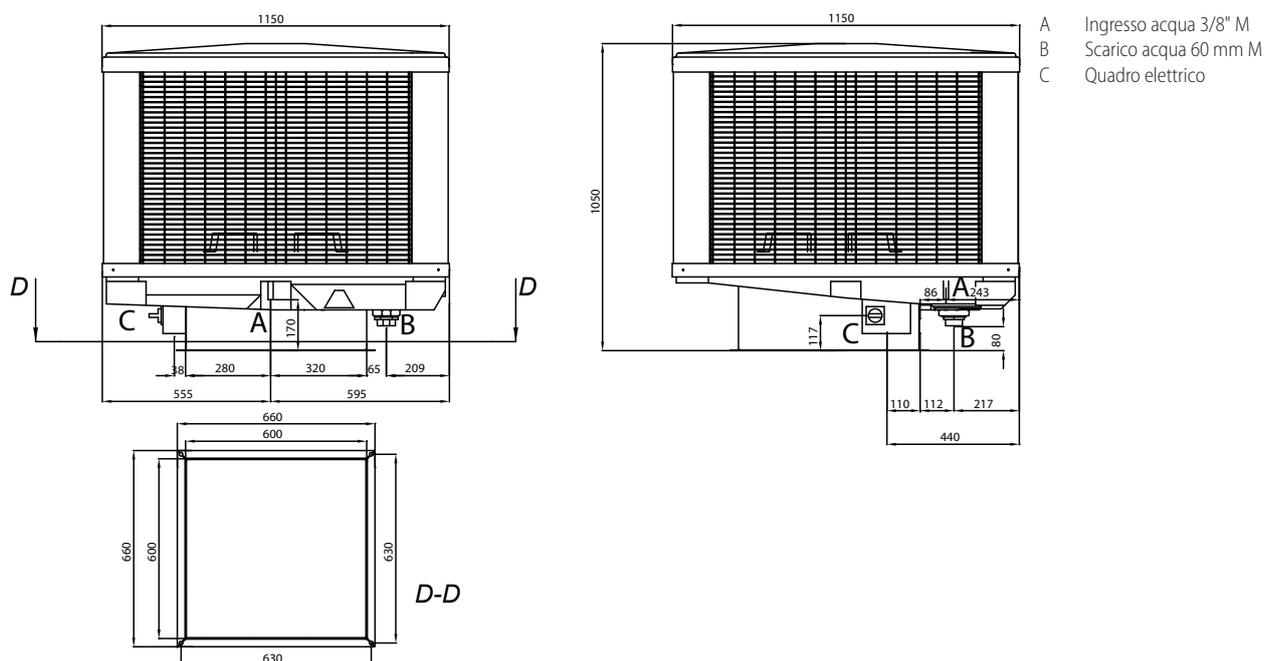
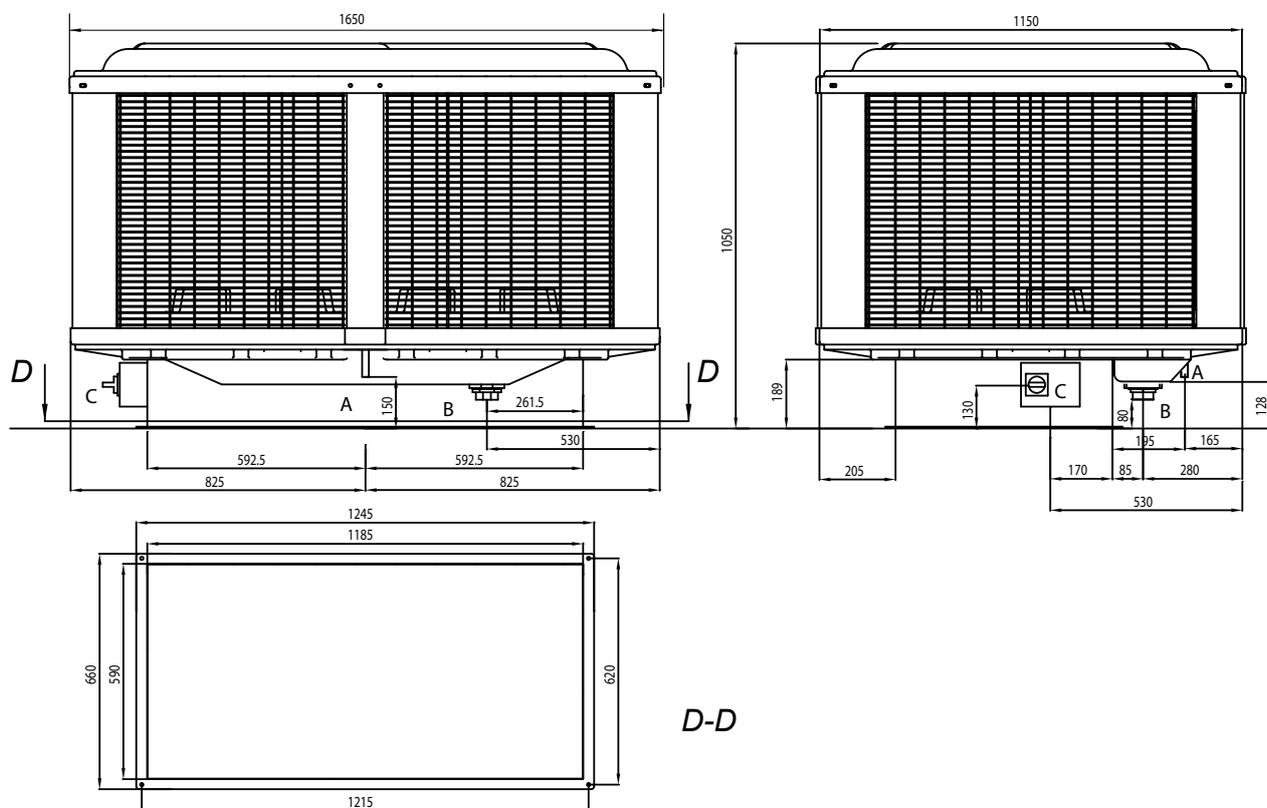


Figura 12.2 Dimensioni AD20



- A Ingresso acqua 3/8" M
- B Scarico acqua 60 mm M
- C Quadro elettrico

12.3 ESEMPI DI INSTALLAZIONE

Figura 12.3 Esempio di installazione



Figura 12.4 Esempio di installazione



Figura 12.5 Esempio di installazione



Figura 12.6 Esempio di installazione



Robur mission

Muoverci dinamicamente,
nella ricerca, sviluppo e diffusione
di prodotti sicuri, ecologici, a basso consumo energetico,
attraverso la consapevole responsabilità
di tutti i collaboratori.



Robur S.p.A.
tecnologie avanzate
per la climatizzazione
via Parigi 4/6
24040 Verdellino/Zingonia (BG) Italy
+39 035 888111 - F +39 035 884165
www.robur.it robur@robur.it

