

# LE PRESTAZIONI DELLA NUOVA SERIE DI AEROEVAPORATORI INDUSTRIALI CHS-LHS DURANTE LA FORMAZIONE DI BRINA

**Ing. Umberto Merlo**  
**Laboratorio Ricerca & Sviluppo**  
**LU-VE Contardo S.p.A**  
**Uboldo (Va)**

## INTRODUZIONE

Recentemente LU-VE Contardo S.p.A, azienda leader europea nel settore degli scambiatori di calore per la refrigerazione, il condizionamento dell'aria e le applicazioni industriali, ha introdotto sul mercato gli aeroevaporatori industriali CHS e LHS ad aletta intagliata. La nuova serie è caratterizzata da una grande vastità di modelli e di varianti costruttive, in grado dovrebbero soddisfare tutte le esigenze dei costruttori di impianti frigoriferi industriali.

I test e le prove, condotti presso i laboratori di ricerca e sviluppo di LU-VE Contardo S.p.A, su numerosi modelli di questa nuova serie, hanno portato a risultati molto interessanti, in particolare riguardo alle prestazioni durante la formazione di brina (decadimento della potenza frigorifera nel tempo).

Le ricerche eseguite ci hanno permesso, sia di confermare le prestazioni degli aeroevaporatori a "secco", sia di valutare e paragonare le diverse soluzioni costruttive con aeroevaporatori brinati, in termini di rapporto tra costo effettivo di esercizio ed energia frigorifera sottratta all'ambiente (cella frigorifera).

In particolare, andremo qui ad analizzare due tipi di confronti :

- A.** Il primo relativo a due aeroevaporatori aventi stessa potenza frigorifera, stesso ventilatore, stessa area frontale, stesso numero di ranghi, stesso passo alette, ma con superfici esterne una il doppio dell'altra.
- B.** Il secondo invece, relativo a due aeroevaporatori aventi la stessa potenza frigorifera, stessa area frontale, stesso numero di ranghi, stesso passo alette, stessa superficie esterna, ma una intagliata e l'altra tradizionale ondulata-

## 1. MODALITÀ E PARAMETRI DI PROVA

Le prove sperimentali sono state condotte in camera calorimetrica nelle seguenti condizioni operative:

- temperatura della camera -15°C
- temperatura di evaporazione -25°C
- umidità relativa 85-90%
- surriscaldamento da valvola termostatica 6-7°C.

Il processo di brinatura è stato condotto in maniera continua, senza fermata dei compressori, mantenendo costanti i parametri sopra elencati. La durata di funzionamento dell'aeroevaporatore è definita dalla variazione di potenza frigorifera dal 100% (apparecchio pulito) fino al 70%, vale a dire un decadimento di potenza del 30%. Dopodiché, l'aeroevaporatore è stato sbrinato con resistenze elettriche, misurandone il tempo di sbrinamento (escluso il tempo di sgocciolamento).

Al termine dell'operazione è stata quantificata l'acqua di sbrinamento, in modo da poter calcolare l'efficienza dello sbrinamento stesso, definita come il rapporto tra il calore necessario per riscaldare i metalli (rame e alluminio), per sciogliere la brina e quello immesso tramite resistenze elettriche.

Per completare il bilancio energetico della camera calorimetrica, abbiamo rilevato anche gli assorbimenti elettrici del ventilatore montato sull'aeroevaporatore.

## 2. RISULTATI DELL'ANALISI

Inizialmente sono stati definiti tutti i parametri caratteristici di funzionamento di un aeroevaporatore:

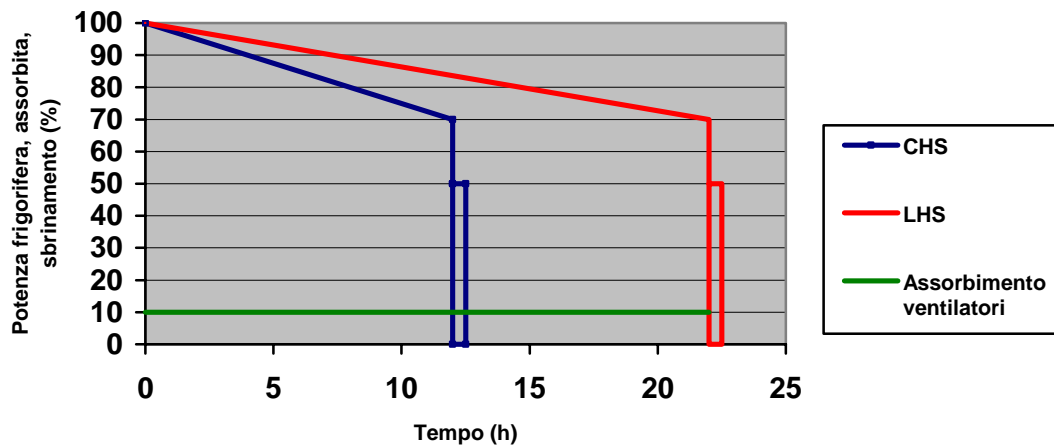
- potenza frigorifera in condizioni a "secco"
- tempo di funzionamento continuo
- potenza assorbita del ventilatore
- potenza resistenze di sbrinamento
- tempo e rendimento di sbrinamento.

Successivamente è stato ipotizzato un COP=2,0, con un costo dell'energia elettrica pari a 0,1 €/kWh, infine è stato effettuato il confronto energetico ed economico d'esercizio delle quattro configurazioni sopra citate.

Per maggior chiarezza si veda il Grafico 1 schematico rappresentativo del ciclo di funzionamento dei due aeroevaporatori, uno della serie CHS e l'altro della serie LHS (confronto indicato con A).

In particolare, i valori di potenza frigorifera (dal 100% al 70%), potenza assorbita dai ventilatori (9% CHS e 8% LHS) e la potenza di sbrinamento (54% CHS e 84% LHS) sono stati adimensionalizzati in forma percentuale, prendendo come riferimento la potenza frigorifera ad apparecchio pulito (100%).

**GRAFICO 1 - Ciclo di funzionamento dei due aerorevaporatori serie CHS-LHS**



Lo schema base del ciclo di funzionamento del Confronto B è analogo a quello del Confronto A per quanto riguarda il decadimento di potenza frigorifera (dal 100% al 70%), mentre differisce in termini di potenza assorbita dai ventilatori (7% LU-VE e 11% altro costruttore) e di potenza elettrica di sbrinamento (65% LU-VE e 75% altro costruttore).

Di seguito si riportano le tabelle che riassumono schematicamente i due confronti A e B, in cui i valori dell'energia utile (frigorifera), del costo d'esercizio e il loro rapporto sono evidenziati in colore giallo.

I confronti sono eseguiti su base annua, considerando un funzionamento continuo di 24 ore/giorno e 365 giorni/anno, per un totale di 8760 ore/anno.

Inoltre si è trascurato l'incremento di potenza assorbita dei ventilatori durante il processo di brinatura.

L'energia frigorifera è stata calcolata integrando la curva di decadimento della potenza frigorifera rispetto al tempo di funzionamento.

#### CONFRONTO A

Confronto energetico		LU-VE	Delta	LU-VE
Modelli		CS64H3404E10		LS64H7404E10
potenza frigo DT1=10K	W	29120	1,14	33120
tempo funzionamento	h	12,0		22,0
energia frigo	Wh	297024	2,09	619344
pot vent	W	2600,0		2600,0
energia vent	Wh	31200	1,83	57200
potenza resis	W	15700		27770
energia resist	Wh	7850	1,77	13885
tempo sbrin	h	0,50		0,50
rendim sbrin	%	0,50		0,65
energia utile a ciclo	Wh	261899		557284
cicli giorno		1,9		1,1
energia utile giornaliera	Wh	502846		594437
energia utile annuale	kWh	183539	1,18	216969
Confronto economico				
COP		2,0		2,0
Consumo elettrico a ciclo	kWh	189,5	2,02	383,2
costo energia	€/kWh	0,1		0,1
costo esercizio a ciclo	€/ciclo	19,0		38,3
tempo ciclo	h	12,5		22,5
cicli anno		700,8		389,3
costo esercizio annuale	€/anno	13282	1,12	14919
costo esercizio/energia utile	€/kWh	0,072	0,95	0,069

Informazioni aggiuntive		dati di catalogo	
Geometria		55x27,5	55x55
Portata aria	m3/h	16200	16300
Superficie esterna	m2	81,5	159,9
NT / NR		18/12	18/12
Passo alette	mm	10	10,0
Volume interno	dm3	36	36
Freccia d'aria	m	55	55
Peso	Kg	260	331
AFO	m2	1,188	1,188
Velocità aria frontale	m/s	3,79	3,81

#### CONFRONTO B

Confronto energetico		LU-VE	Delta	Altri costruttori
Modelli		LS50H5800E7		----
potenza frigo DT1=10K	W	11800	0,93	10950
tempo funzionamento	h	12,0		10,5
energia frigo	Wh	120360	0,81	97729
pot vent	W	780,0		1140,0
energia vent	Wh	9360	1,28	11970
potenza resis	W	7630		8260
energia resist	Wh	3815	1,08	4130
tempo sbrin	h	0,50		0,50
rendim sbrin	%	0,50		0,50
energia utile a ciclo	Wh	109093		83694
cicli giorno		1,9		2,2
energia utile giornaliera	Wh	209458		182605
energia utile annuale	kWh	76452	0,87	66651
Confronto economico				
COP		2,0		2,0
Consumo elettrico a ciclo	kWh	74,3	0,89	66,0
costo energia	€/kWh	0,1		0,1
costo esercizio a ciclo	€/ciclo	7,4		6,6
tempo ciclo	h	12,5		11,0
cicli anno		700,8		796,4
costo esercizio annuale	€/anno	5208	1,01	5256
costo esercizio/energia utile	€/kWh	0,068	1,16	0,079

Informazioni aggiuntive		dati di catalogo	
Geometria		55x55	50x50
Portata aria	m3/h	8100	7670
Superficie esterna	m2	54,3	54,0
NT / NR		14/6	12/6
Passo alette	mm	7,5	7,0
Volume interno	dm3	10	13
Freccia d'aria	m	35	18
Peso	Kg	158	121
AFO	m2	0,616	0,624
Velocità aria frontale	m/s	3,65	3,41

### 3. CONCLUSIONI

Analizzando il Confronto A (vd tabella di sinistra ) si evince che i due aeroevaporatori in oggetto, aventi come differenza la sola superficie esterna, hanno un rapporto costo/beneficio prossimo all'unità (0,95). Il che significa che l'unico vantaggio nell'avere una superficie doppia, è che il tempo di funzionamento tra uno sbrinamento e quello successivo si allunga di circa il doppio.

Lo stesso rapporto costo/beneficio è dovuto al fatto che, dopo ogni sbrinamento dell'aeroevaporatore con superficie ridotta (cadenza di sbrinamento più alta), esso riparte alla massima potenza frigorifera, mentre l'altro continua a funzionare con potenza notevolmente più bassa.

Da notare infine, che l'aeroevaporatore con maggiore superficie possiede peso, ingombro, costo della potenza elettrica "impegnata" e prezzo maggiori.

Analizzando invece il secondo Confronto B (vd tabella di destra) si ricava un'altra importante informazione. A parità di superficie esterna - una intagliata e l'altra ondulata tradizionale - il risultato finale, in termini di costo/beneficio, è fortemente influenzato dalla forma della curva caratteristica del gruppo ventilante, dal suo rendimento areaulico e non dal tipo di superficie.

Il confronto risulta più vantaggioso - in termini di costo/beneficio - del 16% per l'aeroevaporatore LU-VE (minor costo di esercizio a pari energia frigorifera utile), in quanto possiede una curva caratteristica del ventilatore più "verticale" (cioè minor riduzione di portata d'aria all'incrementare delle perdite di carico, dovute alla formazione di brina sulla superficie alettata), e anche un miglior rendimento areaulico, cioè a dire minori assorbimenti elettrici a pari potenza di pompaggio.

In altre parole, durante il processo di formazione di brina sulla superficie alettata di un aeroevaporatore, la perdita di potenza frigorifera è dovuta in primo luogo alla riduzione di portata d'aria causata dall'aumento della resistenza al flusso di aria che attraversa le alette brinate e in secondo luogo all'aumento di resistenza termica tra il fluido esterno (aria) e il fluido interno (refrigerante). Quindi, utilizzando un ventilatore avente una curva caratteristica (portata-prevalenza) poco sensibile alla variazione delle perdite di carico, si riesce a mantenere pressoché costante la portata d'aria e contenendo quindi, la riduzione di potenza frigorifera.

### 4. IL GRUPPO LU-VE

LU-VE Contardo S.p.A è un'azienda leader europea nel settore degli scambiatori di calore per la refrigerazione, il condizionamento dell'aria e le applicazioni industriali.

LU-VE S.p.A. controlla il Gruppo LU-VE, un insieme di aziende che operano nel settore degli scambiatori di calore.

Il Gruppo LU-VE è composto da sei aziende produttive e otto filiali commerciali:

- 850 collaboratori qualificati;
- 210.000 mq di superficie totale;
- 85.000 mq di superficie coperta;
- 1.000 mq di laboratori di ricerca e sviluppo;
- quasi 140 milioni di euro di fatturato aggregato,
- 65% della produzione esportata in 90 paesi.

Le sei aziende produttive del gruppo LU-VE sono:

- LU-VE S.p.A. – Uboldo (Va), Italia

Scambiatori di calore per la refrigerazione, il condizionamento dell'aria e le applicazioni industriali.

- TECNIAIR LB Srl – Uboldo (Va), Italia

Produzione di condizionatori di precisione per sale chirurgiche, centri di calcolo e telefonia.

- SEST Srl - Limana (Bl), Italia

Evaporatori statici per banchi e vetrine refrigerate.

- SEST LU-VE POLSKA – Gliwice, Polonia

Evaporatori statici per banchi e vetrine refrigerate.

- HTS – Novosedly, Rep. Ceca

Scambiatori di calore per applicazioni speciali e per il settore del condizionamento.

- SHANGHAI CENTURY EQUIP. Co. Ltd.,

Joint venture con LU-VE, assemblaggio evaporatori commerciali prodotti in Italia e destinati al mercato cinese.

Del Gruppo LU-VE fanno parte anche otto aziende destinate alla commercializzazione dei vari prodotti, dislocate in diverse aree del mondo:

LU-VE Contardo France – Lione, Francia

LU-VE Contardo Deutschland GmbH - Stoccarda, Germania

LU-VE Contardo Iberica– Madrid, Spagna

LU-VE Contardo UK-EIRE – Fareham, Regno Unito  
LU-VE Contardo Office – Mosca e San Pietroburgo, Russia  
LU-VE Contardo Caribe – San Josè, Costa Rica  
LU-VE Pacific – Thomastown, Australia.