u

POLIDORO Heat Exchangers

Dhavex product range

Manuale di installazione e uso

Scambiatori di calore a piastre saldobrasati (BPHE)



POLIDORO *spa*

via lago di misurina, 76
36015 schio (vicenza) italy
casella postale / P.O. Box 297
cap. sociale/cap. stock € 24.000.000,00 = i.v.

tel. +39.0445.678.678
fax +39.0445.678.679
polidoro@polidoro.com
www.polidoro.com

p.iva/VAT IT 02907940247
reg. impresa IT 02907940247
R.E.A. n° 283561 / vicenza

Sommario

1. Introduzione ... 3
1.1 Informazioni generali ... 3
1.2 Codifica della tipologia degli scambiatori e categorizzazione PED ... 6
1.3 Conformità ambientale ... 10
2. Istruzioni di sicurezza ... 10
3. Installazione e montaggio ... 12
Sollevamento ... 12
Montaggio ... 13
Connessioni ... 15
Connessioni brasate ... 16
Connessioni saldate ... 16
Connessioni filettate ... 17
4. Collegamenti ... 17
Scambio di calore senza cambio di fase dei fluidi ... 18
Scambio di calore con fluidi che cambiano di fase ... 18
Utilizzo come condensatore ... 19
Utilizzo come evaporatore ... 19
5. Avviamento ... 20
6. Esercizio ... 21
Spegnimento ... 23
7. Protezione contro il gelo ... 23
8. Protezione contro il surriscaldamento ... 24
9. Sporcamento, incrostazioni e intasamento ... 24
10. Pulizia ... 25
11. Corrosione ... 25
12. Dimensioni BPHE POLIDORO ... 26
13. Isolamento ... 27
14. Garanzia ... 27
Standard, sito produttivo e contatti ... 27
Sito produttivo ... 27

1. Introduzione

1.1 Informazioni generali

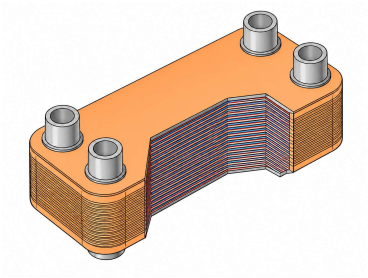
POLIDORO spa. progetta e produce scambiatori di calore a piastre saldobrasati (di seguito “BPHE” o “scambiatore di calore”) che fanno parte della gamma di prodotto “Dhavex”.

I BPHE POLIDORO sono disponibili in un ampio spettro di dimensioni e possono essere utilizzati con diversi fluidi di lavoro e pressioni. Esempi tipici di fluidi di lavoro sono oli sintetici e minerali, acqua (esclusa l'acqua di mare), soluzioni di glicole etilenico e propilenico, fluidi frigorigeni (esclusi i fluidi naturali - ammoniaca e anidride carbonica - nonché l'uso in ciclo transcritico).

Lo scambiatore di calore è destinato a un’ampia gamma di applicazioni termiche, tra cui refrigerazione, riscaldamento residenziale, riscaldamento e condizionamento industriale e industria di processo.

Le denominazioni presenti in questo manuale si riferiscono all'intera gamma degli scambiatori di calore Davhex. È inoltre necessario tenere conto delle specifiche d'ordine di ogni singolo scambiatore di calore.

Lo scambiatore di calore a piastre saldobrasate è costituito da un assieme di piastre corrugate che costituiscono due circuiti indipendenti ciascuno con un ingresso e un'uscita identificabili sulle piastre terminali del BPHE, come rappresentato schematicamente nella figura seguente.



Questo manuale è il riferimento per l’utilizzo, l’installazione e le operazioni di manutenzione dello scambiatore di calore.

Il montaggio e l'esercizio degli scambiatori di calore a piastre saldobrasati devono essere effettuati da personale specializzato espressamente formato, nel rispetto di tutte le norme nazionali e internazionali in materia di sicurezza e prevenzione degli infortuni.

Il personale che utilizza lo scambiatore di calore deve conoscere le precauzioni relative all’utilizzo di liquido, alle pressioni e temperature con cui opera lo scambiatore. Deve inoltre conoscere eventuali precauzioni proprie dello specifico processo di cui lo scambiatore fa parte.

L’installazione, la messa in servizio e la manutenzione dello scambiatore prevede il possesso delle necessarie autorizzazioni in conformità alle normative locali.

POLIDORO produce diversi tipi di piastre che consentono l'impiego dei BPHE per differenti applicazioni. La scelta dello scambiatore di calore e del tipo di piastre è determinata dalle temperature di ingresso e uscita di ciascun canale del BPHE e dalla perdita di carico ammissibile.

In particolare, la temperatura massima ammissibile “TM” e la pressione massima ammissibile “PS” sono dati tecnici indicati nella targhetta. La temperatura si riferisce alla temperatura raggiunta dalla piastra.

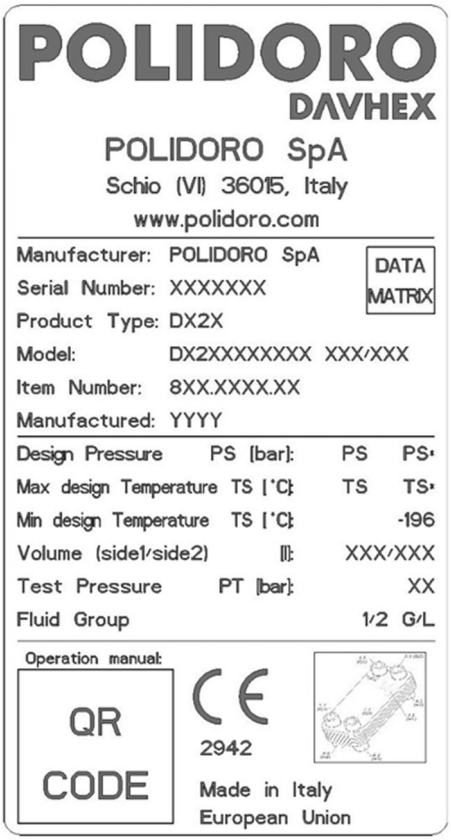
Lo scambiatore è fornito senza dispositivi di protezione per la pressione che sono a carico dell’utilizzatore finale.

Gli scambiatori di calore della serie DAVHEX sono definiti come apparecchiature a pressione ai sensi della Direttiva 2014/68/UE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Le informazioni del produttore relative a tipo di BPHE, modello, data di fabbricazione, numero di serie, produttore e parametri tecnici sono indicate sull'etichetta applicata a ogni BPHE.

La codifica del modello è maggiormente dettagliata nel paragrafo successivo.

La targhetta sarà impostata secondo il seguente esempio per gli apparecchi di categoria PED I, II, III, IV.



Esempio di targhetta

L'indicazione della PS e della TS si interpreta nel modo descritto nel seguito.

Come si vede, il campo "Design pressure PS" e il campo "Max design temperature TS" presentano due valori. Con questa designazione si intende che la pressione PS è costante e pari a PS fino al valore di temperatura TS.

La pressione PS oltre TS e fino a TS* viene calcolata tramite interpolazione lineare tra PS e PS* nell'intervallo TS-TS*.

Nel caso sia riportato un solo valore di PS e TS, si intende che la pressione PS indicata è costante fino a TS.

Le pressione PS e PS* e la temperatura TS e TS* si riferiscono ad entrambi i circuiti se non diversamente specificato.

POLIDORO *spa*
via lago di misurina, 76
36015 schio (vicenza) italy
casella postale / P.O. Box 297
cap. sociale/cap. stock € 24.000.000,00 = i.v.
tel. +39.0445.678.678
fax +39.0445.678.679
polidoro@polidoro.com
www.polidoro.com
p.iva/VAT IT 02907940247
reg. impresa IT 02907940247
R.E.A. n° 283561 / vicenza

1.2 Codifica della tipologia degli scambiatori e categorizzazione PED

La codifica identificativa completa del modello di scambiatore di calore consente di identificare alcune caratteristiche principali nella maniera mostrata nella tabella seguente.

SERIE PRODOTTO/applicazione		PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO		MODELLO	NR. DI PIASTRE	ANGOLO CHEVRON DELLE PIASTRE		FLUSSO INTERNO	Numero identificativo della connessione
DM	Scambio senza cambiamento di fase (es. Acqua-Acqua)	**1**	16 bar	**A**	*Il numero massimo di piastre varia in base al modello.* *Esempio: scambiatore con 50 piastre* *050*	**L**	Basso	*Principali schemi di flusso*	
				B					
				C					
				D					
				F					
				G				**S**	
DBE	Evaporatore per applicazioni con fluidi frigoriferi	**2**	31 bar	**A**		**M**	Medio	**Z**	
				B					
				C					
				D					
				F					
			27 bar	**G**				**X**	
DBC	Condensatore per applicazioni con fluidi frigoriferi	**3**	45 bar	**A**		**H**	Alto		
				B					
				C					
				D					
				F					
				G					
DS	Applicazioni con vapore d'acqua								
DP	Con rivestimento interno protettivo per applicazioni acqua/acqua (aumento resistenza a corrosione e utilizzo con acqua potabile)								

Il campo applicazione descrive la tipologia di utilizzo, mentre gli altri campi descrivono alcune caratteristiche geometriche del prodotto e di tipologia di flussi. Contattare POLIDORO per maggiori informazioni riguardo le caratteristiche della gamma di prodotti

Per la gamma di BPHE, si indica con DX la generica applicazione (DM, DS, DP, DBC, DBE). Pertanto, con DX1X, DX2X e DX3X ci si riferisce alla sottofamiglia di BPHE con livello di pressione 1,2 e 3 rispettivamente. Nel caso si intenda riferirsi a una sottofamiglia avente uno specifico modello di piastra, ad esempio il modello di piastra A, la denominazione diventa DX1A, nel caso di livello di pressione 1. In maniera analoga si indicheranno le sottofamiglie con diverso livello di pressione e diverso modello di piastra.

La tabella seguente fornisce le categorie PED degli scambiatori della famiglia DX2X considerando la condizione di fluido gruppo 1 e gas.

Nel caso di applicazione in cui il fluido è del tipo 1 allo stato liquido oppure il fluido è di tipo 2 (ad esempio per le serie di prodotto DM), la categoria PED è inferiore e sarà cura dell'utilizzatore finale stabilire la categoria PED di appartenenza per la sua specifica installazione (in accordo all'applicazione della linea guida C16).

Famiglia di scambiatori DX2X

Modello di piastra		A	B	C	D	F	G
Codice prodotto		DX2A	DX2B	DX2C	DX2D	DX2F	DX2G
PS [bar]		31	31	31	31	31	27
PS* [bar]		24	24	24	24	24	21
Temperature di Progetto TS		-196°C/+135°C	-196°C/+135°C	-196°C/+135°C	-196°C/+135°C	-196°C/+135°C	-196°C/+135°C
Temperatura TS*		225°C	225°C	225°C	225°C	225°C	225°C
PT (test pressure) [bar]		46	46	46	46	46	40
Gruppo fluido PED		1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2
Stato fisico [V/L]		V / L	V / L	V / L	V / L	V / L	V / L
Volume singolo canale [l]		0,039	0,055	0,078	0,082	0,116	0,279
N. minimo piastre		6	6	6	10	10	10
N. massimo piastre		60	60	60	140	200	250
Numero canali massimo		29+30	29+30	29+30	69+70	99+100	124+125
Volume massimo circuito [l]		1,180	1,660	2,350	5,758	11,618	34,981
N° of piastre	Article 4,3	**6-50**	**6-36**	**6-24**	**10-22**	**10-16**	
	Category I	**52-60**	**38-58**	**26-40**	**24-38**	**18-26**	**10-12**
	Category II		**60**	**42-60**	**40-140**	**28-110**	**14-52**
	Category III					**112-200**	**54-250**
	Category IV						

Nel caso di combinazione di gruppo fluido e stato fisico diverse dal gruppo 1/Gas con cui l'attrezzatura è stata certificata, valgono le seguenti indicazioni per facilitare la categorizzazione dell'attrezzatura da valutare.

PS [bar]	Modello di piastra	Volume singolo canale [l]	N. minimo piastre	N. massimo piastre	Volume massimo circuito [l]	CATEGORIE PED – RANGE PIASTRE E VOLUME MASSIMO DEL CIRCUITO per il cambio di categoria PED			
						Gruppo fluido 1 Vapore	Gruppo fluido 1 Liquido	Gruppo fluido 2 Vapore	Gruppo fluido 2 Liquido
31	A	0,039	6	60	1,180	Art. 4(3): 6-50 piastre | V max 0,985 L Cat. I: 52-60 piastre | V max 1,180 L	Art. 4(3): 6-60 piastre | V max 1,180 L	Art. 4(3): 6-60 piastre | V max 1,180 L	Art. 4(3): 6-60 piastre | V max 1,180 L
	B	0,055	6	60	1,660	Art. 4(3): 6-36 piastre | V max 1,000 L Cat. I: 38-58 piastre | V max 1,605 L Cat. II: 60 piastra | V max 1,660 L	Art. 4(3): 6-60 piastre | V max 1,660 L	Art. 4(3): 6-58 piastre | V max 1,605 L Cat. I: 60 piastra | V max 1,660 L	Art. 4(3): 6-60 piastre | V max 1,660 L
	C	0,078	6	60	2,350	Art. 4(3): 6-24 piastre | V max 0,946 L Cat. I: 26-40 piastre | V max 1,570 L Cat. II: 42-60 piastre | V max 2,350 L	Art. 4(3): 6-60 piastre | V max 2,350 L	Art. 4(3): 6-40 piastre | V max 1,570 L Cat. I: 42-60 piastre | V max 2,350 L	Art. 4(3): 6-60 piastre | V max 2,350 L
	D	0,082	10	140	5,758	Art. 4(3): 10-22 piastre | V max 0,920 L Cat. I: 24-38 piastre | V max 1,576 L Cat. II: 40-140 piastre | V max 5,758 L	Art. 4(3): 10-140 piastre | V max 5,758 L	Art. 4(3): 10-38 piastre | V max 1,576 L Cat. I: 40-140 piastre | V max 5,758 L	Art. 4(3): 10-140 piastre | V max 5,758 L
	F	0,116	10	200	11,618	Art. 4(3): 10-16 piastre | V max 0,946 L Cat. I: 18-26 piastre | V max 1,526 L Cat. II: 28-110 piastre | V max 6,398 L Cat. III: 112-200 piastre | V max 11,618 L	Art. 4(3): 10-110 piastre | V max 6,398 L Cat. II: 112-200 piastre | V max 11,618 L	Art. 4(3): 10-26 piastre | V max 1,526 L Cat. I: 28-110 piastre | V max 6,398 L Cat. II: 112-200 piastre | V max 11,618 L	Art. 4(3): 10-200 piastre | V max 11,618 L
27	G	0,279	10	250	34,981	Cat. I: 10 -12piastra | V max 1,501 L Cat. II: 14-52 piastre | V max 6,244 L Cat. III: 54-250 piastre | V max 34,981 L	Art. 4(3): 10-52 piastre | V max 6,244 L Cat. II: 54-250 piastre | V max 34,981 L	Art. 4(3): 10-12 piastra | V max 1,501 L Cat. I: 14-52 piastre | V max 6,244 L Cat. II: 54-250 piastre | V max 34.981 L	Art. 4(3): 10-250 piastre | V max 34,981 L

Per le famiglie DX1X e DX3X si considera l'utilizzo solo per gruppo fluido 2 e liquido. DI seguito le condizioni operative.

Famiglia DX1X

Modello di piastra	A	B	C	D	F	G
Codice prodotto	DX1A	DX1B	DX1C	DX1D	DX1F	DX1G
PS [bar]	16	16	16	16	16	16
Temperature di Progetto TS	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C
PT (test pressure) [bar]	23	23	23	23	23	23
Gruppo fluido PED	2	2	2	2	2	2
Stato fisico [V/L]	L	L	L	L	L	L
Volume singolo canale [l]	0,039	0,055	0,078	0,082	0,116	0,279
N. minimo piastre	6	6	6	10	10	10
N. massimo piastre	60	60	60	140	200	250
Numero canali massimo	29+30	29+30	29+30	69+70	99+100	124+125
Volume massimo circuito [l]	1,180	1,660	2,350	5,758	11,618	34,981
N° of piastre Article 4,3	**6-60**	**6-60**	**6-60**	**10-140**	**10-200**	**10-250**

Famiglia DX3X

Modello di piastra	A	B	C	D	F	G
Codice prodotto	DX3A	DX3B	DX3C	DX3D	DX3F	DX3G
PS [bar]	45	45	45	45	45	45
Temperature di Progetto TS	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C	-196°C/+95°C
PT (test pressure) [bar]	65	65	65	65	65	65
Gruppo fluido PED	2	2	2	2	2	2
Stato fisico [V/L]	L	L	L	L	L	L
Volume singolo canale [l]	0,039	0,055	0,078	0,082	0,116	0,279
N. minimo piastre	6	6	6	10	10	10
N. massimo piastre	60	60	60	140	200	250
Numero canali massimo	29+30	29+30	29+30	69+70	99+100	124+125
Volume massimo circuito [l]	1,180	1,660	2,350	5,758	11,618	34,981
N° of piastre Article 4,3	**6-60**	**6-60**	**6-60**	**10-140**	**10-200**	**10-250**

1.3 Conformità ambientale

Le attività di installazione, esercizio, manutenzione e smaltimento dello scambiatore di calore devono essere svolte nel rispetto delle normative ambientali applicabili e con l'obiettivo di ridurre l'impatto sull'ambiente.

I materiali di imballaggio, come cartone, plastica, legno ed eventuali reggette metalliche, devono essere riutilizzati, riciclati o conferiti a recupero energetico secondo le disposizioni locali.

Lo scambiatore è costituito da piastre in acciaio inossidabile saldobrasato con rame. Eventuali prigionieri e viti di fissaggio sono in acciaio inossidabile

A fine vita, lo scambiatore deve essere inviato a centri autorizzati per il recupero o lo smaltimento secondo i regolamenti locali.

Eventuali residui di fluidi di processo, detergenti o sostanze pericolose devono essere svuotati, raccolti e trattati separatamente in modo sicuro e conforme alle norme vigenti.

2. Istruzioni di sicurezza

Lo scambiatore di calore deve essere utilizzato secondo le prescrizioni descritte nel manuale. In caso contrario l'utilizzo dello scambiatore di calore può portare a lesioni anche gravi.

Al ricevimento della fornitura del BPHE, qualsiasi reclamo relativo a danni esterni o consegne incomplete deve essere comunicato per iscritto alla società di logistica.

Nel seguito del documento vengono indicati i punti di **ATTENZIONE** ⚠ a cui riferirsi per evitare comportamenti non corretti che potrebbero portare a potenziali situazioni di pericolo per persone e materiali.

Le presenti Istruzioni operative devono essere custodite in buono stato di conservazione ed in luogo facilmente accessibile al personale addetto.

Le presenti Istruzioni operative non esonerano dal rispetto delle legislazioni vigenti sulle norme di sicurezza ed antinfortunistica.

POLIDORO spa declina ogni responsabilità in caso di:

-uso improprio dell'attrezzatura in pressione e modifica dell'attrezzatura in pressione

-inadempimento alle vigenti norme di sicurezza ed antinfortunistiche;

-non osservanza di quanto contenuto nelle presenti Istruzioni Operative.

⚠ **ATTENZIONE:** Leggere attentamente l'intero manuale prima dell'installazione e della messa in servizio. In caso contrario possono verificarsi lesioni a persone o danni all'apparecchiatura.

⚠ **ATTENZIONE:** La struttura del BPHE può presentare spigoli vivi. Usare sempre guanti di sicurezza e maneggiare con cautela.



⚠ **ATTENZIONE:** Prestare attenzione alle superfici calde. Durante il funzionamento le superfici del BPHE possono raggiungere temperature elevate.



⚠ **ATTENZIONE:** Gli interventi e le riparazioni sugli scambiatori di calore sono consentiti solo quando l'unità non è in pressione e la temperatura della sua superficie è inferiore a 40 °C.

⚠ **ATTENZIONE:** In caso di utilizzo dello scambiatore di calore ad alta temperatura, prevedere un isolamento termico adeguato. Prestare cautela nelle vicinanze dello scambiatore per evitare ustioni.

⚠ **ATTENZIONE:** Se lo scambiatore viene utilizzato in ambienti con liquidi e gas pericolosi con pericolo di incendio, rispettare le prescrizioni obbligatorie di sicurezza e adottare gli accessori di sicurezza adeguati. Un incendio nell'ambiente di utilizzo del BPHE può portare al superamento dei limiti ammissibili dello scambiatore.

⚠ **ATTENZIONE:** Non lasciar cadere lo scambiatore a piastre saldobrasato dall'alto. Durante il montaggio proteggerlo dagli urti.

⚠ **ATTENZIONE:** Prima dell'installazione verificare che l'unità non sia stata danneggiata durante trasporto e stoccaggio e che i componenti rispondano ai requisiti indicati

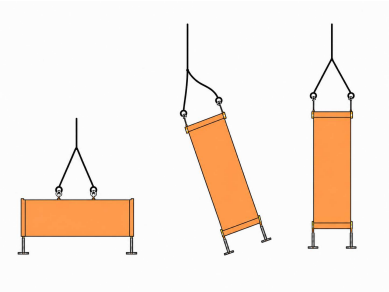
⚠ **ATTENZIONE:** Prevedere l'utilizzo di dispositivi di protezione individuale: scarpe antinfortunistiche, casco protettivo, occhiali protettivi, guanti protettivi

3. Installazione e montaggio

Sollevamento

Per scambiatori di peso maggiore, può essere necessario l'uso di golfari o staffe per la movimentazione. Contattare POLIDORO per le soluzioni disponibili.

⚠ **ATTENZIONE: Non sollevare** lo scambiatore direttamente dalle connessioni o dai prigionieri



⚠ **ATTENZIONE:** Mantenere una distanza adeguata del personale dallo scambiatore durante il sollevamento per evitare infortuni

Montaggio

La posizione di montaggio del BPHE deve garantire spazio sufficiente intorno all'unità per permettere interventi di manutenzione e assistenza.

Per il funzionamento con fluidi con cambiamento di fase, il BPHE deve sempre essere installato in posizione verticale (evaporatore, condensatore).

Su richiesta, per i modelli F e G sono previste dei supporti di base per il montaggio dello scambiatore su una base di fissaggio.

Durante il montaggio dello scambiatore di calore non devono essere superati i carichi massimi sui bulloni di fissaggio.

Perno	Forza di trazione Ft [N]	Coppia Mt [Nm]
M8x20 (filetto esterno)	2000	6
M10x25 (filetto esterno)	3200	12
M12x25 (filetto esterno)	4700	21

Tabella 3.1 Sollecitazioni ammissibili ai perni durante il montaggio

Installazione

⚠ **ATTENZIONE:** Lo scambiatore deve essere installato con dispositivi per la protezione da pressioni e temperature al di fuori dei limiti indicati in targhetta. Le valvole di sicurezza devono essere installate secondo le norme in vigore in materia di apparecchi in pressione.

⚠ **ATTENZIONE:** Assicurarsi che il BPHE non sia esposto a vibrazioni o pulsazioni severe. Per evitarlo, devono essere installati assorbitori di vibrazioni nel sistema di tubazioni o di fissaggio dello scambiatore, oppure tra BPHE e altre apparecchiature. La durata del BPHE si riduce significativamente in presenza di controllo insufficiente del sistema e del flusso.

⚠ **ATTENZIONE:** Prima di collegare il BPHE a tubazioni nuove o rinnovate, assicurarsi che le tubazioni siano prive di residui e/o particelle grossolane che potrebbero intasare i canali del BPHE.

⚠ **ATTENZIONE:** Per aumentare la sicurezza di esercizio del BPHE si raccomanda l'installazione di filtri all'ingresso dei fluidi, per impedire l'accesso di particelle ai canali che possono intasare lo scambiatore, diminuire l'efficienza, aumentare le perdite di carico e aumentare il rischio di congelamento

⚠ **ATTENZIONE:** L'installazione deve consentire lo sfiato, il drenaggio e pulizia tramite la predisposizione di valvole e punti di accesso.

⚠ **ATTENZIONE:** Usare staffe di montaggio per il fissaggio del BPHE oppure sostenerlo dalla base. Non è raccomandato sostenere gli scambiatori di calore solo tramite la tubazione, ad esempio sui raccordi o sulle tubazioni vicine.

⚠ **ATTENZIONE:** Eseguire un test di perdita prima della messa in funzione dello scambiatore

Connessioni

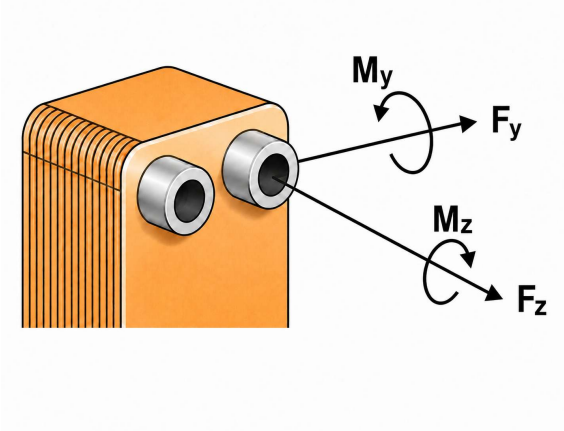
Sono possibili diversi tipi di connessioni standard. Contattare POLIDORO per le tipologie presenti.

Durante l'installazione di uno scambiatore di calore non devono essere superate le forze e le coppie massime indicate nella tabella seguente.

Diametro esterno connessione [mm]	My [Nm]	Fy * [kN]	Fz [kN]	Mz [Nm]
≥15 - <26	*5.5*	*1.8*	*1,1*	*25*
≥26 - <36	*15*	*4*	*2*	*110*
≥36 - <47	*25*	*10*	*2,5*	*150*
≥47 - ≤60	*50*	*13*	*3*	*230*

Tabella 3.2 Sollecitazioni ammissibili alle connessioni durante l'installazione

**La forza Fy si considera applicata alla base della connessione*

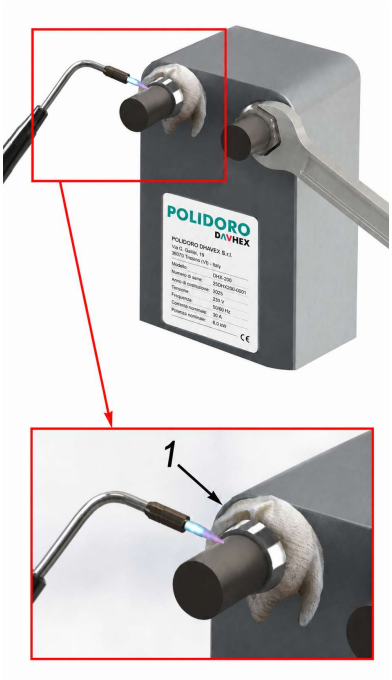


⚠ **ATTENZIONE:** Le tubazioni devono essere adeguatamente supportate per non trasferire carichi alle connessioni e al BPHE durante il funzionamento.

Connessioni brasate

Pulire e sgrassare le superfici da brasare, sia sui tubi in rame sia sui raccordi del BPHE. Lucidare la superficie per rimuovere gli ossidi. Brasare le superfici. Per prevenire l'ossidazione durante il processo di brasatura, riempire l'interno del BPHE con azoto. Dirigere la fiamma verso i raccordi. Non dirigere la fiamma dell'attrezzatura di brasatura contro il BPHE e non superare una temperatura di processo superiore a 650 °C (1200 °F).

Materiale d'apporto: contenuto d'argento non inferiore al 45%. Usare un panno bagnato per prevenire il surriscaldamento del BPHE. Assicurarsi che BPHE e tubi rimangano fermi durante la brasatura.



⚠ **ATTENZIONE**: Si raccomanda l'uso di un panno bagnato per limitare il surriscaldamento durante le lavorazioni sui raccordi.

Connessioni saldate

Usare saldatura TIG (GTAW).

Usare un panno bagnato per prevenire il surriscaldamento del BPHE.

Per prevenire l'ossidazione durante il processo di saldatura/brasatura, riempire l'interno del BPHE con azoto.

Prendere adeguate misure per evitare contaminazioni di rame nelle zone adiacenti al giunto da saldare. La presenza di rame potrebbe compromettere la saldatura.

⚠ **ATTENZIONE:** Il calore eccessivo può provocare la fusione del rame e danneggiare il BPHE.

Connessioni filettate

Montare prima il BPHE; quindi collegare le tubazioni tramite raccordi filettati.

Le tubazioni di alimentazione del BPHE devono essere installate per evitare sollecitazioni o trazioni sui raccordi filettati.

⚠ **ATTENZIONE**: Nel caso in cui l'acquirente ordini separatamente un raccordo o una connessione flangiata rispetto al BPHE, POLIDORO spa. non è responsabile della scarsa qualità della brasatura/saldatura di tali raccordi o di eventuali incidenti.

4. Collegamenti

Nella maggior parte delle applicazioni standard dei BPHE, la massima efficienza termica si ottiene con flusso in controcorrente, dove i due fluidi scorrono in direzioni opposte all'interno del BPHE.

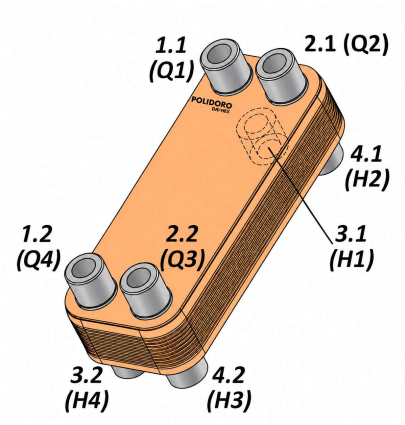
Con riferimento alla figura di seguito possono essere individuati due canali:

Circuito 1 (canale primario), con connessioni 1.1 e 1.2 denominate anche rispettivamente Q1 e Q4 nel software di calcolo termico

Circuito 2 (canale secondario), connessioni 2.1 e 2.2 denominate anche rispettivamente Q2 e Q3 nel software di calcolo termico

Il circuito 1, il canale primario, consiste in canali che sono sempre adiacenti da ambo i lati a canali del circuito secondario. Il circuito 2 ha sempre, quindi, un canale in più rispetto al circuito 1.

L'orientamento dello scambiatore per l'identificazione delle connessioni e dei circuiti è determinato dalla marcatura del logo "Polidoro Dhavex" che è posta vicino alla connessione 1.1 (vedi figura).



Numerazione dei raccordi del BPHE

Sempre con riferimento alla figura possono essere definite le connessioni 3.1 e 3.2 del circuito primario e le connessioni 4.1 e 4.2 del circuito secondario quando presenti sulla faccia dello scambiatore opposta a quella in cui è presente la marcatura di riferimento.

Scambio di calore senza cambio di fase dei fluidi

Normalmente il circuito con temperatura e pressione maggiori deve essere collegato al circuito primario del BPHE.

Ad esempio, nel caso di scambiatori acqua-acqua, è necessario collegare lo scambiatore in controcorrente per ottenere la massima efficienza di funzionamento rispettando quanto nel seguito:

1.1 (o3.1): ingresso dell'acqua calda dal sistema di riscaldamento

1.2 (o3.2): uscita dell'acqua calda da sistema di riscaldamento

2.2 (o4.2): ingresso circuito acqua fredda da riscaldare

2.1 (o4.1): uscita circuito acqua fredda da riscaldare

Questa configurazione massimizza l'efficienza dello scambio e minimizza le perdite di calore da che i canali del fluido caldo si trova sempre tra i canali del fluido freddo.

Scambio di calore con fluidi che cambiano di fase

L'impiego del BPHE in unità frigorifere richiede che il circuito del refrigerante sia il circuito primario mentre nel circuito secondario è collegata l'acqua o acqua glicole. Questo rende più efficiente il processo sia nel caso di evaporatore sia nel caso di condensatore. Il flusso in controcorrente garantisce sempre la migliore efficienza.

Inoltre, in applicazioni con fluido che cambia di fase, lo scambiatore deve essere posizionato in posizione verticale per un corretto funzionamento

⚠ **ATTENZIONE:** Il mancato rispetto dell'indicazione sul collegamento del circuito del refrigerante al canale primario può comportare perdite di efficienza.

Nel caso di funzionamento da evaporatore, l'errato collegamento comporta questi rischi:

- Le perdite di carico lato acqua aumentano considerevolmente
- Il refrigerante non raggiunge le prestazioni desiderate in termini di efficienza
- Se il refrigerante è erroneamente collegato al circuito 2, esiste il rischio di formazione di ghiacciatura della condensa ambientale sullo scambiatore con possibile rottura dello scambiatore

Utilizzo come condensatore

Nel caso di utilizzo dello scambiatore come condensatore, seguire le indicazioni nel seguito per le connessioni dei circuiti.

1.1 (o3.1): ingresso del refrigerante
1.2 (o3.2): uscita del refrigerante
2.2 (o4.2): ingresso circuito acqua / acqua-glicole
2.1 (o4.1): uscita circuito acqua / acqua-glicole

Utilizzo come evaporatore

Nel caso di utilizzo dello scambiatore come evaporatore, seguire le indicazioni nel seguito per le connessioni dei circuiti.
In questo caso, l'ingresso del fluido refrigerante avviene in basso in corrispondenza della connessione 2.2 (o 4.2).
In ogni caso, ove presente il sistema di distribuzione del flusso, questo deve essere sempre posto in basso in corrispondenza di 1.2 (o3.2).

1.1 (o3.1): uscita del refrigerante
1.2 (o3.2): ingresso del refrigerante
2.2 (o4.2): uscita circuito acqua / acqua-glicole
2.1 (o4.1): ingresso circuito acqua / acqua-glicole

La valvola di espansione regolatrice deve essere montata a una distanza di 150-300 mm dall'ingresso del refrigerante. La tubazione che collega la valvola di espansione all'ingresso del refrigerante deve essere diritta, non presentare curve o gomiti e preferibilmente orizzontale. La valvola dovrebbe essere scelta con capacità leggermente superiore allo scambiatore.

In caso di utilizzo degli scambiatori di calore in schemi non standard o speciali, contattare il produttore o il rappresentante dell'azienda per ulteriori informazioni.

5. Avviamento

Prima di mettere in funzione il BPHE, verificare che i parametri massimi di esercizio indicati sull'etichetta del produttore non vengano superati.

Controllare eventuali perdite su tutti i collegamenti dei fluidi.

Le pompe che alimentano il BPHE devono essere dotate di valvole di intercettazione.

Per evitare colpi di ariete, la regolazione della portata e l'apertura o chiusura delle valvole deve essere eseguita lentamente. I colpi d'ariete possono provocare picchi di pressione e danno allo scambiatore.

Il sistema deve essere privo d'aria per evitare malfunzionamenti del BPHE. Pertanto, devono essere presenti apposite valvole di sfiato.

All'avviamento, la valvola di scarico del circuito e la valvola di sfiato devono essere aperte mentre la valvola di aspirazione è chiusa. In seguito, avviare la pompa e aprire lentamente la valvola di aspirazione. Chiudere la valvola di sfiato una volta che è fuoriuscita tutta l'aria.

L'aria residua nel sistema e nel BPHE riduce l'efficienza operativa e aumenta il rischio di corrosione.

È necessario verificare che pulsazioni e vibrazioni non vengano trasmessi al BPHE. Le tubazioni devono essere montate adeguatamente per evitare carichi dannosi sui raccordi.

⚠ **ATTENZIONE:** Per evitare colpi d'ariete regolare la portata e azionare la valvola in maniera lenta e graduale

6. Esercizio

Lo scambiatore BPHE non deve superare le pressioni e le temperature massime indicate sulla targhetta. Il montaggio dello scambiatore deve ridurre al minimo i carichi sulle connessioni e le vibrazioni trasmesse allo scambiatore.

Lo scambiatore non è progettato e non è approvato per utilizzo in condizioni di fatica meccanica o termica.

Pertanto significative e improvvise variazioni della temperatura e della pressione potrebbero causare danni allo scambiatore.

È necessario quindi assicurarsi che lo scambiatore lavori senza oscillazioni di pressione e temperatura. Per questo motivo è necessario evitare l'insorgenza di colpi di ariete, utilizzare e movimentare valvole che consentano una variazione graduale della portata (ad esempio evitare valvole a chiusura rapida), provvedere che il sistema in cui è installato lo scambiatore assicuri temperature e pressioni stabili le cui oscillazioni di ampiezza e la frequenza siano le più basse possibili.

Inoltre, è necessario limitare la differenza di temperatura tra circuito primario e secondario.

Poiché lo scambiatore può lavorare a temperature basse o alte, è necessario utilizzare un isolamento adeguato. Questo consente di evitare infortuni dovuti alla temperatura alta o bassa dello scambiatore in conformità con la normativa locale. Controllare che i limiti di temperatura dell'isolante siano compatibili con le temperature di esercizio.

⚠ **ATTENZIONE:** Durante l'esercizio non è consentito superare le temperature e le pressioni massime ammissibili indicate sull'etichetta del BPHE

⚠ **ATTENZIONE:** Lo scambiatore non è approvato per sollecitazioni a fatica di tipo meccanico e termico. Il funzionamento del BPHE in presenza di forti sbalzi di temperatura e salti di pressione può danneggiare il BPHE e non è tollerato. Se si verificano forti sbalzi di temperatura, salti di pressione o colpi d'ariete, interrompere il funzionamento del BPHE.

⚠ **ATTENZIONE:** Per un corretto utilizzo dello scambiatore utilizzare dispositivi adeguati per il controllo e la regolazione

⚠ **ATTENZIONE:** Assicurarsi che lo scambiatore sia opportunamente isolato per non causare infortuni dovuti alla temperatura troppo alta o troppo bassa dello scambiatore in conformità con la normativa locale.

⚠ **ATTENZIONE:** Controllare che non ci siano perdite dalle connessioni durante il funzionamento, In caso contrario interrompere il funzionamento.

⚠ **ATTENZIONE:** Assicurarsi che il montaggio dello scambiatore riduca al minimo i carichi sulle connessioni e le vibrazioni.

⚠ **ATTENZIONE**: Durante l'esercizio evitare eccessive differenze di temperatura (superiori a 40 °C) tra circuito primario e circuito secondario. Evitare elevati gradienti temporali della temperatura dei fluidi.

⚠ **ATTENZIONE:** È vietato utilizzare fluidi aggressivi che possano provocare corrosione dei materiali del BPHE. Controllare la compatibilità del fluido con i materiali dello scambiatore.

Controllare regolarmente l'efficienza del dispositivo di regolazione e monitorare i valori rilevati. Ciò consente di individuare tempestivamente malfunzionamenti del BPHE, come variazioni dei parametri idraulici del sistema o necessità di lavaggio.

Durante l'esercizio assicurarsi di evitare qualsiasi condizione di lavoro che possano superare i parametri limite di progetto del sistema e le istruzioni operative.

Per impieghi non standard non descritti nel manuale, contattare il produttore o i rappresentanti dell'azienda per ulteriori informazioni.

Spegnimento

Prima di interrompere il servizio del BPHE, ridurre gradualmente la portata, chiudere lentamente le valvole di alimentazione e arrestare la pompa. Per primo deve essere interrotto il lato con la pressione più alta.

Nella fase di spegnimento del BPHE è necessario fermare prima il canale primario e solo successivamente il secondario. Al riavvio deve essere avviato prima il circuito secondario e solo successivamente l'altro circuito, per ridurre la possibilità di surriscaldamento dello scambiatore.

Dopo un lungo periodo di fermo dell'impianto, è necessario drenare completamente e pulire il BPHE. Ciò è richiesto per il rischio di gelo e anche quando nel BPHE sono utilizzati liquidi pericolosi o nocivi, poiché il mancato completamento di tali operazioni può provocare inquinamento biologico.

7. Protezione contro il gelo

Il congelamento può causare gravi danni al BPHE a causa della formazione di ghiaccio. Se le condizioni di temperatura dei fluidi in esercizio si avvicinano al punto di congelamento, devono essere utilizzati agenti antigelo, come soluzioni di glicole.

In particolare, il rischio di congelamento è presente per utilizzo dello scambiatore in applicazioni con refrigeranti e come evaporatore.

Questo può accadere se la temperatura di evaporazione del refrigerante (o temperatura di bolla in caso il refrigerante sia una miscela) è inferiore alla temperatura di congelamento del fluido del circuito secondario.

⚠ **ATTENZIONE:** Durante l'avviamento e lo spegnimento dell'impianto, la temperatura del fluido del circuito secondario non deve scendere sotto la temperatura di congelamento.

⚠ **ATTENZIONE:** Usare un termostato antigelo di protezione e un flussostato per garantire che vi sia flusso di acqua o acqua-antigelo nel circuito secondario almeno 1 minuto prima e durante la messa in funzione del compressore. Utilizzare un pressostato per la bassa pressione per garantire che la pressione del circuito primario non scenda sotto i valori prescritti.

⚠ **ATTENZIONE:** Dopo lo spegnimento dell'impianto o del compressore, mantenere il flusso del circuito secondario finché la pressione dell'evaporatore non aumenti fino al valore per il quale la temperatura del fluido del circuito primario sia superiore alla temperatura di congelamento del fluido nel circuito secondario.

⚠ **ATTENZIONE:** Non svuotare lo scambiatore azionando il compressore dopo lo spegnimento (funzione pump-down). La temperatura potrebbe scendere al di sotto del punto di congelamento del fluido nel circuito secondario.

⚠ **ATTENZIONE:** Quando il BPHE è utilizzato in unità frigorifere come evaporatore, controllare accuratamente i parametri del BPHE con apposite verifiche termiche. Usare esclusivamente dispositivi di regolazione appropriati.

⚠ **ATTENZIONE:** Utilizzare un isolamento appropriato per il BPHE per evitare il rischio di infortuni e per evitare che l'umidità ambientale possa ghiacciare sullo scambiatore.

⚠ **ATTENZIONE:** Per prevenire l'ingresso e la deposizione di piccole particelle nel BPHE (> 1 mm), installare filtri adeguati sugli ingressi dello scambiatore di calore (100 µm). Questi possono aumentare il rischio di congelamento.

8. Protezione contro il surriscaldamento

⚠ **ATTENZIONE**: Nel caso in cui il circuito primario sia alimentato da fluidi o gas caldi come ad esempio nell'utilizzo come condensatore, assicurarsi che il flusso nel circuito secondario sia attivo prima di alimentare il circuito primario.

⚠ **ATTENZIONE**: Assicurarsi che la pressione del circuito secondario sia sufficiente a evitare ebollizione durante il funzionamento

9. Sporcamento, incrostazioni e intasamento

L'intasamento del BPHE e la formazione di incrostazioni possono dipendere da diversi fattori, ad esempio velocità del flusso, temperatura e qualità dell'acqua.

Per prevenire l'ingresso e la deposizione di piccole particelle nel BPHE (> 1 mm), installare filtri adeguati sugli ingressi dello scambiatore di calore (100 µm). In caso contrario è possibile l'intasamento dei canali delle piastre, con riduzione dell'efficienza, aumento delle perdite di carico o congelamento dello scambiatore quando funziona come evaporatore.

La deposizione di piccole particelle può essere evitata assicurando un'elevata turbolenza del flusso.

Fattori che contribuiscono alla formazione di incrostazioni e altri depositi nei sistemi di produzione di acqua calda:

- La qualità dell'acqua (vedere tabella 11.1);
- La bassa velocità dell'acqua e temperature del fluido più elevate favoriscono la formazione di depositi di calcio. La portata troppo ridotta di acqua calda in particolari sistemi, che riduce la turbolenza del flusso. Questa è una causa comune della riduzione dell'effetto autopulente; in tal caso il calcio precipitato si deposita sulle piastre. Questo è rilevante soprattutto nei sistemi di acqua calda sanitaria;
- Nelle regioni con alto contenuto di calcio nell'acqua e rischio elevato di deposito di piccole particelle, si raccomanda di dissalare e addolcire l'acqua;
- L'alta temperatura delle piastre nei sistemi di acqua calda aumenta la possibilità di formazione di incrostazioni e il rischio di deposito di piccole particelle. Per temperature delle pareti del BPHE superiori ai 70° il rischio di formazione di depositi aumenta.

La formazione di incrostazioni porta a una diminuzione delle prestazioni che si può manifestare in un aumento delle perdite di carico e nella diminuzione della capacità di scambio termico.

10. Pulizia

La pulizia del BPHE deve essere eseguita regolarmente per evitare la formazione di depositi nei canali dello scambiatore di calore. La pulizia deve essere effettuata in regime di controcorrente, utilizzando detergenti specifici e acidi deboli. È necessario verificare la compatibilità delle sostanze chimiche e dei detergenti con rame e acciaio inossidabile. Dopo la pulizia, il BPHE deve essere risciacquato con acqua pulita.

È necessario ottenere informazioni complete sulle sostanze dai produttori dei detergenti, per verificare se tali sostanze possono avere effetti sui materiali del BPHE. La pulizia deve essere eseguita secondo le istruzioni di sicurezza e prevenzione degli infortuni e in conformità alle raccomandazioni del produttore del detergente.

Il mancato rispetto di queste condizioni può causare danni al BPHE.

⚠ **ATTENZIONE: Usare appropriati** dispositivi di protezione individuale durante l'uso di detergenti per la pulizia. I detergenti possono essere corrosivi e causare lesioni

⚠ **ATTENZIONE:** I residui della pulizia devono essere smaltiti secondo le normative locali

11. Corrosione

⚠ **ATTENZIONE:** Lo scambiatore di calore a piastre saldobrasato è composto da piastre corrugate in acciaio inossidabile brasate con rame. È importante evitare i fattori che contribuiscono alla corrosione dell'acciaio e del rame, nonché alla dissoluzione del rame durante l'esercizio. Il mancato rispetto di tali condizioni può provocare danni al BPHE.

Le proprietà principali dell'acqua che causano corrosione dei metalli sono: conducibilità elettrica, livello di pH, durezza dell'acqua, alcalinità, concentrazione di ioni cloruro e solfato, ossigeno disciolto. Un alto contenuto di cloruri e solfati aumenta in modo significativo la probabilità di corrosione.

Evitare l'ammoniaca e altri liquidi che sono particolarmente aggressivi nei confronti del rame. Anche i solfuri sono una specie particolarmente aggressiva nei confronti del rame.

L'acciaio inossidabile è particolarmente soggetto a corrosione per presenza di cloruri. Questi attaccano lo strato passivo dell'acciaio facendo venir meno il meccanismo di protezione tipico di questi acciai. La severità dell'attacco dipende anche dalla temperatura oltre che da tutti gli altri fattori.

La tabella 11.1 costituisce una indicazione ma non può considerarsi definitiva data la complessità dei fenomeni di corrosione.

Per evitare la corrosione elettrochimica:

1. Lo scambiatore di calore deve essere messo a terra. Il potenziale elettrico tra scambiatore di calore e terra deve essere pari a 0. L'impedenza di terra deve essere R < 4 Ω.
2. La corrosione galvanica che si verifica a causa dell'uso di metalli diversi, non può essere tollerata. Devono essere previste misure per la separazione delle coppie galvaniche, ad esempio mediante adattatori e raccordi in bronzo o acciaio inossidabile.
3. Rispettare le raccomandazioni del produttore sulle concentrazioni ammesse di impurità nell'acqua (vedere tabella 11.1).

Valori raccomandati delle proprietà e delle impurità dell'acqua per BPHE:

Specie chimica / Proprietà	Concentrazione [mg/l]	Specie chimica / Proprietà	Concentrazione [mg/l]
Conducibilità elettrica	10-500 µS cm-1	Alluminio (Al)	< 0,2 mg/l
pH	7,5 - 9,0	Ferro (Fe)	< 0,2 mg/l
Durezza totale (°dH)	4 – 8.5	Manganese (Mn)	< 0,1 mg/l
Bicarbonati (HCO3-)	70 - 300 mg/l	Ammoniaca (NH3)	< 0.5 mg/l
Solfati (SO42-)	< 70* mg/l	Nitrati (NO3)	< 100 mg/l
Rapporto (HCO3-)/(SO42-)	> 1,5	Anidride carbonica libera (CO2)	< 5,0 mg/l
cloro libero (Cl2)	< 1,0 mg/l	Solfuro di idrogeno (H2S)	< 0,05 mg/l
Cloruri (Cl-), in funzione della temperatura	< 25 ppm (130 °C) < 100 ppm (80 °C) < 300 ppm (50 °C)	Rame	<2,0 mg/l
Ossigeno (O2)	<0.02		

Tabella 11.1. Valori indicativi per evitare la corrosione dei materiali dello scambiatore.

⚠ **ATTENZIONE:** Il rame potrebbe innescare la corrosione in impianti ove sono presenti diversi tipi di materiali. Non usare lo scambiatore in installazioni dove si utilizzano tubi galvanizzati.

12. Dimensioni BPHE POLIDORO

Il volume interno del BPHE può essere determinato con la formula: **Vmax = Vch x N** dove V_{max} = volume interno dello scambiatore di calore; Vch = volume del canale; N = numero di canali. Il numero di canale corrisponde a $N_{plates}/2$ per il circuito 2 e $N_{plates}/2-1$ per il circuito 1.

Modello	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	L [mm]	Peso a vuoto [kg]
A	90	228	43	182	22	DX1A – DX2A: 5,95 + 2,25*N DX3A: 10,25 + 2,3*N	DX1A – DX2A: 0,876 + 0,061*N DX3A: 1,578 + 0,070*N
B	90	325	43	279	22	DX1B – DX2B: 5,95 + 2,25*N DX3B: 10,25 + 2,3*N	DX1B – DX2B: 1,16 + 0,088*N DX3B: 2,159 + 0,097*N
C	94	463	43	415	22	DX1C – DX2C: 10,2 + 2,20*N DX3C: 14,5 + 2,3*N	DX1C – DX2C: 1,65 + 0,128*N DX3C: 3,069 + 0,137*N
D	123	380	64	320	27	DX1D – DX2D: 12,5 + 2,18*N DX3D: 14,5 + 2,25*N	DX1D – DX2D: 2,154 + 0,136*N DX3D: 3,706 + 0,155*N
F	125	535	64	471	27	DX1E – DX2E: 12,5 + 2,25*N DX3E: 16,8 + 2,25*N	DX1E – DX2E: 2,99 + 0,19*N DX3E: 5,056 + 0,210*N
G	264	547	174	456	27	DX1F – DX2F: 18,2 + 2,13*N DX3F: 23,2 + 2,3*N	DX1F – DX2F: 10,21 + 0,382*N DX3F: 15,036 + 0,447*N - 1

13. Isolamento

Polidoro può fornire, su richiesta del cliente, un kit per l'isolamento dello scambiatore di calore.

Il montaggio dell'isolamento termico deve essere effettuato dopo il completamento dei lavori di brasatura e saldatura e quando l'apparecchiatura si è raffreddata.

Prima di installare il kit di isolamento, assicurarsi che sia stata scelta la dimensione appropriata e che essa corrisponda alle dimensioni del BPHE.

14. Garanzia

POLIDORO fornisce per i propri prodotti una garanzia pari a 24 mesi dalla data di consegna, salvo diverso accordo con il cliente. La garanzia copre i difetti di materiale e del prodotto verificatisi durante il processo di fabbricazione. La garanzia non copre difetti e danni derivanti da montaggio ed esercizio, inclusi corrosione e congelamento dello scambiatore di calore.

Le prestazioni operative dei BPHE POLIDORO si basano sul corretto montaggio, sulla manutenzione e sulle condizioni di esercizio descritte nel presente manuale. POLIDORO non è responsabile per perdite derivanti dal mancato rispetto di tali condizioni.

⚠ **ATTENZIONE:** Il montaggio e la manutenzione del BPHE devono essere eseguiti in conformità al presente manuale. Se questa condizione non viene rispettata, POLIDORO non è responsabile del funzionamento del BPHE.

Per ulteriori informazioni contattare il produttore o i suoi rappresentanti.

Standard, sito produttivo e contatti

I prodotti e i processi di fabbricazione sono conformi ai requisiti dei seguenti standard:

- EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
- EN ISO 14001:2015 (ISO 14001:2015)
- PED - 2014/68/UE

Sito produttivo

POLIDORO Spa
Via Lago di Misurina, 76,36015, Schio – Italy – (VI)
Tel.: +39 0445678678
E-mail: polidoro@pec.confindustriavicenza.it
www.polidoro.com