

SEZIONE IV - GAHP-WS

INDICE

1	GENERALITÀ E CARATTERISTICHE TECNICHE	3
1.1	DATI TECNICI	5
1.2	DIMENSIONI	8
2	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI SISTEMI GAHP-WS.....	9
2.1	PARAMETRI DI PROGETTO.....	9
2.2	TABELLE PARAMETRI DI PROGETTO.....	10
2.3	BASI TEORICHE PER IL CALCOLO DEGLI IMPIANTI GAHP-WS	12
3	PROGETTAZIONE SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO APERTO	17
3.1	TIPOLOGIE DEI SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO APERTO.....	17
3.2	POZZI DI FALDA.....	17
3.3	ACQUIFERI SUPERFICIALI	18
4	PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA	19
4.1	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.....	19
4.2	I.S.P.E.S.L.	22
4.3	CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DI ALIMENTAZIONE IMPIANTO	23
4.4	CRITERI DI INSTALLAZIONE.....	26
4.5	COLLOCAZIONE DELL'UNITÀ GAHP-WS.....	28
4.6	COMPONENTI DA PREVEDERE PER L'IMPIANTO IDRAULICO.....	30
5	PROGETTAZIONE ELETTRICA.....	32
5.1	COLLEGAMENTI ALL'UNITÀ GAHP-WS	32
5.2	COLLEGAMENTO DEL SISTEMA DI CONTROLLO FUNZIONAMENTO	32
6	SISTEMA DI REGOLAZIONE	33
6.1	PANNELLO DIGITALE DI CONTROLLO (DDC).....	33
6.2	CONTROLLO E REGOLAZIONE DEL SISTEMA GAHP-WS	34
6.3	GESTIONE SONDA CLIMATICA ESTERNA – CURVE CLIMATICHE	34
6.4	GESTIONE DELLA FUNZIONE “TEMPERATURA SCORREVOLE”	36
6.5	CONTROLLO E REGOLAZIONE DELLA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	37
6.6	MOD BUS	37

7	SCHEMI IMPIANTI	39
7.1	IMPIANTO TECNOLOGICO SINGOLA GAHP-WS	39
7.2	IMPIANTO TECNOLOGICO CON PIÙ GAHP-WS - circolatori indipendenti	40
7.3	IMPIANTO RISCALDAMENTO CON RECUPERO IN FALDA SINGOLA GAHP-WS	42
7.4	IMPIANTO RISCALDAMENTO CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatori indipendenti.....	44
7.5	IMPIANTO RISCALDAMENTO CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatore comune	46
7.6	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON RECUPERO IN FALDA SINGOLA GAHP-WS	48
7.7	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatori indipendenti	50
7.8	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatore comune	52
7.9	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO AUSILIARI CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS - circolatori indipendenti	54
7.10	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON ACCUMULO INTERSTAGIONALE IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS - circolatori indipendenti	56
7.11	IMPIANTO RISCALDAMENTO E PRODUZIONE ACS CON RECUPERO IN FALDA SINGOLA GAHP-WS con sistema di regolazione elettronico impianto	58

NOTE IMPORTANTI:

- Attenersi sempre alle normative locali o nazionali in vigore per lo specifico caso in esame.
- Nell'ottica di miglioramento continuo che da sempre guida la filosofia aziendale le caratteristiche estetiche e dimensionali, i dati tecnici, le dotazioni e gli accessori possono essere soggetti a variazione, anche senza preavviso.
- Tutti i contenuti del presente manuale hanno carattere di indicazione tecnica. Non sono quindi da intendersi quali indicazioni esecutive e in nessun caso Robur S.p.A. potrà essere responsabile qualora queste indicazioni siano adottate senza il previo parere favorevole di un progettista abilitato, su cui ricade per legge la responsabilità delle scelte progettuali.

1 GENERALITÀ E CARATTERISTICHE TECNICHE

Con il termine **GAHP-WS** si intende la pompa di calore ad assorbimento, ad altissima efficienza e con ciclo termodinamico acqua-ammoniaca ($\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$), dotata di recuperatore del calore di condensazione dei fumi, atta a produrre contemporaneamente acqua fredda e acqua calda in impianti di processo ove sia richiesta la produzione contemporanea di potenza termica e di potenza frigorifera o comunque in tutti gli impianti in cui almeno in estate sia richiesta contemporaneamente alla potenza termica per un servizio ausiliario (post riscaldamento unità di trattamento aria, riscaldamento acqua piscina, pre-riscaldamento acqua calda sanitaria, ecc...) anche potenza frigorifera per l'impianto di condizionamento.

L'unità GAHP-WS è in grado di produrre potenza termica ad altissima efficienza, prelevando dall'acqua di processo (ad esempio l'acqua di scarico di un processo industriale che deve essere raffreddata prima dello smaltimento), dall'acqua di falda o superficiale, la porzione di energia necessaria a raggiungere tali prestazioni termiche.

I componenti elettromeccanici che costituiscono tutte le apparecchiature in pompa di calore ad assorbimento GAHP-WS si riducono al bruciatore e alla pompa delle soluzioni. Questa particolarità dei sistemi ad assorbimento acqua-ammoniaca permette un abbassamento dei consumi di energia elettrica e consente una netta riduzione delle operazioni di manutenzione sui componenti che possono esser soggetti ad usura.

Il circuito ermetico utilizzato dall'unità GAHP-WS, certificato secondo la Direttiva PED sulle attrezzature in pressione, non abbisogna di rabbocchi periodici durante l'intero ciclo di vita del prodotto, diversamente dai cicli a compressione.

La massima temperatura di mandata all'impianto (in riscaldamento) per questa unità è pari a 65°C , mentre la massima temperatura di ritorno è pari a 55°C . Per funzionamento continuo (quindi escludendo i transitori di avvio e arresto) va considerata una temperatura minima di ritorno dall'impianto di 20°C , mentre la minima temperatura di mandata è 30°C . Le temperature minima e massima ammissibili per l'aria esterna sono rispettivamente -15°C e $+45^\circ\text{C}$. Considerata l'elevata efficienza ottenibile e la possibilità di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, l'apparecchiatura si presta ottimamente per la realizzazione di impianti con temperature di mandata del fluido termovettore fino a 50°C , con salto termico nominale di 10°C .

La minima temperatura d'uscita dall'evaporatore (mandata alla falda) per l'unità GAHP-WS è pari a 3°C , mentre la massima temperatura di ritorno è pari a 45°C (tuttavia sopra i 25°C l'unità non funziona a regime permanente a potenza piena, ma cicla in ON/OFF per riportare la temperatura di ritorno sotto i 25°C).

La pompa di calore GAHP-WS è un'unità che può essere posizionata sia all'esterno (nel qual caso va ordinata la versione da esterno) che all'interno degli edifici e può quindi essere efficacemente impiegata in edifici ad uso residenziale, commerciale, industriale, terziario, alberghiero e in edifici pubblici (scuole, ospedali, musei, luoghi di culto, centri ricreativi e/o sportivi, ecc), per la realizzazione di impianti idronici costituiti da terminali di scambio quali: pannelli radianti da parete, soffitto o pavimento, ventilconvettori, scambiatori di calore d'ogni tipo e geometria, radiatori tradizionali opportunamente dimensionati.

L'unità GAHP-WS sfrutta il recupero del calore di condensazione dei fumi, innalzando ulteriormente il valore già elevato di efficienza, permettendo l'utilizzo di canne fumarie tradizionali in polipropilene, le quali sfruttando l'alta prevalenza disponibile (fino a 80 Pa) possono coprire distanze ragguardevoli senza particolari problemi.

Principali vantaggi

Elevatissima efficienza energetica: è possibile raggiungere, in condizioni nominali, efficienze pari al 230% nel caso di utilizzo contemporaneo delle potenze termiche e frigorifere disponibili, oppure del 165% nel caso di utilizzo di fonti rinnovabili d'energia per produrre la sola potenza termica. Tali vantaggi si traducono in una drastica riduzione dei consumi energetici primari. Grazie a questi valori di efficienza è possibile ottenere passaggi di qualificazione energetica dei sistemi edificio-impianto, da cui un congruo aumento di valore economico immobiliare della struttura.

Non richiedono sorgenti esterne: nel caso di utilizzo contemporaneo della totalità delle potenze termiche e frigorifere offerte dalla macchina si può evitare di realizzare gli impianti necessari all'utilizzo di fonti rinnovabili d'energia quali pozzi di falda e scambiatori di calore.

Ridotti consumi di energia elettrica: utilizzando direttamente energia primaria (combustione del gas metano o GPL) per il funzionamento dell'apparecchio, si ottiene la riduzione del fabbisogno di energia elettrica del 90% (0,47 kW elettrici per 41,6 kW di potenza termica o 16,6 kW di potenza frigorifera).

Evita l'aumento della potenza elettrica installata: visto il limitato impegno elettrico della singola unità (470 W), consente di realizzare impianti in pompa di calore senza influenzare in modo sensibile l'impegno elettrico complessivo dell'impianto. Ciò si traduce nella possibilità di realizzare impianti elettrici più semplici e di mantenere invariato il contratto di fornitura dell'energia elettrica. Tale vantaggio inoltre consente di realizzare gli eventuali sistemi di continuità, con generatori d'emergenza di dimensioni più contenute. Infine è anche possibile rendere elettricamente indipendente l'apparecchio con sistemi solari fotovoltaici di più contenute dimensioni rispetto ad altri sistemi in pompa di calore.

Funzionamento stabile anche a temperature esterne estreme: anche a -15°C esterni le unità GAHP-WS garantiscono efficienze che dipendono esclusivamente dalle condizioni di esercizio dell'impianto, quindi possono essere favorevolmente utilizzate anche in aree geografiche particolarmente fredde, senza necessità di centrali termiche e sistemi di back-up composti da caldaie o resistenze elettriche.

Altri vantaggi comuni a tutte le unità GAHP sono: grande affidabilità grazie alle poche parti in movimento; manutenzione e installazione semplici, simile alle caldaie a gas; nessuna necessità di rabbocchi di refrigerante e nessun onere per il controllo di eventuali perdite dello stesso (come ribadito dalla direttiva europea 842/2006); nessun consumo d'acqua in quanto non necessitano di torri evaporative (nessun problema con la legionella); nessun uso di refrigeranti tossici, dannosi all'ambiente o alla fascia dell'ozono.

Voce di capitolato

POMPA DI CALORE AD ASSORBIMENTO ACQUA-ACQUA GAHP-WS

Unità ad assorbimento acqua-ammoniaca alimentata a gas in pompa di calore acqua-acqua a condensazione per produzione contemporanea di acqua calda fino alla temperatura di mandata di 65°C e di acqua refrigerata, per applicazioni geotermiche, idonea per installazione interna o esterna (solo per la versione da esterno), con condensazione ed evaporazione ad acqua, funzionante con metano o GPL, composta da un circuito termofrigorifero ermetico in acciaio al carbonio, scambiatore di calore con funzione di evaporatore realizzato a fascio tubiero in acciaio al titanio, scambiatore di calore con funzione di condensatore/assorbitore realizzato a fascio tubiero in acciaio al titanio, sistema di recupero del calore di condensazione lato fumi, dotata di termostato limite - valvola di sicurezza sovrappressione - pressostato e termostato fumi - bruciatore premiscelato multigas in acciaio inox - scheda elettronica con microprocessore per il controllo di tutte le funzioni - misuratore di portata - flussostato acqua - centralina controllo fiamma - valvola gas - pannellatura in lamiera zincata verniciata - condotti evacuazione fumi e scarico condensa in polipropilene.

Portata termica nominale (al bruciatore) 25,70 kW

Potenza termica nominale (W10/W50) 41,60 kW

Potenza frigorifera nominale (W10/W50) 16,60 kW

Tensione alimentazione 230 V 1N - 50 Hz

Assorbimento elettrico 0,47 kW

Peso in funzionamento 300 kg

Diametro attacchi acqua (uscita e ingresso) 1 ¼" F

Diametro attacco gas ¾" F

Ingombri: larghezza/profondità (848 mm x 690 mm), altezza 1278 mm

1.1 DATI TECNICI

CARATTERISTICHE TECNICHE GAHP-WS			
PRESTAZIONI NOMINALI AL CONDENSATORE (W10/W50)		Unità Misura	GAHP-WS
TEMPERATURA ACQUA USCITA		°C	50
POTENZA TERMICA ⁽¹⁾		kW	41,6
G.U.E. (Efficienza di Utilizzo del Gas) ⁽¹⁾		%	166
PORTATA ACQUA UTENZA ($\Delta t=10^{\circ}\text{C}$)		l/h	3570
PERDITA DI CARICO INTERNA ALLA PORTATA NOMINALE ⁽²⁾ - LATO CONDENSATORE		bar	0,57
PRESTAZIONI NOMINALI ALL'EVAPORATORE (W10/W50)			
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO		°C	10
POTENZA FRIGORIFERA ⁽¹⁾		kW	16,6
PORTATA ACQUA UTENZA ($\Delta t=5^{\circ}\text{C}$)		l/h	2850
PERDITA DI CARICO INTERNA ALLA PORTATA NOMINALE ⁽²⁾ - LATO EVAPORATORE		bar	0,38
LIMITI OPERATIVI CONDENSATORE			
PORTATA ACQUA UTENZA		massima minima	l/h l/h
			4000 700
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO		massima minima ⁽³⁾	°C °C
			55 20
TEMPERATURA ACQUA USCITA		massima	°C
			65
LIMITI OPERATIVI EVAPORATORE			
PORTATA ACQUA UTENZA		massima minima	l/h l/h
			4700 2300
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO		massima ⁽⁴⁾ minima ⁽⁵⁾	°C °C
			45 6
TEMPERATURA ACQUA USCITA		minima ⁽⁵⁾	°C
			3
CARATTERISTICHE DEL BRUCIATORE			
PORTATA TERMICA AL BRUCIATORE (1013 mbar – 15°C)		nominale reale	kW kW
			25,7 25,2
CONSUMO GAS NATURALE G20 ⁽⁶⁾ (1013 mbar – 15°C)		nominale reale	m ³ /h m ³ /h
			2,72 2,67
CONSUMO GAS G.P.L. G30/G31 ⁽⁷⁾ (1013 mbar – 15°C)		nominale reale	kg/h kg/h
			2,03/2,00 1,99/1,96
DATI DI INSTALLAZIONE			
TEMPERATURE ARIA ESTERNA (campo di funzionamento)		massima minima	°C °C
			45 -15
TENSIONE ALIMENTAZIONE ELETTRICA			230 V 1N - 50 Hz
TIPO DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA			MONOFASE
GRADO DI PROTEZIONE ELETTRICA			IPX5D
POTENZA ELETTRICA ASSORBITA ⁽⁸⁾		nominale	kW
			0,47
PRESSIONE DI ALIMENTAZIONE RETE GAS		NATURALE G20 G.P.L. G30/G31	mbar mbar
			17 ÷ 25 25 ÷ 35
DIAMETRO ATTACCO GAS		"	¾" F
PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO		bar	4
CONTENUTO D'ACQUA ALL'INTERNO DELL'APPARECCHIO		lato caldo lato freddo	l l
			4 3
DIAMETRO ATTACCHI ACQUA (USCITA / INGRESSO)		"	1" ¼ F
TIPO DI INSTALLAZIONE ⁽⁹⁾			C13, C33, C43, C53, C63, C83, B23P, B33
PORTATA FUMI		NATURALE G20 G.P.L. G30/G31	Kg/h kg/h
			42 43/48
TEMPERATURA FUMI		NATURALE G20 G.P.L. G30 G.P.L. G31	°C °C °C
			65 65 65
PREVALENZA RESIDUA FUMI			Pa
			80
PERCENTUALE ANIDRIDE CARBONICA NEI FUMI		NATURALE G20 G.P.L. G30 G.P.L. G31	% % %
			9,1 10,4 9,1
CLASSE DI EMISSIONE NO _x			
			5
EMISSIONE NO _x (media ponderata secondo EN 1020)			ppm
			25
EMISSIONE CO			ppm
			36
DIAMETRO TUBO EVACUAZIONE FUMI			mm
			80
PORTATA ACQUA DI CONDENSAZIONE		massima	l/h
			4,0
LIVELLO PRESSIONE SONORA A 10 METRI ⁽¹⁰⁾		massima	dB(A)
			39
PESO IN FUNZIONAMENTO			kg
			300
DIMENSIONI ⁽¹¹⁾		larghezza profondità altezza	mm mm mm
			848 690 1278

Tabella IV-1 - Caratteristiche tecniche: serie GAHP-WS

- (1) Come da norma EN12309-2 valutata su portata termica reale. Per condizioni di funzionamento diverse da quelle nominali fare riferimento alla Sezione 2
- (2) Per portate diverse da quella nominale fare riferimento ai valori riportati in Tabella IV-2 a pagina 7 (lato condensatore) ovvero ai valori riportati in Tabella IV-3 a pagina 7 (lato evaporatore)
- (3) Temperature minime di ritorno consigliate per funzionamento continuo, escludendo i transitori. Temperatura minima di ritorno in condizioni di transitorio 2°C
- (4) Per temperature in ingresso all'evaporatore superiori a 25°C l'unità non funziona in regime permanente a potenza piena, ma cicla in ON/OFF per riportare la temperatura in ingresso all'evaporatore sotto i 25°C
- (5) Da impostare (eventualmente) durante la fase di regolazione, a cura del CAT-Robur. La temperatura minima impostata di default è 4,5°C per l'acqua in uscita e 7,5°C per l'acqua in ingresso
- (6) PCI 34,02 MJ/m³ (1013 mbar – 15 °C)
- (7) PCI 46,34 MJ/kg (1013 mbar – 15 °C)
- (8) ± 10% in funzione della tensione di alimentazione e della tolleranza sull'assorbimento dei motori elettrici
- (9) Installazione di tipo B possibile unicamente con versione da esterno
- (10) Valore massimo in campo libero, frontalmente, fattore di direzionalità 2
- (11) Dimensioni di ingombro senza condotti di scarico fumi. Fare riferimento ai disegni di Figura IV-1 a pagina 8

Tabelle perdite di carico

PERDITE DI CARICO SINGOLA GAHP-WS - LATO CONDENSATORE								
PORTATA ACQUA	TEMPERATURE FLUIDO TERMOVETTORE IN USCITA (T_{hm}) DALLA GAHP-WS							
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
[l/h]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]
1000	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
1100	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
1200	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
1300	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
1400	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10
1500	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
1600	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
1700	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14
1800	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16
1900	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17
2000	0,23	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19
2100	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20
2200	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,22
2300	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,24
2400	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26
2500	0,35	0,33	0,32	0,32	0,31	0,30	0,29	0,27
2600	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,29
2700	0,40	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,31
2800	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34
2900	0,45	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,37	0,36
3000	0,48	0,46	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,38
3100	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45	0,44	0,42	0,40
3200	0,54	0,52	0,50	0,49	0,48	0,46	0,45	0,43
3300	0,57	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,47	0,45
3400	0,60	0,58	0,56	0,55	0,54	0,52	0,50	0,48
3500	0,63	0,61	0,59	0,58	0,57	0,54	0,52	0,50
3600	0,67	0,65	0,62	0,61	0,60	0,57	0,55	0,53
3700	0,70	0,68	0,66	0,64	0,63	0,60	0,58	0,56
3800	0,74	0,71	0,69	0,67	0,66	0,63	0,61	0,58
3900	0,77	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66	0,64	0,61
4000	0,81	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,67	0,64

Tabella IV-2 - Tabella delle perdite di carico singola unità GAHP-WS: lato condensatore

PERDITE DI CARICO SINGOLA GAHP-WS - LATO EVAPORATORE														
PORTATA ACQUA	TEMPERATURE FLUIDO TERMOVETTORE IN USCITA (T_{cm}) DALLA GAHP-WS													
	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C	8°C	9°C	10°C	11°C	12°C	13°C	14°C	15°C
[l/h]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]
2300	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
2400	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
2500	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28
2600	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30
2700	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33
2800	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35
2900	0,42	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,37
3000	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40
3100	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,44	0,44	0,43	0,43	0,42
3200	0,51	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45
3300	0,54	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48
3400	0,57	0,57	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51
3500	0,61	0,60	0,60	0,59	0,59	0,58	0,58	0,57	0,56	0,56	0,56	0,55	0,54	0,54
3600	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60	0,60	0,59	0,59	0,58	0,57	0,57
3700	0,67	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60
3800	0,71	0,71	0,70	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63
3900	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	0,68	0,67	0,66
4000	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,73	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70
4100	0,82	0,82	0,81	0,80	0,80	0,79	0,78	0,77	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73
4200	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76
4300	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80
4400	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84
4500	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87
4600	1,03	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
4700	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95

Tabella IV-3 - Tabella delle perdite di carico singola unità GAHP-WS: lato evaporatore

1.2 DIMENSIONI

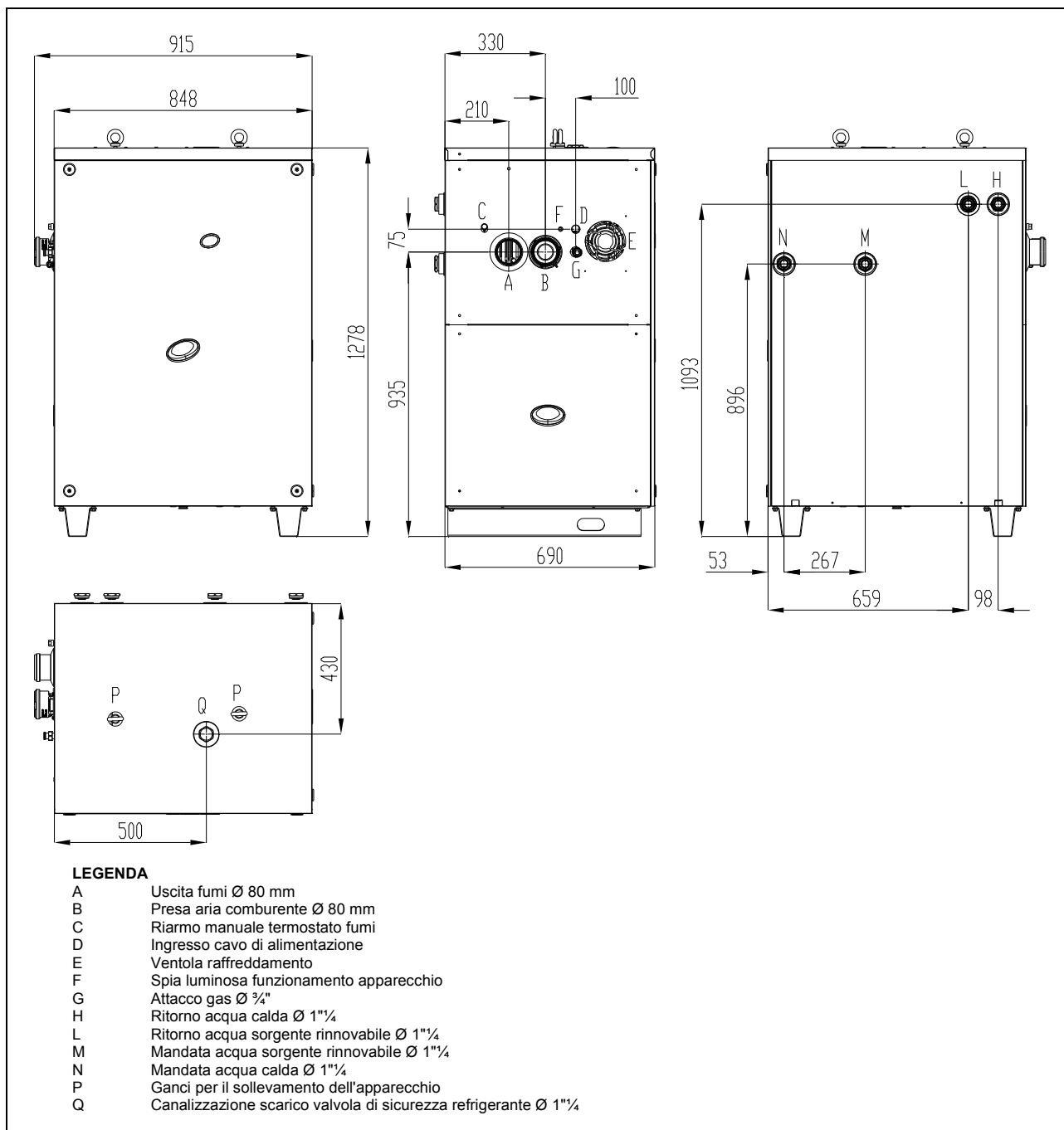


Figura IV-1 - Dimensioni e piastra servizi GAHP-WS - viste dell'unità (quote espresse in mm)

2 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI SISTEMI GAHP-WS

2.1 PARAMETRI DI PROGETTO

I parametri di progetto principali sono l'efficienza G.U.E. (Gas Utilization Efficiency) in riscaldamento ed in condizionamento e le potenze termica e frigorifera della singola unità GAHP-WS, entrambi verificati alle condizioni di progetto.

L'efficienza G.U.E., sia in riscaldamento sia in refrigerazione, della pompa di calore ad assorbimento GAHP-WS è funzione diretta della temperatura dell'acqua in ingresso al condensatore "T_{hr}" e della temperatura dell'acqua in ingresso all'evaporatore "T_{cr}", entrambe espresse in gradi centigradi.

La scelta delle due temperature menzionate deve essere effettuata considerando gli organi di scambio esterni alla pompa di calore ed il loro funzionamento, come ad esempio i terminali d'impianto di riscaldamento, gli scambiatori di calore per impianti tecnologici di processo o gli scambiatori di calore adibiti al trasferimento energetico dall'acqua di falda o di qualsiasi altro acquifero superficiale (fiumi, laghi, ecc...). Ovviamente anche le potenze termica e frigorifera offerte dall'unità "q_h" e "q_c" espresse in kW sono funzione delle temperature "T_{hr}" e "T_{cr}".

Il calcolo dell'efficienza G.U.E. e della potenza termica ottenibile è preceduto dalla definizione delle temperature di ritorno "T_{hr}" e "T_{cr}" previste all'unità e del salto termico "ΔT" richiesto al fluido termovettore.

Fissato il dato di ΔT il valore di "T_{hr}" e di "T_{cr}" viene automaticamente fissato dalla temperatura dell'acqua di mandata all'impianto "T_{hm}" e "T_{cm}" desiderata. Definiti questi valori è sufficiente utilizzare le apposite tabelle delle rese termiche e frigorifere riportate nel paragrafo 2.2. Tali tabelle per ogni temperatura di ritorno "T_{hr}" e "T_{cr}" esprimono il valore della potenza termica q_h e frigorifera q_c delle unità GAHP-WS.

Funzionamento in riscaldamento

Salto termico standard 10°C.

Funzionamento in riscaldamento			
		Unità Misura	GAHP-WS
PORTATA ACQUA UTENZA	massima	l/h	4000
	minima	l/h	700
TEMPERATURA ACQUA USCITA	massima	°C	65
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO	massima	°C	55
	minima ⁽¹⁾	°C	20

Tabella IV-4 - Campo di funzionamento in riscaldamento

⁽¹⁾ Temperature minime di ritorno consigliate per funzionamento continuo, escludendo i transitori. Temperatura minima di ritorno in condizioni di transitorio 2°C

Funzionamento in condizionamento

Salto termico standard 5°C.

Funzionamento in condizionamento			
		Unità Misura	GAHP-WS
PORTATA ACQUA UTENZA	massima	l/h	4700
	minima	l/h	2300
TEMPERATURA ACQUA USCITA	minima ⁽¹⁾	°C	3
TEMPERATURA ACQUA INGRESSO	massima ⁽²⁾	°C	45

Tabella IV-5 - Campo di funzionamento in condizionamento

⁽¹⁾ Da impostare (eventualmente) durante la fase di regolazione, a cura del CAT-Robur. La temperatura minima impostata di default è 4,5°C per l'acqua in uscita e 7,5°C per l'acqua in ingresso.
⁽²⁾ Per temperature in ingresso all'evaporatore superiori a 25°C l'unità non funziona in regime permanente a potenza piena, ma cicla in ON/OFF per riportare la temperatura in ingresso all'evaporatore sotto i 25°C

2.2 TABELLE PARAMETRI DI PROGETTO

POTENZA TERMICA UNITARIA GAHP-WS							
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T _{cr})	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T _{hm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T _{hr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
q _h (kW)	q _h (kW)	q _h (kW)	q _h (kW)	q _h (kW)	q _h (kW)	q _h (kW)	q _h (kW)
6°C	43,7	42,8	41,1	39,4	37,2	35,3	33,4
7°C	43,8	42,9	41,4	39,9	37,8	35,9	34,0
8°C	43,8	43,0	41,8	40,5	38,4	36,5	34,6
9°C	43,9	43,1	42,1	41,0	39,0	37,1	35,2
10°C	43,9	43,2	42,4	41,6	39,6	37,7	35,8
11°C	43,9	43,3	42,6	41,8	39,8	37,9	36,0
12°C	43,9	43,4	42,7	42,0	40,0	38,1	36,2
13°C	43,9	43,5	42,8	42,2	40,2	38,3	36,5
14°C	43,9	43,5	43,0	42,4	40,4	38,6	36,7
15°C	43,9	43,6	43,1	42,6	40,6	38,8	36,9
16°C	43,9	43,6	43,2	42,8	40,8	39,0	37,1
17°C	43,9	43,6	43,3	43,0	41,1	39,2	37,4
18°C	43,9	43,6	43,4	43,2	41,3	39,4	37,6
19°C	43,9	43,6	43,5	43,4	41,5	39,7	37,8
20°C	43,9	43,6	43,6	43,6	41,7	39,9	38,1
21°C	43,9	43,6	43,6	43,6	41,9	40,1	38,3
22°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,1	40,3	38,5
23°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,4	40,6	38,8
24°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,6	40,8	39,0
25°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,0	39,2
26°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,1	39,4
27°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,2	39,7
28°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,3	39,9
29°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,5	40,1
30°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,6	40,4

Tabella IV-6 - Potenza termica unitaria GAHP-WS

EFFICIENZA G.U.E. GAHP-WS IN RISCALDAMENTO							
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T _{cr})	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T _{hm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T _{hr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
6°C	1,734	1,697	1,630	1,563	1,478	1,401	1,324
7°C	1,736	1,702	1,644	1,585	1,501	1,424	1,348
8°C	1,738	1,707	1,657	1,607	1,524	1,448	1,372
9°C	1,740	1,711	1,670	1,629	1,547	1,471	1,396
10°C	1,743	1,716	1,683	1,651	1,570	1,495	1,419
11°C	1,743	1,719	1,689	1,659	1,578	1,503	1,428
12°C	1,743	1,722	1,694	1,667	1,587	1,512	1,438
13°C	1,743	1,724	1,699	1,675	1,595	1,521	1,447
14°C	1,743	1,727	1,705	1,683	1,604	1,530	1,456
15°C	1,743	1,728	1,709	1,690	1,612	1,539	1,465
16°C	1,743	1,728	1,713	1,698	1,621	1,548	1,474
17°C	1,743	1,728	1,717	1,706	1,630	1,556	1,483
18°C	1,743	1,728	1,721	1,714	1,638	1,565	1,492
19°C	1,743	1,728	1,725	1,722	1,647	1,574	1,502
20°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,655	1,583	1,511
21°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,664	1,592	1,520
22°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,672	1,601	1,529
23°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,681	1,609	1,538
24°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,689	1,618	1,547
25°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,627	1,556
26°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,632	1,565
27°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,636	1,575
28°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,641	1,584
29°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,645	1,593
30°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,650	1,602

Tabella IV-7 - Efficienza G.U.E. unità GAHP-WS in riscaldamento

POTENZA FRIGORIFERA UNITARIA GAHP-WS							
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T _{cr})	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T _{cm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T _{cr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
q _c (kW)	q _c (kW)	q _c (kW)	q _c (kW)	q _c (kW)	q _c (kW)	q _c (kW)	q _c (kW)
6	17,6	17,6	15,9	14,2	12,0	10,1	8,2
7	17,6	17,7	16,2	14,7	12,6	10,7	8,8
8	17,6	17,8	16,6	15,3	13,2	11,3	9,4
9	17,6	17,9	16,7	15,8	13,8	11,9	10,0
10	17,6	18,0	16,8	16,6	14,5	12,7	10,8
11	18,7	18,1	17,4	16,6	14,6	12,7	10,8
12	18,7	18,2	17,5	16,8	14,8	12,9	11,0
13	18,7	18,3	17,6	17,0	15,0	13,1	11,3
14	18,7	18,3	17,8	17,2	15,2	13,4	11,5
15	18,7	18,4	17,9	17,4	15,4	13,6	11,7
16	18,7	18,4	18,0	17,6	15,6	13,8	11,9
17	18,7	18,4	18,1	17,8	15,9	14,0	12,2
18	18,7	18,4	18,2	18,0	16,1	14,2	12,4
19	18,7	18,4	18,3	18,2	16,3	14,5	12,6
20	18,7	18,4	18,4	18,4	16,5	14,7	12,9
21	18,7	18,4	18,4	18,4	16,7	14,9	13,1
22	18,7	18,4	18,4	18,4	16,9	15,1	13,3
23	18,7	18,4	18,4	18,4	17,2	15,4	13,6
24	18,7	18,4	18,4	18,4	17,4	15,6	13,8
25	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	15,8	14,0
26	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	15,9	14,2
27	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,0	14,5
28	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,1	14,7
29	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,3	14,9
30	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,4	15,2

Tabella IV-8 - Potenza frigorifera unitaria GAHP-WS

EFFICIENZA G.U.E. GAHP-WS IN CONDIZIONAMENTO							
TEMPERATURA RITORNO EVAPORATORE (T _{cr})	TEMPERATURA DI MANDATA ACQUA (T _{hm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	TEMPERATURA DI RITORNO ACQUA (T _{nr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
6°C	0,700	0,697	0,630	0,563	0,478	0,401	0,324
7°C	0,700	0,702	0,644	0,585	0,501	0,424	0,348
8°C	0,700	0,707	0,657	0,607	0,524	0,448	0,372
9°C	0,700	0,711	0,663	0,629	0,547	0,471	0,396
10°C	0,700	0,714	0,667	0,657	0,575	0,502	0,427
11°C	0,743	0,719	0,689	0,659	0,578	0,503	0,428
12°C	0,743	0,722	0,694	0,667	0,587	0,512	0,438
13°C	0,743	0,724	0,699	0,675	0,595	0,521	0,447
14°C	0,743	0,727	0,705	0,683	0,604	0,530	0,456
15°C	0,743	0,728	0,709	0,690	0,612	0,539	0,465
16°C	0,743	0,728	0,713	0,698	0,621	0,548	0,474
17°C	0,743	0,728	0,717	0,706	0,630	0,556	0,483
18°C	0,743	0,728	0,721	0,714	0,638	0,565	0,492
19°C	0,743	0,728	0,725	0,722	0,647	0,574	0,502
20°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,655	0,583	0,511
21°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,664	0,592	0,520
22°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,672	0,601	0,529
23°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,681	0,609	0,538
24°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,689	0,618	0,547
25°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,627	0,556
26°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,632	0,565
27°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,636	0,575
28°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,641	0,584
29°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,645	0,593
30°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,650	0,602

Tabella IV-9 - Efficienza G.U.E. unità GAHP-WS in condizionamento

2.3 BASI TEORICHE PER IL CALCOLO DEGLI IMPIANTI GAHP-WS

Si procede alla definizione delle rese termiche q_h per il servizio di riscaldamento invernale, fissando preventivamente le temperature di ingresso al condensatore T_{hr} e all'evaporatore T_{cr} . La temperatura di ingresso al condensatore è immediatamente individuata dalle condizioni di funzionamento dell'impianto di riscaldamento o dal processo industriale che occorre riscaldare. La temperatura di ritorno all'evaporatore viene individuata in funzione delle condizioni di scambio tra l'acqua refrigerata dalla GAHP-WS e l'acqua di falda, degli acquiferi superficiali (lago, fiume, mare, ecc...) o del cascame termico del processo industriale da raffreddare. La T_{cr} è quindi definibile in inverno dopo una approssimata valutazione del salto termico medio logaritmico che si dovrà instaurare nello scambiatore di calore. Definite le due temperature, mediante l'utilizzo delle tabelle delle rese si procede al calcolo invernale della potenza termica q_{hi} . Parallelamente occorre definire anche la potenza frigorifera invernale q_{ci} prodotta contemporaneamente alla termica.

Per le condizioni di funzionamento estivo si procede in modo analogo, definendo le temperature di funzionamento della macchina, sulla base delle quali verranno calcolate le rese frigorifera estiva q_{ce} e termica estiva q_{he} .

Effettuate le precedenti operazioni tese a definire le rese termiche e frigorifere delle singole unità GAHP-WS nelle due stagioni di utilizzo, per procedere è possibile scegliere una delle seguenti modalità di progettazione:

- Scelta del numero massimo di unità GAHP-WS per assicurare con le pompe di calore la copertura di qualsiasi regime di funzionamento dell'impianto
- Scelta del numero di unità GAHP-WS in funzione di un coefficiente di ripartizione invernale F_{wi} al fine di ridurre i costi di installazione dell'impianto
- Scelta del numero di unità GAHP-WS in funzione del massimo sfruttamento contemporaneo delle potenze termiche e frigorifere offerte dalla pompa di calore

a) Scelta del numero massimo di unità GAHP-WS per assicurare con le pompe di calore la copertura di qualsiasi regime di funzionamento dell'impianto

Il procedimento di calcolo più immediato e semplice prevede il dimensionamento del sistema sulla base della condizione di funzionamento più gravosa, accettando un certo grado di sovradimensionamento dell'impianto per una delle due stagioni di utilizzo.

Nel caso in cui fosse richiesto solo il servizio di riscaldamento in inverno e di condizionamento in estate, si procede al calcolo del numero di pompe di calore richiesto in inverno N_{wi} direttamente con la seguente relazione:

$$N_{wi} = \frac{\dot{Q}_h}{q_{hi}}$$

Dove Q_h è la potenza termica richiesta dall'impianto di riscaldamento invernale. In modo analogo si calcola il numero N_{we} di unità GAHP-WS necessarie per il servizio di condizionamento estivo.

$$N_{we} = \frac{\dot{Q}_c}{q_{ce}}$$

Nella formula precedente, il termine Q_c è la potenza frigorifera richiesta per il servizio di condizionamento. Il numero N_w di unità GAHP-WS necessario all'impianto in questo caso sarà il maggiore tra i due calcolati. In questo caso l'impianto prevede l'utilizzo di una fonte rinnovabile (acquifero sotterraneo o superficiale), oppure l'utilizzo di un qualsiasi cascame termico disponibile sia in estate che in inverno. Per eseguire la progettazione dell'impianto necessario allo sfruttamento di queste fonti energetiche occorre stabilire le potenze frigorifere e termiche che in inverno e in estate rispettivamente dovranno essere scambiate. La potenza frigorifera Q_{ci} che dovrà essere scambiata in inverno con la fonte rinnovabile è calcolata con la seguente relazione:

$$\dot{Q}_{ci} = q_{ci} \cdot N_{wi}$$

La potenza termica \dot{Q}_{he} che dovrà essere scambiata in estate con la fonte rinnovabile è calcolata con la seguente relazione:

$$\dot{Q}_{he} = \dot{q}_{he} \cdot N_{We}$$

Le temperature dell'acqua a questo punto del calcolo sono già note, così come anche i salti termici previsti in quanto già stimati per ottenere i valori delle T_{hr} e T_{cr} , quindi le portate d'acqua necessarie da prelevare dalla fonte energetica e quella da inviare alla pompa di calore GAHP-WS (il primario ed il secondario dello scambiatore di calore esterno alla GAHP-WS e non fornito a corredo della macchina) saranno automaticamente calcolate una volta note le potenze sopra definite.

È utile ricordare a questo punto che, nel caso di scarico in fogna o in fosso dell'acqua prelevata dalla fonte rinnovabile, o in caso della sua re-immissione in falda, sarà necessario prevedere dei salti termici della stessa in grado di rispettare i limiti imposti dai regolamenti locali circa lo sfruttamento del suolo e delle acque.

La scelta basata sul presente criterio presenta il vantaggio della rapidità e semplicità d'esecuzione delle stime, ma comporta la possibile problematica di sovrabbondanza di moduli in pompa di calore per una stagione d'utilizzo. Se il surplus di moduli GAHP-WS si verifica in inverno, ovvero $N_W = N_{We}$, potrebbero presentarsi inutili costi aggiuntivi per l'impianto.

b) Scelta del numero di unità GAHP-WS in funzione di un coefficiente di ripartizione invernale F_{wi} al fine di ridurre i costi di installazione dell'impianto

Il calcolo più rigoroso per la definizione dei sistemi GAHP-WS si effettua in considerazione del fattore di carico previsto per l'impianto che si sta progettando.

Potendo installare apparecchiature sia in centrale tecnologica che all'esterno degli edifici, oppure potendo porre all'esterno le GAHP-WS in area adiacente alle unità da esterno (ACF, AY e AYP), è possibile procedere nel calcolo utilizzando un coefficiente di ripartizione F_{wi} .

Il coefficiente F_{wi} viene utilizzato per ricavare il valore della porzione di potenza termica di progetto fornita con le pompe di calore ad assorbimento ed il suo valore può variare da un minimo di 0,30 ad un massimo di 0,60 ÷ 0,70. In prima approssimazione il valore del coefficiente F_{wi} può assumere valore pari al valore massimo coefficiente di carico parziale F_{cmax} dell'impianto o al suo valore medio nella stagione invernale.

$$F_{wi} = F_{cmax} = \frac{T_i - T_{(am-min)}}{T_i - T_a}$$

T_i indica la temperatura prevista per i locali riscaldati; T_{am-min} è la minima temperatura dell'aria esterna media (UNI 10349); T_a è la temperatura esterna di progetto della località considerata (UNI 5364).

Conoscendo la resa termica unitaria delle GAHP-WS nella stagione invernale q_{hi} si calcola il numero delle unità necessarie secondo la seguente relazione:

$$N_W = \frac{\left(\dot{Q}_h \cdot F_{wi} \right)}{\dot{q}_{hi}}$$

Per assicurare la copertura delle punte di carico è necessario inserire un numero N_{CA} di caldaie integrative con potenza unitaria q_{CA} , proporzionato con la seguente relazione:

$$N_{CA} = \frac{\left[\dot{Q}_h - \left(N_W \cdot \dot{q}_{hi} \right) \right]}{\dot{q}_{CA}}$$

Nel caso in cui fosse necessario integrare anche la potenza frigorifera estiva, si renderà necessario colmare tale lacuna mediante l'inserimento di un numero N_{GA} di refrigeratori aventi potenza frigorifera unitaria q_{GA} .

$$N_{GA} = \frac{\left[\dot{Q}_c - \left(N_W \cdot \dot{q}_{ce} \right) \right]}{\dot{q}_{GA}}$$

La riduzione del numero di GAHP-WS in funzione del riscaldamento invernale, prevedendo di coprire unicamente i carichi parziali, consente una netta riduzione dei costi di installazione dell'impianto. La presenza anche dei refrigeratori ad assorbimento può ridurre tale vantaggio economico e per questo motivo può essere utile far variare il coefficiente F_{wi} al fine d'ottenere il numero N_W tale che:

$$\dot{Q}_c = N_W \cdot \dot{q}_{ce}$$

Tale condizione prevede quindi la condizione $N_{GA} = 0$. Per ottenere tale risultato è possibile con estrema semplicità procedere come segue.

Stabilire il numero massimo di unità GAHP-WS necessario nella stagione invernale N_{wi} .

$$N_{wi} = \frac{\dot{Q}_h}{\dot{q}_{hi}}$$

Stabilire il numero di unità GAHP-WS necessario nella stagione estiva N_{we} .

$$N_{we} = \frac{\dot{Q}_c}{\dot{q}_{ce}}$$

La scelta del numero corretto di pompe di calore acqua-acqua ad assorbimento N_W si effettua determinando il minore tra N_{wi} inverno e N_{we} estate.

Esamineremo ora i due casi, partendo dalla situazione in cui $N_{wi} < N_{we}$.

$$N_{wi} < N_{we} \Rightarrow N_W = N_{wi}$$

In questo caso l'intera potenza termica di progetto sarà fornita dalle GAHP-WS, mentre la potenza frigorifera estiva in parte dovrà essere integrata da altro sistema di refrigerazione (generalmente refrigeratori ad assorbimento dello stesso costruttore), costituito dal numero di unità caratterizzate da potenza frigorifera q_{GA} (kW), definito dalla seguente relazione:

$$N_{GA} = \frac{\left[\dot{Q}_c - \left(N_W \cdot \dot{q}_{ce} \right) \right]}{\dot{q}_{GA}}$$

Se viceversa si verifica la condizione opposta:

$$N_{we} < N_{wi} \Rightarrow N_W = N_{we}$$

In questo caso l'intera potenza frigorifera di progetto sarà fornita dalle GAHP-WS, mentre la potenza termica invernale in parte dovrà essere integrata da caldaie ad alto rendimento, il cui numero di singole unità aventi potenza termica q_{CA} (kW) è definito dalla seguente relazione:

$$N_{CA} = \frac{\left[\dot{Q}_h - \left(N_W \cdot \dot{q}_{hi} \right) \right]}{\dot{q}_{CA}}$$

L'impianto GAHP-WS generalmente prevede l'utilizzo di un qualsiasi cascame termico disponibile sia in estate che in inverno oppure l'utilizzo degli acquiferi sotterranei o superficiali in qualità di fonte rinnovabile d'energia. Per eseguire la progettazione dell'impianto necessario allo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili occorre stabilire le potenze frigorifere e termiche che in inverno e in estate dovranno essere scambiate. La potenza frigorifera Q_{ci} che dovrà essere scambiata in inverno con la fonte rinnovabile è calcolata con la seguente relazione:

$$\dot{Q}_{ci} = \dot{q}_{ci} \cdot N_{wi}$$

La potenza termica Q_{he} che dovrà essere scambiata in estate con la fonte rinnovabile è calcolata con la seguente relazione:

$$\dot{Q}_{he} = \dot{q}_{he} \cdot N_{we}$$

Le temperature dell'acqua a questo punto del calcolo sono già note, così come anche i salti termici previsti in quanto già stimati per ottenere i valori delle T_{hr} e T_{cr} , quindi le portate d'acqua necessarie da prelevare dalla fonte energetica e quella da inviare alla pompa di calore GAHP-WS (il primario ed il secondario dello scambiatore di calore esterno alla GAHP-WS e non fornito a corredo della macchina) saranno automaticamente calcolate una volta note le potenze sopra definite.

È utile ricordare a questo punto che, nel caso di scarico in fogna o in fosso dell'acqua prelevata dalla fonte rinnovabile, o in caso della sua re-immissione in falda, sarà necessario prevedere dei salti termici della stessa in grado di rispettare i limiti imposti dai regolamenti locali circa lo sfruttamento del suolo e delle acque.

c) Scelta del numero di unità GAHP-WS in funzione del massimo sfruttamento contemporaneo delle potenze termiche e frigorifere offerte dalla pompa di calore

Nel caso di impianti tecnologici asserviti a processi di produzione industriale, in cui sempre è necessario sfruttare la capacità delle GAHP-WS di produrre entrambe le potenze termiche e frigorifere contemporaneamente, si rende necessario identificare nell'ambito delle varie stagioni di utilizzo dell'impianto gli andamenti delle richieste energetiche, al fine di verificare la massima contemporaneità di utilizzo del circuito acqua calda e acqua refrigerata, per ottenere dal sistema la massima efficienza possibile. Tale valutazione viene condotta considerando le potenze termiche Q_h^* e frigorifere Q_c^* richieste contemporaneamente dall'impianto tecnologico ed effettuando il calcolo del numero di unità GAHP-WS sulla base di una di queste.

Si calcola quindi il numero di unità in pompa di calore sulla base della potenza termica e della potenza frigorifera contemporanee.

$$N_{wh}^* = \frac{\dot{Q}_h^*}{\dot{q}_h}$$

$$N_{wc}^* = \frac{\dot{Q}_c^*}{\dot{q}_c}$$

Al fine di massimizzare l'efficienza del sistema si sceglierà la massima contemporaneità di utilizzo delle pompe di calore.

$$N_{wh}^* \leq N_{wc}^* \Rightarrow N_w = N_{wh}^*$$

Se verrà soddisfatta la precedente condizione, l'intera potenza termica parziale Q_h^* ed una parte della potenza frigorifera parziale Q_c^* saranno fornite dalle GAHP-WS, mentre la potenza termica massima Q_h e la potenza frigorifera massima Q_c dovranno essere integrate per la parte rimanente da caldaie e da refrigeratori, i cui numeri di singole unità N_{CA} per le caldaie aventi potenza termica q_{CA} (kW) e N_{GA} per i refrigeratori aventi potenza frigorifera q_{GA} (kW), sono definiti dalle seguenti relazioni:

$$N_{CA} = \frac{\left[\dot{Q}_h - \left(N_w \cdot \dot{q}_h \right) \right]}{\dot{q}_{CA}}$$

$$N_{GA} = \frac{\left[\dot{Q}_c - \left(N_W \cdot \dot{q}_c \right) \right]}{\dot{q}_{GA}}$$

Se invece verrà soddisfatta la condizione seguente, l'intera potenza frigorifera parziale Q_c^* ed una parte della potenza termica parziale Q_h^* saranno fornite dalle GAHP-WS, mentre la potenza termica massima Q_h e la potenza frigorifera massima Q_c dovranno essere integrate per la parte rimanente da caldaie e da refrigeratori, i cui numeri di singole unità aventi potenza termica q_{CA} (kW) e potenza frigorifera q_{GA} (kW) sono definiti dalle relazioni precedentemente indicate.

$$N_{Wc}^* \leq N_{Wh}^* \Rightarrow N_W = N_{Wc}^*$$

Se il numero di pompe di calore N_W definito con il procedimento illustrato è sufficiente a supportare interamente le due potenze contemporanee termica Q_h^* e frigorifera Q_c^* non sarà necessario progettare l'impianto di sfruttamento di fonti rinnovabili d'energia (pozzo di falda). Se oltre alla precedente condizione si verifica anche l'eventualità che le potenze massime termica Q_h e frigorifera Q_c coincidano con le potenze contemporanee Q_h^* e Q_c^* non vi sarà alcun bisogno di integrare l'impianto con caldaie e refrigeratori.

Nel caso in cui non fosse comunque possibile sfruttare completamente e contemporaneamente le due potenze prodotte dal sistema GAHP-WS progettato si renderà necessario identificare la potenza termica e/o frigorifera che dovrà essere scambiata con la fonte rinnovabile d'energia e calcolare i dati necessari al dimensionamento del relativo impianto come già illustrato in precedenza.

3 PROGETTAZIONE SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO APERTO

3.1 TIPOLOGIE DEI SISTEMI GEOTERMICI AD ANELLO APERTO

Per sistemi geotermici ad anello aperto si intendono le tipologie impiantistiche atte allo sfruttamento delle fonti rinnovabili d'energia presenti negli acquiferi sotterranei e superficiali. Per acquiferi sotterranei si intendono tutte le risorse idriche presenti nel sottosuolo, brevemente elencabili nel seguente modo:

Falde freatiche

Per falde freatiche si intendono terreni, sabbie o ghiaie, saturi d'acqua e caratterizzati spesso da uno scorrimento attraverso le porosità presenti nel sottosuolo e quindi caratterizzate da una direzione e velocità del flusso idrologico. Le falde freatiche non sono caratterizzate da pressioni maggiori rispetto a quella atmosferica e quindi dai pozzi d'emungimento occorre sempre pompare l'acqua all'esterno per poterla sfruttare. In alcuni casi questo tipo di falda è caratterizzata da velocità d'efflusso minima o addirittura nulla ed in questo caso ben si presta negli impianti con accumulo interstagionale d'energia.

Falde artesiane

Per falde artesiane si intendono strati di terreno, sabbia, ghiaie o rocce fratturate, saturi d'acqua e caratterizzati spesso da uno scorrimento attraverso le porosità presenti nel sottosuolo. Tali strati di terreno si trovano in sovrappressione rispetto all'atmosfera e sono spesso sovrastati da strati di terreno o roccia impermeabile, come ad esempio le argille e le argilliti. Nei pozzi artesiani l'acqua risale sempre sopra il livello della falda, per effetto della pressione alla quale si trova. Tale fenomeno fisico tuttavia non è quasi mai sfruttabile per estrarre la portata d'acqua dal pozzo.

Cavità e torrenti carsici

Per cavità e torrenti carsici si intendono veri e propri laghi e corsi d'acqua sotterranei creati dall'azione erosiva (chimica e meccanica) dell'acqua rispetto a dolomie, calcari e carbonati. Tale tipologia di acquifero non è generalmente di semplice sfruttamento.

Acquiferi superficiali

Per acquiferi superficiali infine si intendono tutte le superfici d'acqua quali mari, laghi, fiumi, torrenti e canali.

Nel presente manuale ci occuperemo esclusivamente della progettazione di massima dei sistemi che prevedono l'estrazione dell'acqua da un pozzo di falda (generalmente freatica) e, brevemente, anche dei sistemi che prevedono lo scambio termico con un acquifero superficiale (di qualsiasi genere e tipo).

3.2 POZZI DI FALDA

Lo scavo di un pozzo di falda, ove questo già non fosse esistente grazie ad esigenze precedenti alla realizzazione dell'impianto di riscaldamento/condizionamento, impone la verifica della posizione più vantaggiosa in cui realizzare lo scavo e la possibilità formale di realizzarlo tenendo in considerazione i regolamenti locali per lo sfruttamento delle risorse idriche del sottosuolo.

Per lo sfruttamento di una falda è importante conoscere l'altezza della sua "tavola d'acqua" e, in alcuni casi, la direzione ed il verso delle linee di flusso.

La "tavola d'acqua" è la superficie di interfaccia tra terreno saturo d'acqua e terreno non interessato dalla falda. Essendo la superficie superiore della falda freatica la sua posizione rispetto alla superficie del suolo essa definisce anche la profondità alla quale è intercettabile la falda e, in linea generale, la profondità alla quale occorrerà perforare il pozzo.

Le linee di flusso, attraverso la loro direzione ed il loro verso, identificano il senso di scorrimento dell'acqua nel sottosuolo, dato estremamente importante quando l'impianto prevede di estrarre acqua dalla falda per poi immetterla nuovamente nel sottosuolo dopo averla sfruttata per fini energetici.

Tutti i parametri menzionati, e altri che non menzioniamo ma che sono comunque necessari per il corretto sfruttamento della fonte rinnovabile idrotermica, sono noti attraverso l'esperienza dei geologi e delle società di perforazione e ricerche idriche, alle quali è necessario fare riferimento per la progettazione esecutiva, in quanto per loro esperienza professionale sono in possesso di tutti i dati necessari ai calcoli nelle aree geografiche di loro competenza.

La portata d'acqua alla quale occorre calcolare il pozzo viene scelta sulla base del salto termico ΔT concesso dai regolamenti locali. La verifica deve essere effettuata per la stagione invernale ed anche per la stagione estiva se il sistema è utilizzato anche per il condizionamento estivo.

$$\dot{m}_{ws-inverno} = \frac{\dot{q}_{ci} \cdot N_{wi}}{\rho \cdot \Delta T \cdot C_p} \quad [\text{kg/s}] ; \quad \dot{m}_{ws-estate} = \frac{\dot{q}_{ce} \cdot N_{we}}{\rho \cdot \Delta T \cdot C_p} \quad [\text{kg/s}]$$

Ovviamente deve essere considerata la maggiore tra le due portate d'acqua calcolate, per dimensionare il pozzo alle massime condizioni di progetto.

Nel caso di falde acquifere in cui lo scorrimento dell'acqua risulta essere trascurabile o nullo, è energeticamente interessante realizzare impianti ad accumulo interstagionale dell'energia. Per tale tipologia impiantistica è necessario realizzare due pozzi distinti i quali possano funzionare sia in modalità di captazione che in modalità di re-immissione. Il pozzo d'emungimento invernale, nella stagione estiva svolgerà funzioni di re-immissione e viceversa.

3.3 ACQUIFERI SUPERFICIALI

Lo sfruttamento degli acquiferi superficiali implica l'adozione di un idoneo scambiatore di calore, il quale può essere posto all'interno dell'acquifero oppure anche all'esterno. Lo scambiatore quindi può essere immerso nel lago, mare o corso d'acqua superficiale e quindi essere percorso al suo interno dal fluido termovettore proveniente direttamente dalle unità GAHP-WS, oppure essere posto in centrale tecnologica e ricevere sia l'acqua dall'acquifero superficiale che dal sistema di pompe di calore.

In entrambi i casi il dimensionamento del sistema di sfruttamento di un acquifero superficiale in qualità di fonte rinnovabile d'energia si riduce al progetto di uno scambiatore di calore.

Nel caso la fonte rinnovabile d'energia sia costituita da acqua di fiume o canale si utilizzano prevalentemente impianti con scambiatore di calore esterno all'acquifero. Un'unica presa d'acqua preleverà il fluido per portarlo allo scambiatore di calore posto in centrale tecnologica.

La posizione del punto di presa nel fiume dovrà essere accuratamente valutata onde evitare che probabili abbassamenti del livello dell'acqua portino all'affioramento dell'opera idraulica stessa. Deve essere inoltre previsto anche l'eventuale sporco ed intasamento dell'opera di presa al fine di predisporre gli opportuni accorgimenti per evitare l'intasamento della tubazione e dei componenti dell'impianto.

Nel caso dei laghi invece i sistemi generalmente impiegati sono sia con scambiatore immerso che con scambiatore esterno. Lo scambiatore di calore immerso all'interno dell'acquifero superficiale generalmente prevede il posizionamento di uno o più scambiatori all'opportuna profondità, collegandoli idraulicamente in parallelo tra loro e disponendoli ad una distanza reciproca minima opportuna.

L'utilizzo degli scambiatori immersi, rispetto all'impiego di scambiatori esterni, ha il vantaggio di permettere l'utilizzo di pompe di circolazione meno potenti ed assicura un grado di pulizia nell'impianto nettamente superiore rispetto al caso del prelievo diretto dell'acqua dagli invasi e dai corsi d'acqua. È comunque necessario valutare l'eventualità di formazione di alghe sulla superficie esterna dei tubi e, quindi, di un certo grado di sporco dello scambiatore con conseguente riduzione della resa termica dello stesso.

Anche in questo caso può essere opportuno fare riferimento a società specializzate nello sfruttamento delle risorse idriche e nel dimensionamento dei relativi scambiatori, in quanto le problematiche connesse a queste applicazioni sono specifiche e difficilmente riconducibili alla normale prassi di dimensionamento degli scambiatori di calore tradizionali.

4 PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA

4.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Tipologie impiantistiche adottabili

La pompa di calore ad assorbimento GAHP-WS può essere utilizzata efficacemente con tutte le tipologie impiantistiche di impianti di riscaldamento e condizionamento idronici. A tal proposito si precisa comunque che, trattandosi di impianti ad altissima efficienza, è opportuno valutare in inverno l'utilizzo di temperature di mandata del fluido termovettore T_{hm} medio basse, intendendo per tali quelle che appartengono all'intervallo compreso tra 30°C e 50°C. L'utilizzo delle temperature medio alte comprese tra i 50°C ed i 60°C, o addirittura le punte di 65°C, sono da riservarsi per quegli impianti dotati di apparecchiature di cessione del calore non particolarmente efficienti (ad esempio radiatori), per le quali risulta essere indispensabile non scendere al di sotto dei 50°C di mandata. A tal proposito si segnala la possibilità di ridurre la temperatura di mandata ad eventuali radiatori in tre eventualità: a) aumentando le ore di funzionamento dell'impianto di riscaldamento; b) riducendo il fabbisogno energetico dell'edificio (aumento della coibentazione delle strutture edili); c) modificando opportunamente i radiatori stessi (aumento delle superfici di scambio).

La progettazione impiantistica segue le medesime regole utilizzate per gli impianti idraulici di climatizzazione idronici di tipo tradizionale.

Volume inerziale

Il serbatoio inerziale, pur non essendo specificamente richiesto, nei casi in cui la temperatura di mandata dell'acqua è minore o uguale a 50°C può essere efficacemente inserito nel circuito in qualità di accumulatore d'energia termica, consentendo di ridurre le fasi di accensione e spegnimento delle unità che compongono il sistema e di incrementarne così in maniera significativa l'efficienza complessiva.

Il volume in litri del serbatoio inerziale può essere definito attraverso la relazione seguente, nella quale "t" è il tempo di accumulo in secondi, "Q_s" identifica la potenza termica in kW trasferita al serbatoio d'accumulo nel tempo "t", ρ è la densità del fluido termovettore utilizzato, C_p è il calore specifico dell'acqua (4,187 kJ/kg K) e ΔT è il salto termico del fluido termovettore espresso in gradi Kelvin (K).

$$V = \frac{\dot{Q}_s}{\rho \cdot \Delta T \cdot C_p} \cdot t \quad (I)$$

La potenza "Q_s" che deve essere trasferita nel tempo t fissato a priori è pari a quella non utilizzata dall'impianto quando questo è caratterizzato da condizioni climatiche medie differenti da quelle di progetto. In questo caso "Q_s" viene calcolata per differenza mese per mese tra la potenza necessaria alle condizioni climatiche medie "Q_{hm}" e la potenza offerta dal sistema GAHP-WS.

$$\dot{Q}_s = \left[\left(N_{Wm} \cdot \dot{q}_{hi} \right) + \left(N_{CAm} \cdot \dot{q}_{CA} \right) \right] - \dot{Q}_{hm} \quad (\text{kW})$$

Scegliendo il più elevato valore mensile di "Q_s" si ottiene il dato da inserire nell'equazione per definire il volume inerziale del serbatoio.

Chiaramente il numero di unità GAHP-WS (N_{Wm}) ed il numero di caldaie (N_{CAm}) previste accese ai carichi parziali nei vari mesi della stagione invernale devono essere valutate anche in funzione del numero massimo di gradini di parzializzazione consentiti dal sistema di controllo Robur (dieci gradini).

Un sistema più veloce e semplice per giungere alla definizione della potenza "Q_s", è quello che prevede di scegliere il fattore di carico "F_c" minimo stagionale ed applicarlo nella seguente formula.

$$\dot{Q}_s = \dot{Q}_h - \left(\dot{Q}_h \cdot F_c \right) \quad (\text{kW})$$

Dove la potenza termica "Q_h" è quella caratteristica del gruppo di unità che fanno parte del sistema alle condizioni di progetto dell'impianto.

Il tempo di utilizzo del volume inerziale, ovvero l'intervallo di tempo in cui può essere utilizzato per trasferire l'energia termica all'impianto di riscaldamento mantenendo spente le unità ad assorbimento, può essere calcolato attraverso la seguente relazione.

$$t''' = \frac{V \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot C_p}{\dot{Q}_m} \quad (\text{s})$$

Nell'equazione riportata tutti i simboli hanno il significato già descritto e la potenza media “ \dot{Q}_{hm} ” è quella richiesta dall'impianto nel periodo di utilizzo dell'accumulo inerziale.

Serbatoio inerziale a quattro attacchi in impianti a portata variabile

Nel caso in cui si intendesse inserire un serbatoio inerziale nel circuito idraulico di un impianto a portata variabile è possibile pensare ad un serbatoio a quattro attacchi il quale può svolgere anche le funzioni di separatore idraulico. Tale serbatoio deve essere dotato di sistema anti-miscela, al fine di scongiurare la possibilità che si verifichi il problema della “doppia circolazione”, ovvero che il fluido termovettore proveniente dal circuito primario venga richiamato direttamente sulla tubazione di ritorno alle macchine e l'acqua di ritorno dall'impianto venga richiamata dallo stesso sulla mandata del circuito secondario. Se dovessero mancare sistemi antimiscela idonei e se si verificasse una “doppia circolazione” non sarebbe possibile trasferire l'energia termica dalle unità agli utilizzatori.

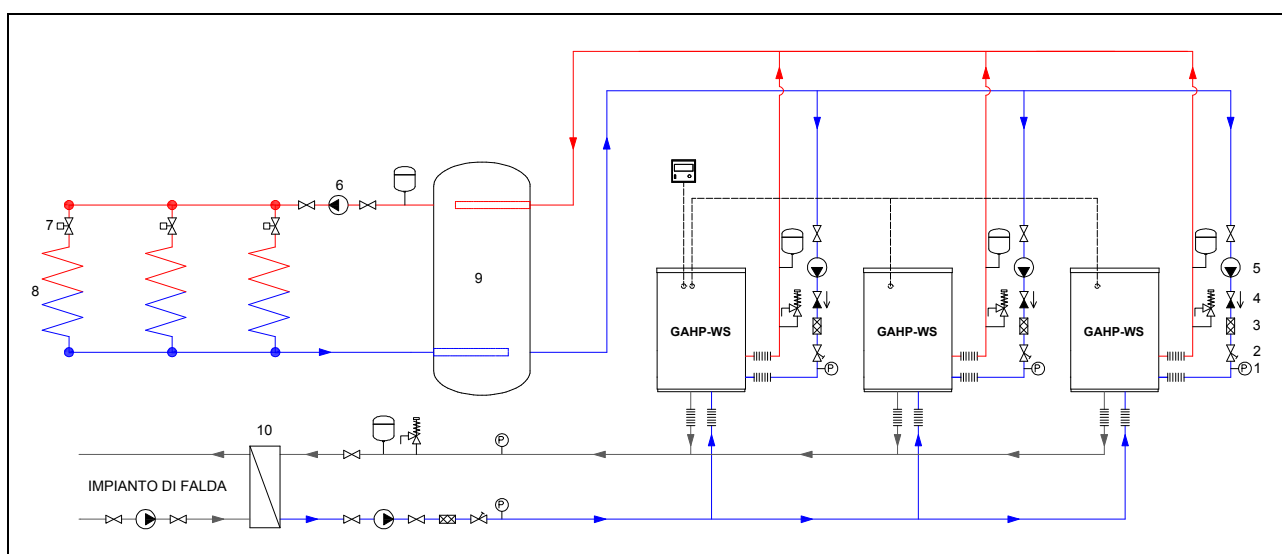


Figura IV-2 - Schema primario a portata variabile e secondario a portata variabile con sistema d'accumulo inerziale “4 attacchi”

Nello schema di Figura IV-2 i componenti rappresentati assumono i seguenti significati: “1” manometro; “2” valvola di regolazione portata; “3” filtro acqua; “4” valvole di non ritorno; “5” pompa a portata costante circuito primario; “6” pompa a portata variabile circuito secondario; “7” valvola di regolazione a due vie; “8” utenze impianto di riscaldamento; “9” serbatoio inerziale a quattro attacchi con sistema antimiscela; “10” scambiatore di calore con l'acqua di falda.

Serbatoio inerziale a due attacchi in impianti a portata costante

Nel caso in cui si intendesse inserire un serbatoio inerziale nel circuito idraulico di un impianto a portata costante è possibile prevederne uno del tipo a due attacchi posizionato sulla tubazione di ritorno del circuito. Tale sistema consente di accumulare energia termica, per renderla poi disponibile in un secondo tempo mantenendo spente le unità ad assorbimento.

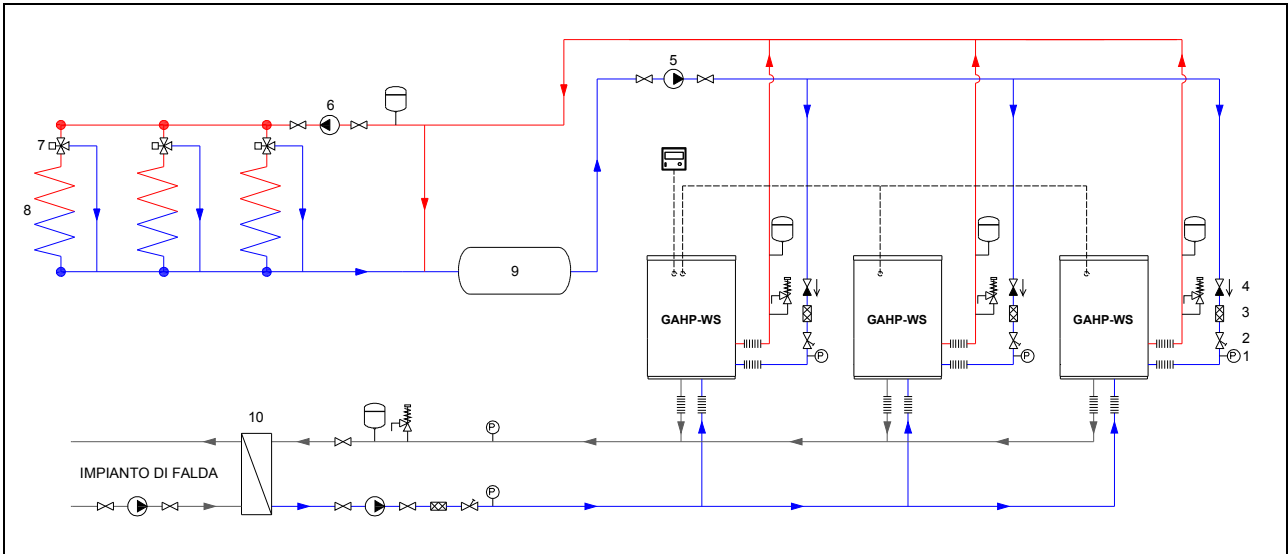


Figura IV-3 - Schema primario a portata costante e secondario a portata costante con sistema d'accumulo inerziale "2 attacchi"

Nello schema di Figura IV-3 i componenti rappresentati assumono i seguenti significati: "1" manometro; "2" valvola di regolazione portata; "3" filtro acqua; "4" valvole di non ritorno; "5" pompa a portata costante circuito primario; "6" pompa a portata costante circuito secondario; "7" valvola di regolazione a tre vie; "8" utenze impianto di riscaldamento; "9" serbatoio inerziale a due attacchi; "10" scambiatore di calore con l'acqua di falda.

Realizzare lo schema riportato in Figura IV-3, consente la possibilità di realizzare l'accumulo di energia termica, ma comporta una certa inerzia alla messa a regime iniziale dell'impianto, di cui occorre tener conto. Il tempo t' necessario ad accumulare energia termica in fase di accensione delle macchine, è stabilito dalla seguente relazione, in cui Q_h è la potenza complessiva dei moduli GAHP ed AY previsti nel sistema, V è il volume del vaso inerziale, C_p e ΔT sono rispettivamente il calore specifico del fluido ed il salto termico dello stesso previsto da progetto.

$$t' = \frac{V \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot C_p}{Q_h}$$

Produzione di acqua calda sanitaria

È possibile effettuare il servizio di produzione acqua calda sanitaria mediante l'utilizzo dei sistemi in pompa di calore GAHP-WS, tenendo in considerazione la temperatura massima di ritorno al condensatore (55°C). È quindi opportuno realizzare un sistema ad accumulo con temperatura prossima a quella di utilizzazione (ad esempio 45°C), o un sistema con scambiatore di calore diretto alla medesima temperatura di lavoro. Per il controllo della funzione "antilegionella" occorre provvedere con metodi alternativi (caldaia di integrazione, resistenza elettrica, dosatore di ioni rame e argento, lampade UV, ecc...).

Nella Figura IV-4 riportiamo l'esempio impiantistico di una singola GAHP-WS abbinata ad un impianto di riscaldamento con pannelli radianti e produzione di acqua calda sanitaria (ACS) ad accumulo. La pompa di calore, quando non è richiesto il servizio di produzione ACS invierà all'impianto il fluido termovettore alle condizioni di utilizzo richieste. Quando il bollitore richiederà potenza per produrre ACS la scheda elettronica RB100 di fornitura Robur permetterà, insieme al pannello digitale di controllo (DDC), di innalzare la temperatura di set-point dell'unità per soddisfare l'esigenza temporanea del bollitore. Una valvola a tre vie miscelatrice consentirà di mantenere controllata la temperatura di mandata ai serpentine radianti.

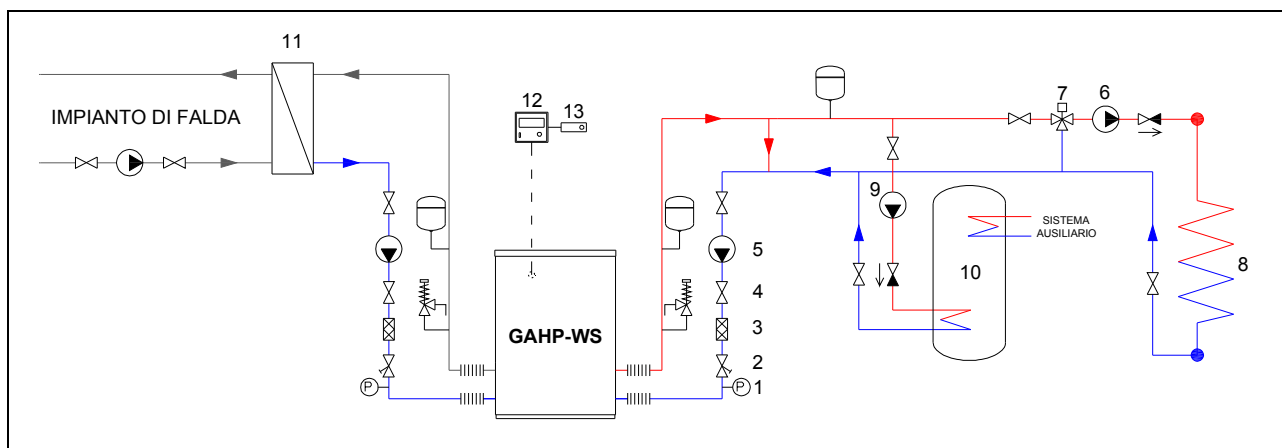


Figura IV-4 - Schema per l'utilizzo della singola GAHP-WS anche per produzione di acqua calda sanitaria

Nello schema di Figura IV-4 i componenti rappresentati assumono i seguenti significati: "1" manometro; "2" valvola di regolazione portata; "3" filtro acqua; "4" valvole di intercettazione; "5" pompa a portata costante circuito primario; "6" pompa a portata costante circuito secondario utenze; "7" valvola di regolazione a tre vie miscelatrice; "8" utenze impianto di riscaldamento; "9" pompa a portata costante circuito secondario ACS; "10" bollitore per preparazione ACS; "11" sistema di scambio geotermico; "12" pannello digitale di controllo DDC; "13" scheda elettronica RB-100.

È essenziale evidenziare come il sistema di controllo non permetta la richiesta contemporanea di setpoint diversi per il lato caldo e il lato freddo. Questo comporta che, in caso di funzionamento in condizionamento, non sia possibile controllare la temperatura sul lato caldo, neppure in presenza di una richiesta acqua calda sanitaria gestita tramite la scheda ausiliaria RB100 (descritta nel paragrafo 6.5 a pagina 37). La potenza termica disponibile in tal caso dipenderà esclusivamente dalle condizioni di esercizio dell'unità per il servizio condizionamento (in quanto modalità di funzionamento attiva) e quindi sarà necessario garantire, attraverso un sistema ausiliario, l'eventuale integrazione di temperatura necessaria a raggiungere le condizioni di progetto previste.

4.2 I.S.P.E.S.L.

Le pompe di calore ad assorbimento Robur GAHP-GS non abbisognano di rampa I.S.P.E.S.L., anche quando la somma delle loro portate termiche supera il valore di 35 kW. Lo stesso nel caso in cui siano previste delle caldaie Robur AY00-120 di integrazione della potenza termica. Ciò è consentito da quanto riportato nella Raccolta R edizione 2009 e da quanto precisato dalle successive lettere di chiarimento in quanto:

- al capitolo R.1.A vengono esclusi espressamente gli apparecchi certificati secondo la Direttiva Gas (2009/142/CEE, che ha sostituito la vecchia 90/396/CEE), così come non sono soggetti alla Raccolta R gli apparecchi con portata termica sotto i 35 kW. Per quanto attiene gli impianti certificati come insiemi (quali si qualificano le unità GAHP limitatamente al circuito ermetico) che risultano certificati secondo la Direttiva PED (97/23/CEE), questi non sono soggetti all'applicazione della Raccolta R e quindi sono esenti dall'obbligo di denuncia dell'impianto;
- al capitolo R.1.A punto 3 viene precisato che gli impianti secondari alimentati attraverso uno scambiatore il cui circuito primario (qualificato come insieme, secondo quanto visto al punto precedente) è percorso da un fluido che ha temperatura inferiore o uguale a 110°C non sono soggetti alla Raccolta R, in quanto tale primario non rientra nella definizione di "generatore" così come presentata nel testo della Raccolta R.
- al capitolo R.3.H viene precisato che, se gli scambiatori presenti nelle unità costituiscono una barriera idraulica tra i rispettivi circuiti, ai soli fini della denuncia ISPEL dell'impianto secondario non vanno sommate le potenzialità dei primari a servizio del medesimo impianto secondario. Ne consegue che sono soggetti alla Raccolta R solo i circuiti primari che singolarmente superano i 35 kW.

Da quanto esposto consegue che, essendo che per le unità GAHP e per le AY00-120 Condensing il primario non supera i 110°C, la portata termica non supera i 35kW, le portate termiche dei primari non si sommano al fine della denuncia ISPEL del secondario (in quanto fisicamente separati da idoneo scambiatore di calore, già montato sulle unità e che funge da barriera idraulica), tali unità non sono soggette al campo di applicazione della Raccolta R edizione 2009. In aggiunta le unità GAHP e AY00-120 Condensing hanno portate termiche individuali inferiori a 35 kW e pertanto non sono da denunciare.

Nel caso in cui la portata termica delle caldaie tradizionali (diverse dalle AY00-120 Condensing Robur, secondo quanto già specificato) utilizzate congiuntamente alle GAHP superi il valore di 35 kW, per le sole caldaie occorre provvedere secondo quanto normalmente richiesto negli impianti tradizionali.

In conclusione, nel caso l'impianto sia costituito da tutte e sole unità Robur GAHP e AY00-120 Condensing, non è necessario presentare alcuna denuncia all'ISPESL dell'impianto realizzato.

4.3 CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DI ALIMENTAZIONE IMPIANTO

Per loro stessa natura le unità ad assorbimento a gas non necessitano di torre evaporativa, e non hanno quindi bisogno di complessi e costosi sistemi di reintegro dell'acqua. Tuttavia l'acqua dell'impianto deve rispettare i parametri chimico-fisici previsti dalla legge per permettere alle unità ad assorbimento, come a qualsiasi altro generatore di calore idronico, di funzionare correttamente e di mantenere nel tempo la migliore efficienza propria e dell'impianto a cui sono connesse.

I sistemi di climatizzazione Robur al pari di tutti gli impianti di climatizzazione funzionano con acqua di rete di buona qualità. Per prevenire possibili problemi di funzionamento o durata causati dalla qualità dell'acqua di riempimento e di reintegro fare riferimento alle normative sul trattamento dell'acqua degli impianti termici per uso civile e/o industriale ed attenersi ai parametri chimico fisici dell'acqua indicati nelle tabelle seguenti. In particolare la presenza di cloro attivo nell'acqua può compromettere le parti dell'impianto e le unità Robur. Pertanto è necessario accertarsi che il valore di cloro libero e il grado di durezza dell'acqua siano conformi a quanto riportato nelle tabelle seguenti.

CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DI RIEMPIMENTO E RABBOCCO DEGLI IMPIANTI TERMOTECNICI VALORI RICHIESTI UNI 8065		
PARAMETRO	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA
Aspetto	limpido	\
Durezza totale acqua di riempimento e rabbocco	< 15 (*)	°f

(*) = in caso di impianti per solo riscaldamento il valore richiesto è < 25 °f

Tabella IV-10 - Caratteristiche acqua riempimento e rabbocco secondo UNI 8065

PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELL'ACQUA DEGLI IMPIANTI TERMOTECNICI – VALORI RICHIESTI UNI 8065		
PARAMETRO	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA
Aspetto	possibilmente limpido	\
pH nell'acqua di circuito	> 7,0	\
Condizionanti protettivi	Presenti entro le concentrazioni prescritte dal fornitore del condizionante	\
Ferro disciolto nell'acqua di circuito	< 0,5	mg/kg
Rame disciolto nell'acqua di circuito	< 0,1	mg/kg

Tabella IV-11 - Caratteristiche acqua impianti termotecnici secondo UNI 8065

PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELL'ACQUA DEGLI IMPIANTI TERMOTECNICI – VALORI RICHIESTI DAL COSTRUTTORE		
PARAMETRO	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA
Cloruri	< 125	mg/l
Cloro libero	< 0,2	mg/l
Fluoruri	< 1	mg/l
Solfuri	ASSENTI	mg/l
Alluminio	< 0,5	mg/l
Indice di Langelier	Compreso tra 0 e 0,4	\

Tabella IV-12 - Caratteristiche acqua impianti termotecnici richieste dal costruttore

Allo scopo di tutelare l'efficienza sia dell'impianto che degli apparati di produzione della potenza termofrigorifera, lo Stato ha emanato una serie di normative (Decreto del Ministero dello Sviluppo economico 37/2008 e Decreto del Presidente della Repubblica 59/2009) e di norme tecniche di riferimento (UNI 9182, UNI CTI 8065 e la UNI 10304).

La normativa, per quanto attiene gli impianti di riscaldamento (tipologia che comprende anche gli impianti per la produzione di acqua calda sanitaria tramite accumulo, visto che questo viene alimentato dal circuito di riscaldamento) distingue a priori tra gli impianti in cui la durezza temporanea (ovvero la somma dei contenuti di bicarbonati e carbonati di calcio e magnesio che sottoposti ad innalzamento della temperatura precipitano dando la formazione del calcare. La durezza temporanea è generalmente il 90% della durezza totale, quindi si è soliti affermare che misurando la durezza totale si determina anche la durezza temporanea) è inferiore a 25 °f e quelli in cui invece è superiore. Per questi è prevista un'ulteriore distinzione sulla base della potenza termica complessiva dell'impianto.

Queste le casistiche per gli impianti di solo riscaldamento (eventualmente con produzione indiretta di acqua calda sanitaria):

- Per gli impianti con durezza temporanea inferiore a 25 °f è richiesto un filtro di sicurezza sulla tubazione di adduzione dell'acqua di reintegro all'impianto, con lo scopo di trattenere le impurità in sospensione nelle tubazioni. In aggiunta è obbligatoria l'installazione di un sistema di trattamento chimico dell'acqua circolante nel circuito di riscaldamento, installato sulla tubazione di ritorno al sistema di generazione. Nella Figura IV-5 seguente possiamo vedere un esempio di realizzazione dell'impianto.

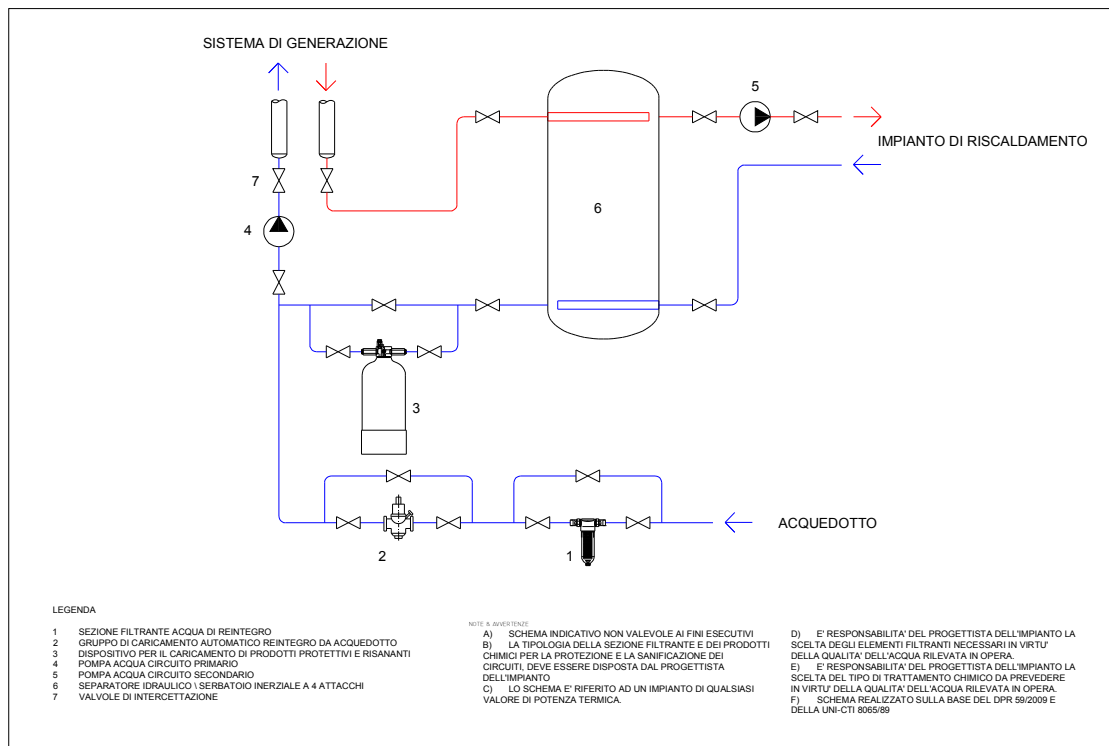


Figura IV-5 - Impianti di qualsiasi potenza termica con durezza temporanea inferiore a 25 °f oppure con durezza temporanea superiore a 25 °f ma di potenza termica inferiore a 100 kW

- Per gli impianti con durezza temporanea superiore a 25 °f e potenza termica inferiore a 100 kW è richiesto il rispetto degli stessi requisiti di cui al caso precedente, come indicato in Figura IV-5.
- Per gli impianti con durezza temporanea superiore a 25 °f e potenza termica superiore a 100 kW è richiesto, oltre a quanto già previsto per impianti sotto i 100 kW, l'inserimento aggiuntivo di un sistema di addolcimento dell'acqua. Nella Figura IV-6 seguente possiamo vedere un esempio di realizzazione dell'impianto.

Queste le casistiche per gli impianti destinati alla sola produzione di acqua calda sanitaria (non tramite accumulo):

- Per gli impianti di potenza inferiore a 100 kW o con durezza temporanea inferiore a 15 °f è richiesto un filtro di sicurezza sulla tubazione di acqua di alimento dell'impianto e un trattamento chimico di protezione dalle incrostazioni e dalle corrosioni.
- Per gli impianti con durezza temporanea superiore a 15 °f è richiesto, oltre a quanto previsto per gli impianti con durezza inferiore, l'inserimento aggiuntivo di un sistema di addolcimento dell'acqua.

Queste le casistiche per gli impianti destinati alla produzione di acqua calda per riscaldamento e di acqua calda sanitaria (non tramite accumulo):

- Per gli impianti di potenza inferiore a 100 kW o per gli impianti fino a 350 kW con durezza temporanea inferiore a 15 °f o per gli impianti con potenza superiore a 350 kW con durezza temporanea inferiore a 25 °f è richiesto un filtro di sicurezza sulla tubazione di adduzione dell'acqua di alimento o reintegro all'impianto, con lo scopo di trattenere le impurità in sospensione nelle tubazioni. In aggiunta è obbligatoria l'installazione di un sistema di trattamento chimico dell'acqua circolante nel circuito di riscaldamento, installato sulla tubazione di ritorno al sistema di generazione e un trattamento chimico di protezione dalle incrostazioni e dalle corrosioni dell'acqua di alimento al circuito sanitario.
- Per gli impianti di potenza fino a 350 kW con durezza temporanea superiore a 15 °f o per gli impianti con potenza superiore a 350 kW con durezza temporanea superiore a 25 °f è richiesto,

oltre a quanto già previsto nel caso precedente, l'inserimento aggiuntivo di un sistema di addolcimento dell'acqua.

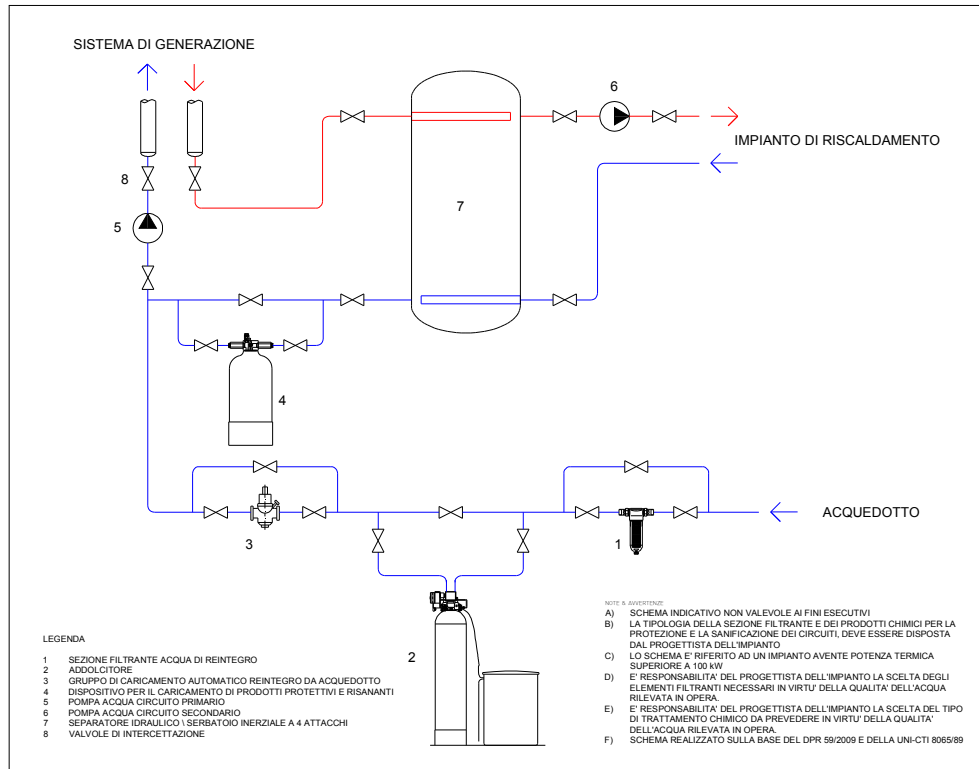


Figura IV-6 - Impianto di durezza temporanea superiore a 25 °f e potenza termica superiore a 100 kW

I predetti trattamenti sono descritti dalla norma tecnica UNI 8065.

La scelta del sistema più opportuno è demandata al progettista, in funzione della qualità dell'acqua rilevata in opera da personale qualificato.

Per quanto riguarda gli additivi da aggiungere all'acqua impianto è necessario fare riferimento alle tabelle con le caratteristiche richieste per l'acqua impianto (Tabella IV-10, Tabella IV-11, Tabella IV-12 alla pagina 23), e verificare (attraverso l'ufficio tecnico della società che produce l'additivo) che l'aggiunta dello stesso all'acqua di impianto non comporti alterazioni tali da uscire dai parametri richiesti. Di seguito vengono proposte alcune raccomandazioni che vanno comunque sempre tenute in considerazione. In ogni caso l'applicazione di questo tipo di additivi ricade sotto la responsabilità del progettista o dell'installatore, secondo quanto previsto dalla legge (DPR 59/09).

Raccomandazioni circa i prodotti risananti per la pulizia del circuito di riscaldamento

È necessario evitare prodotti con pH estremamente basso (quindi molto acidi).

Utilizzare prodotti a base di acidi policarbossilici complessati compatibili con tutti i metalli normalmente utilizzati e anche con acciaio inox, alluminio e leghe leggere. I prodotti sono da utilizzare per il tempo necessario, secondo le indicazioni del produttore (tipicamente alcuni giorni) e poi l'impianto va risciacquato molto accuratamente per evitare la permanenza nel circuito del prodotto.

Una volta eseguita la pulizia e risciacquato l'impianto, lo stesso va caricato con acqua nuova (rispettando le prescrizioni imposte dal DPR 59/09) additivata di opportuno prodotto protettivo.

Raccomandazioni circa i prodotti protettivi per circuiti di riscaldamento

▪ Impianti tradizionali ad alta temperatura

È necessario utilizzare multicomponenti a base di molibdati per la protezione dalle corrosioni e dalle incrostazioni, compatibili con tutti i metalli normalmente utilizzati e anche acciaio inox, alluminio e leghe leggere.

▪ Impianti a pavimento a bassa temperatura

È necessario utilizzare prodotti multicomponenti a base di poliammine alifatiche filmanti (PAF) e biocidi per la protezione dalle corrosioni, dalle incrostazioni e dalla formazione di alghe all'interno dei circuiti. I prodotti devono essere compatibili con tutti i metalli normalmente utilizzati e anche acciaio inox, alluminio

e leghe leggere.

Raccomandazioni circa i prodotti protettivi per circuiti di acqua calda sanitaria

È necessario utilizzare prodotti a base di orto e polifosfati alimentari per la protezione dalle incrostazioni e dalle corrosioni dei circuiti di acqua sanitaria. I prodotti devono essere addizionati proporzionalmente all'acqua con dosatori idrodinamici di polifosfati.

Note importanti sui prodotti protettivi e risananti

- Alcuni prodotti filmanti per la protezione dei circuiti idraulici agiscono inibendo l'ossidazione, e pertanto non sono compatibili con i circuiti in acciaio inox utilizzati per gli scambiatori interni delle unità Robur. Sono quindi sconsigliati per l'utilizzo con le unità Robur.
- I prodotti utilizzati in tutti i casi devono rispettare quanto previsto dalle tabelle delle caratteristiche acqua per le unità Robur (vedere Tabella IV-10, Tabella IV-11, Tabella IV-12 alla pagina 23).
- Secondo quanto previsto dal DPR 59/09, spetta al progettista e/o all'installatore determinare la necessità dell'utilizzo di tale prodotto, la scelta dello stesso, la concentrazione da utilizzare e infine assumersi la relativa responsabilità del buon funzionamento dell'impianto.

4.4 CRITERI DI INSTALLAZIONE

Posizionamento unità

- L'unità GAHP-WS è certificata per installazione esterna (nel qual caso va ordinata la versione da esterno) e interna. In caso di installazione interna deve essere comunque posta in un luogo adeguatamente areato.
- La posizione dell'unità, in base alla collocazione, alla presenza di ostruzioni, all'altezza da terra, alla numerosità delle unità, dovrà evitare il ricircolo/ristagno dei fumi di combustione.
- Se l'unità GAHP-WS deve essere installata in prossimità di costruzioni, accertarsi che la stessa risulti fuori dalla linea di gocciolamento d'acqua di grondaie o simili.

Evacuazione dei prodotti della combustione

- L'unità GAHP-WS deve essere installata in modo tale che lo scarico dei fumi non risulti nelle immediate vicinanze di prese d'aria esterne di un edificio e che questo non crei dei ristagni di fumi nella zona attorno alle unità.
- L'unità GAHP-WS è omologata per l'allacciamento del tubo di evacuazione dei prodotti di combustione ad un condotto fumario per il collegamento diretto all'esterno tipo C₁₃, C₃₃, C₄₃, C₅₃, C₆₃ e C₈₃. In caso di installazione esterna della versione da esterno sono possibili anche le configurazioni B_{23P}, B₃₃. L'unità è provvista di un attacco di diametro Ø 80 mm (dotato di relativa guarnizione di tenuta) posto nella parte laterale sinistra (vedere Figura IV-1 di pagina 8). Qualora la tipologia di installazione e/o le normative vigenti prevedano la canalizzazione dei prodotti della combustione attenersi alle indicazioni riportate in Tabella IV-13 per il dimensionamento del condotto canalizzato dei prodotti della combustione.

Tipo di gas	Portata termica	CO ₂ (%)	TF (C°)	Portata fumi (kg/h)
G20	Nominale	9,10	65	42
	Minima	8,90	46	21
G25	Nominale	9,10	63,6	42
	Minima	8,90	45,7	21
G25.1	Nominale	10,10	65	45
	Minima	9,60	46	23
G27	Nominale	9,0	64	42
	Minima	8,5	46	21
G2.350	Nominale	9,00	62,7	42
	Minima	8,70	46,8	22
G30	Nominale	10,40	65	43
	Minima	10,10	46	22
G31	Nominale	9,10	65	48
	Minima	8,90	46	24

Tabella IV-13 - Caratteristiche dei prodotti della combustione

- L'eventuale canna fumaria ed il relativo canale da fumo devono essere dimensionati per un funzionamento a tiraggio forzato in relazione alla prevalenza residua disponibile all'uscita del camino. Gli stessi possono essere realizzati in polipropilene e l'elevata prevalenza residua disponibile (80 Pa) permette di individuare senza difficoltà la soluzione ottimale per lo scarico.

- Nel caso di collegamento in cascata di più unità GAHP-WS allo stesso condotto di evacuazione dei prodotti di combustione è necessario prevedere su ciascun terminale di scarico una valvola a clapet, per impedire il ritorno dei fumi nell'unità qualora questa sia spenta. Sarà necessario predisporre, a cura dell'installatore, una opportuna protezione della valvola dai raggi UV (qualora la valvola sia realizzata in materiale plastico) e dalla potenziale ghiacciatura invernale dei reflussi di condensa nel sifone.
- **Come da disposizioni di legge, il dimensionamento delle canne fumarie collettive (o comunque in difformità da quelle fornite in dotazione alle unità) rientra nel campo di responsabilità del progettista o dell'installatore, che dovranno attenersi alle specifiche normative tecniche applicabili.**

Smaltimento della condensa dei fumi di combustione

- Ogni singola unità è fornita di un sistema di evacuazione delle condense, che va collegato al sistema di scarico a cura dell'installatore. La pendenza disponibile deve essere almeno 10 mm ogni metro di lunghezza. Nei casi ove la legge lo consente è possibile lo scarico diretto in fogna, in caso contrario bisogna predisporre un sistema di neutralizzazione della condensa prima dello scarico. In funzione delle tipologie di installazione può anche essere necessaria una pompa di rilancio della condensa, disponibile a richiesta come accessorio unicamente per installazione interna. È opportuno prestare attenzione al possibile congelamento dell'acqua di condensa nel periodo invernale, proteggendo opportunamente il condotto ad esempio mediante resistenze o interrando il condotto stesso.

Impianto idraulico e adduzione gas

- Il dimensionamento delle tubazioni idrauliche e della pompa deve garantire la portata d'acqua nominale necessaria per il corretto funzionamento dell'unità GAHP-WS (per il calcolo delle perdite di carico interne dell'unità GAHP-WS fare riferimento alla Tabella IV-1 di pagina 5).
- L'impianto idraulico può essere realizzato utilizzando tubazioni in acciaio inox, ferro nero, rame o polietilene reticolato idoneo per impianti termici e frigoriferi. Tutte le tubazioni dell'acqua e i raccordi devono essere opportunamente coibentati secondo le norme vigenti, per evitare dispersione termica e formazione di condensa.
- Quando vengono utilizzate tubazioni rigide, per evitare trasmissioni di vibrazioni si raccomanda di connettere l'ingresso e l'uscita acqua dell'unità GAHP-WS con giunti antivibranti.
- In fase di riempimento assicurare il contenuto minimo d'acqua nell'impianto, aggiungendo ove necessario all'acqua dell'impianto (priva di impurità) glicole monoetilenico inibito in quantità proporzionale alla temperatura minima invernale della zona di installazione (vedere Tabella IV-14, Pagina 28). Il glicole può essere in ogni caso necessario, qualora la temperatura di mandata refrigerata sia pari o inferiore a 3°C. All'occorrenza può essere impiegato anche glicole di tipo propilenico, tuttavia questo è caratterizzato da maggiori perdite di carico e da peggiori prestazioni di scambio termico.
- Nel caso in cui non si voglia impiegare glicole antigelo durante il normale funzionamento dell'unità (supponendo di conseguenza che la temperatura minima raggiunta dall'acqua, in ogni condizione di funzionamento, sia maggiore di 4°C), è necessario garantire un volume minimo di acqua nel circuito primario pari ad almeno 70 litri per ogni modulo GAHP-WS previsto, sia sul lato caldo che sul lato freddo. In questo caso è quindi necessario adeguare il diametro delle tubazioni o prevedere l'impiego di un serbatoio inerziale (o di un accumulo) di adeguata capacità.
- A livello di indicazione del contenuto d'acqua ottimale del circuito primario è opportuno orientarsi su un accumulo di circa 300/500 litri per ogni unità (se il minimo gradino di parzializzazione è una singola unità), salendo fino a 1000 litri se il minimo gradino di parzializzazione è superiore a 2 unità.
- Per evitare il congelamento dell'acqua nel circuito il modulo dell'unità GAHP-WS è dotato di dispositivo antigelo. Tale dispositivo (funzione antigelo) mette in moto la pompa di circolazione acqua lato impianto (se controllata dall'unità GAHP-WS) ed eventualmente il relativo bruciatore (quando necessario). È quindi necessario garantire durante tutto il periodo invernale l'alimentazione elettrica e gas all'unità GAHP-WS. Nel caso in cui la continuità dell'alimentazione elettrica/gas non si possa garantire, prevedere l'impiego di glicole antigelo secondo quanto precedentemente indicato.
- Se si prevede l'impiego di glicole antigelo, NON IMPIEGARE tubazioni e raccordi zincati in quanto soggetti, con la presenza di glicole, a possibili fenomeni corrosivi.
Nella Tabella IV-14 è riportata a titolo indicativo la temperatura di congelamento dell'acqua ed il conseguente incremento di perdita di carico dell'unità GAHP-WS e del circuito impianto in funzione della percentuale di glicole monoetilenico. Questa tabella è da tenere in considerazione per il dimensionamento delle tubazioni e del circolatore (per il calcolo delle perdite di carico interne dell'unità fare riferimento ai dati tecnici di pagina 7).

- Si consiglia comunque di consultare le specifiche tecniche del glicole monoetilenico o propilenico impiegato.

% di GLICOLE MONOETILENICO	10	15	20	25	30	35	40
TEMPERATURA DI CONGELAMENTO DELL'ACQUA	-3°C	-5°C	-8°C	-12°C	-15°C	-20°C	-25°C
PERCENTUALE DI INCREMENTO DELLE PERDITE DI CARICO	—	6%	8%	10%	12%	14%	16%
PERDITA DI EFFICIENZA DELL'APPARECCHIO	—	0,5%	1%	2%	2,5%	3%	4%

Tabella IV-14 - Temperature indicative di congelamento dell'acqua

- La pressione d'alimentazione della rete di distribuzione gas deve essere compresa tra 17 e 25 mbar per il gas naturale (G20) e tra 25 e 35 mbar per il gas G.P.L. (sia G30, sia G31).
- L'impianto di alimentazione del gas deve essere dimensionato per la portata necessaria all'unità e deve essere dotato di tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo prescritti dalle norme vigenti.
- Prevedere la pulizia generale dell'impianto da scorie e residui di lavorazione prima della messa in servizio delle unità, onde evitare il conseguente intasamento dei filtri ed eventuali problemi di scarsa circolazione d'acqua.
- È opportuno predisporre opportuni accorgimenti per evitare il congelamento dell'acqua in eventuali circuiti del lato secondario non utilizzati durante il periodo invernale (ad esempio il controllo, tramite orologio o termostato, del funzionamento delle pompe di circolazione di quel ramo d'impianto).
- In caso di fermo impianto o di soste prolungate del sistema di climatizzazione si suggerisce di non svuotare l'impianto idraulico, in quanto sono possibili fenomeni di ossidazione che potrebbero danneggiare sia l'impianto che le unità Robur, a causa dell'innescarsi di fenomeni di corrosione.
- È importante verificare l'assenza di perdite nel circuito idrico che potrebbero comportare lo scaricamento dello stesso, in modo da evitare l'immissione continua di acqua di rabbocco che a sua volta comporta sia l'introduzione indiretta di ossigeno sia la diluizione di eventuali inibitori inseriti, quali ad esempio il glicole antigelo.

4.5 COLLOCAZIONE DELL'UNITÀ GAHP-WS

▪ Sollevamento e collocazione in sito

L'unità GAHP-WS può essere installata al livello del terreno, oppure sul terrazzo o a tetto, compatibilmente con le sue dimensioni e il suo peso (dati riportati in Tabella IV-1 a pagina 5).

La gru di sollevamento/movimentazione e tutti i dispositivi accessori (tiranti, funi, barre) devono essere opportunamente dimensionati per il carico da sollevare.

▪ Base d'appoggio e livellamento

Collocare sempre l'unità GAHP-WS su una superficie piana livellata realizzata in materiale ignifugo e in grado di reggere il peso dell'unità stessa. Se necessario portare l'unità GAHP-GS a livello usando spessori metallici da porre opportunamente in corrispondenza degli appoggi; non usare spessori in legno perché degradabili in breve tempo.

▪ Installazione al livello del terreno

Nel caso non si abbia a disposizione una base di appoggio orizzontale occorre realizzare un basamento piano livellato in calcestruzzo, più grande delle dimensioni della base dell'unità GAHP-WS: almeno 100-150 mm per ogni lato.

Le dimensioni dell'unità GAHP-WS sono riportate in Tabella IV-1 a pagina 5.

▪ Installazione sui piani intermedi o a tetto

Collocare l'unità GAHP-WS (sia in caso di installazione esterna che interna) su una superficie piana livellata realizzata in materiale ignifugo.

Il peso dell'unità GAHP-WS (riportato in Tabella IV-1 a pagina 5) sommato a quello della base d'appoggio devono essere supportati dalla struttura dell'edificio.

Sebbene l'unità GAHP-WS presenti vibrazioni di entità molto modesta, l'utilizzo di appoggi antivibranti (disponibili come accessorio) è particolarmente consigliato nei casi di installazione a tetto o terrazzo in cui si possono verificare fenomeni di risonanza.

Inoltre è utile prevedere anche dei collegamenti flessibili (giunti antivibranti) tra l'unità GAHP-WS e le tubazioni idrauliche e di adduzione gas.

▪ Distanze di rispetto

Posizionare l'unità GAHP-WS in modo tale da mantenere sempre le distanze minime di rispetto da superfici combustibili, pareti o da altri apparecchi come riportato in Figura IV-7 e in Figura IV-8.

Le distanze minime di rispetto sono necessarie per poter effettuare le operazioni di manutenzione.

È necessario garantire il sufficiente apporto di aria onde evitare il ricircolo dei prodotti della combustione.

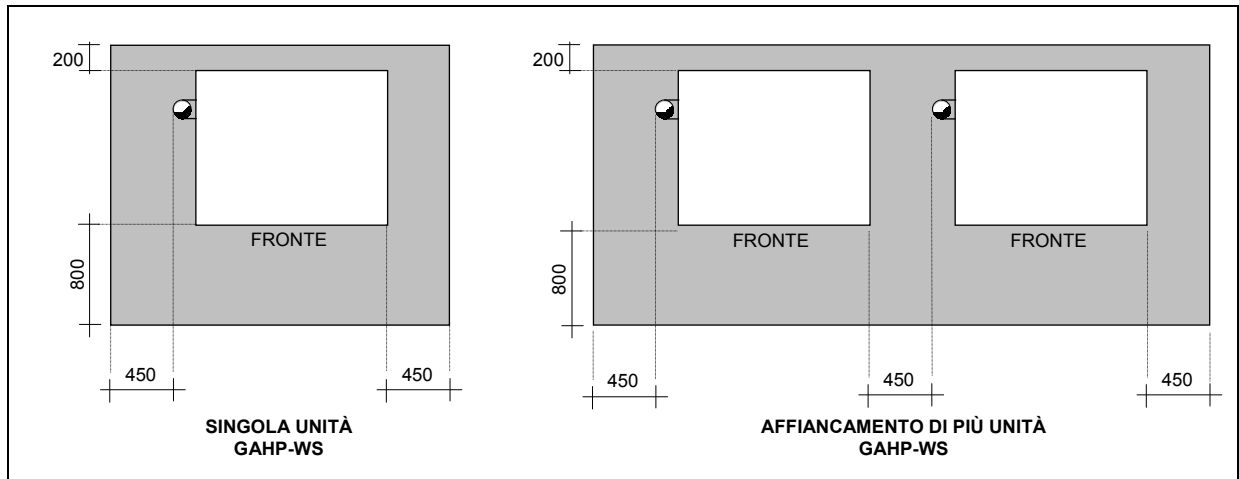


Figura IV-7 - Distanze minime di rispetto (quote espresse in mm) fino a un massimo di 5 unità

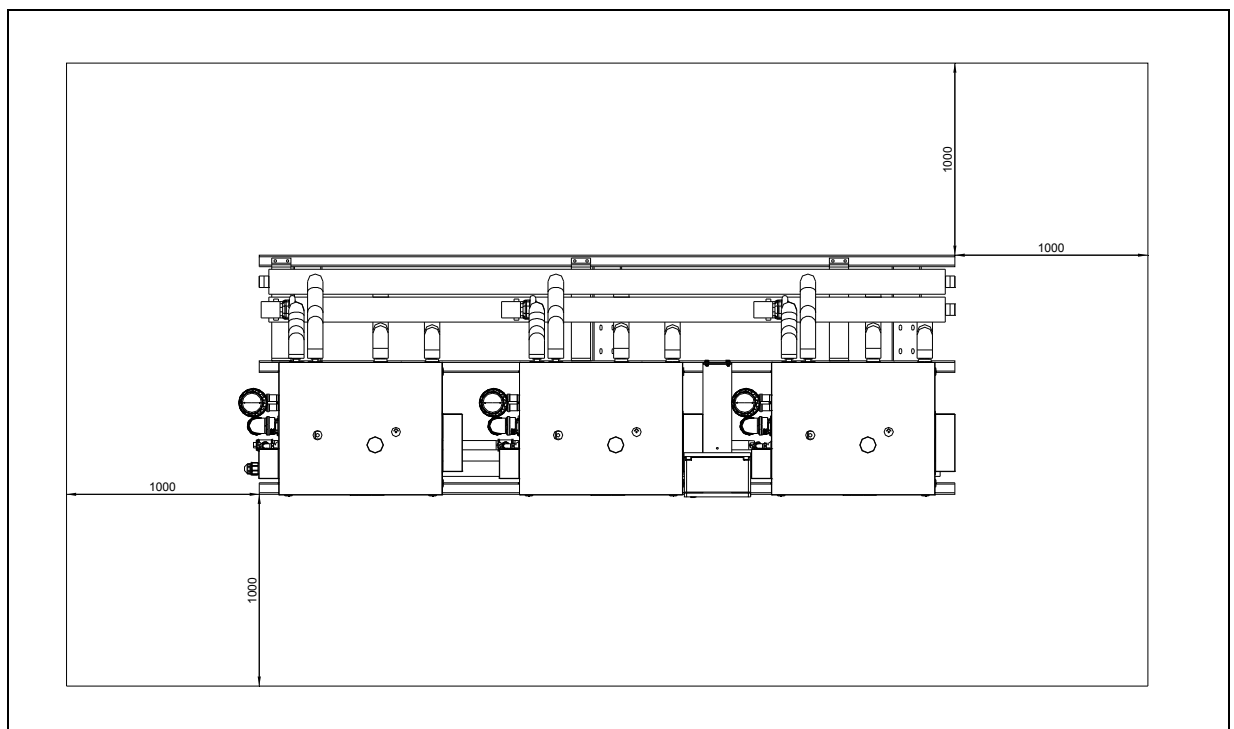


Figura IV-8 - Distanze minime di rispetto (quote espresse in mm) per singole unità preassemblate in configurazione multi-link

Valutare l'impatto sonoro delle unità in funzione del sito di installazione: evitare di collocare le unità in posizioni (angoli di edifici, ecc) che potrebbero amplificarne il rumore (effetto riverbero) o comunque verificarne le implicazioni acustiche.

▪ Normative inerenti il locale tecnico

In caso di installazione all'interno degli edifici, per la realizzazione dei locali tecnici nei quali dovessero essere inserite le unità GAHP-WS e per tutti i riferimenti normativi da rispettare per gli impianti di centrale (elettrici e idronici), è richiesto il rispetto di quanto contenuto nel Decreto Ministeriale 12 Aprile 1996, nel Decreto Ministeriale 10 Giugno 1980 e nella Norma EN 378-3.

In particolare si segnala la necessità di dotare il locale tecnico di un sistema di ventilazione meccanica utilizzato solo per tale ambiente, la cui portata deve essere definita mediante l'impiego della seguente equazione.

$$G = 50 \cdot \sqrt[3]{m^2} \quad [m^3/h]$$

Nell'equazione precedente G identifica la portata d'aria del sistema di ventilazione forzata, ed m rappresenta i chilogrammi d'ammoniaca presenti in una singola GAHP-WS (7,7 kg). Nel caso di installazione di più unità la quantità di ammoniaca ai fini del calcolo della portata di ventilazione non deve essere aumentata ma rimane fissa alla quantità di 7,7 kg.

▪ **Normativa inerente la canalizzazione dello scarico refrigerante**

La normativa EN 378-3 prevede l'obbligo di scaricare eventuali fuoriuscite di fluido refrigerante derivanti dall'apertura delle valvole di sovrappressione presenti sul circuito ermetico all'esterno del locale tecnico. A questo scopo è stato realizzato lo scarico indicato con Q nello schema dimensionale di Figura IV-1 a pagina 8 ed è reso disponibile come accessorio un kit per la canalizzazione verso l'esterno di tali eventuali fuoriuscite. In ogni caso tale condotto non deve prevedere alcun organo di intercettazione tra lo scarico Q e l'uscita all'esterno e deve essere obbligatoriamente realizzato in acciaio al carbonio (è vietato l'impiego di materiali a base di rame e leghe derivate quali ad esempio ottone).

In caso di installazione di più unità GAHP-WS è possibile realizzare un unico condotto di scarico collegato a tutte le unità presenti, di diametro opportuno in funzione della lunghezza del condotto.

La lunghezza massima consentita per il condotto di scarico è indicata nella tabella seguente.

DIAMETRO	DN	Lunghezza massima [m]
1" ¼	32	30
2"	52	60

Tabella IV-15 – Lunghezza massima tubo canalizzazione scarico refrigerante

Lo scarico può avvenire direttamente in atmosfera, avendo cura che il terminale di evacuazione posto all'esterno del locale sia lontano da porte, finestre e aperture di aerazione, considerando che l'altezza di posizionamento dello stesso deve essere tale da evitare che l'eventuale fuoriuscita di fluido refrigerante possa essere accidentalmente inalata da persone in transito in prossimità del terminale stesso. In alternativa è possibile prevedere lo scarico tramite combustione oppure tramite assorbimento in opportuna quantità di acqua.

La mancata installazione della canalizzazione dello scarico delle valvole di sicurezza potrebbe generare condizioni di pericolo all'interno del locale di installazione, e pertanto l'unità potrà essere accesa esclusivamente se sarà stata realizzata una idonea canalizzazione, secondo quanto indicato sopra.

4.6 COMPONENTI DA PREVEDERE PER L'IMPIANTO IDRAULICO

I componenti da prevedere in prossimità dell'unità GAHP-WS di seguito elencati, sono raffigurati negli schemi d'impianto idraulico tipo riportati nella Sezione "SCHEMI IMPIANTI":

- GIUNTI ANTIVIBRANTI in corrispondenza degli attacchi acqua e gas
- MANOMETRI installati nelle tubazioni acqua di ingresso e uscita
- VALVOLA DI REGOLAZIONE PORTATA a saracinesca o di bilanciamento installata nella tubazione acqua in ingresso
- FILTRO ACQUA installato nella tubazione acqua in ingresso, con maglia MIN 0,7 mm, MAX 1 mm
- VALVOLE A SFERA DI INTERCETTAZIONE delle tubazioni acqua e gas dell'impianto
- VALVOLA DI SICUREZZA 3 bar installata nella tubazione acqua in uscita
- VASO D'ESPANSIONE installato sulla tubazione acqua in uscita
- POMPA DI CIRCOLAZIONE ACQUA impianto, posizionata sulla tubazione acqua in ingresso, scelta con caratteristiche adeguate all'impianto
- Sistemi per lo SFIATO DELL'ARIA dalle tubazioni acqua posizionati nelle parti elevate dei circuiti di centrale
- RUBINETTO DI SCARICO delle tubazioni acqua

- Sistema di RIEMPIMENTO IMPIANTO: nel caso di impiego di sistemi automatici di riempimento è opportuna una verifica stagionale della percentuale di glicole monoetilenico presente nell'impianto
- Sistema di RACCOLTA E SMALTIMENTO CONDENZA collegato allo scarico condensa già presente sull'unità, completo di eventuale sistema di neutralizzazione secondo le disposizioni di legge e di eventuale pompa di rilancio condensa
- Sistema di CANALIZZAZIONE DELLO SCARICO REFRIGERANTE collegato allo scarico già predisposto sull'unità, realizzato tassativamente in acciaio al carbonio

Nel caso di collegamento di più unità GAHP-WS sullo stesso circuito idraulico, si dovrà inoltre prevedere:

- POMPA DI CIRCOLAZIONE ACQUA per singola unità, inserita nella tubazione acqua in ingresso, in spinta verso l'unità GAHP-WS, scelta con caratteristiche adeguate all'impianto
- SEPARATORE IDRAULICO completo di valvola di sfiato aria e rubinetto di scarico
- POMPA DI CIRCOLAZIONE ACQUA IMPIANTO inserita nella tubazione acqua di mandata all'impianto, in spinta verso l'impianto

5 PROGETTAZIONE ELETTRICA

Per l'esecuzione dell'impianto di alimentazione elettrica, dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- La tensione di alimentazione deve essere 230 V 1N - 50 Hz.
- I componenti elettrici da prevedere per i collegamenti (sezionatori, fusibili, relè, ecc.) devono essere inseriti in un apposito quadro elettrico esterno da predisporre, a cura dell'installatore, in prossimità dell'unità GAHP-WS.
- Nel caso di presenza nell'impianto di un separatore idraulico, prevedere gli opportuni accorgimenti per evitare il congelamento dell'acqua lato secondario durante il periodo invernale (per esempio il controllo, tramite orologio o termostato, del funzionamento della pompa di circolazione acqua impianto secondario).

N. B. : **La sicurezza elettrica dell'apparecchio è garantita soltanto quando lo stesso è correttamente collegato ad un efficace impianto di messa a terra, eseguito come previsto dalle vigenti norme di sicurezza.**
Non utilizzare i tubi gas come messa a terra di apparecchi elettrici.

Gli schemi dei collegamenti elettrici sono riportati nella Sezione "SCHEMI IMPIANTI".

5.1 COLLEGAMENTI ALL'UNITÀ GAHP-WS

Per il collegamento elettrico di una o più unità GAHP-WS è necessario:

- Un cavo per il collegamento di tipo FG7(O)R 3Gx1,5.
- Un sezionatore esterno bipolare con 2 fusibili da 5A tipo T con apertura minima dei contatti di 3 mm oppure un interruttore magnetotermico da 10 A.

In caso di installazioni caratterizzate da presenza di "neutro sporco" (ovvero presenza di tensione residua sul neutro) è reso disponibile come accessorio un trasformatore da 50 VA idoneo alla risoluzione di tale problematica, che va installato direttamente nel quadro strumenti dell'unità.

5.2 COLLEGAMENTO DEL SISTEMA DI CONTROLLO FUNZIONAMENTO

Per il controllo e la gestione del funzionamento dell'unità GAHP-WS è disponibile come accessorio un Pannello Digitale di Controllo (DDC).

Il pannello digitale di controllo deve essere alimentato con un trasformatore di sicurezza 230/24 Vac - 50/60 Hz di potenza non inferiore a 20 VA, non compreso nella fornitura.

Per il collegamento dell'unità al DDC fino a una distanza complessiva da coprire ≤ 200 m e fino a 5 unità collegate, è utilizzabile un semplice cavo schermato $3 \times 0,75$ mm²; negli altri casi è invece richiesto un cavo CAN-BUS rispondente allo standard Honeywell SDS, come di seguito riportato:

- Robur Netbus (Robur, per lunghezza massima di 450 m)
- Belden 3086A (Honeywell SDS 1620, per lunghezza massima di 450 m)
- Turck tipo 530 (Honeywell SDS 1620, per lunghezza massima di 450 m)
- Turck tipo 5711 (DeviceNet Mid Cable, per lunghezza massima di 450 m)
- Turck tipo 531 (Honeywell SDS 2022, per lunghezza massima di 200 m)

6 SISTEMA DI REGOLAZIONE

6.1 PANNELLO DIGITALE DI CONTROLLO (DDC)

Il componente essenziale per effettuare il controllo e la regolazione dei sistemi GAHP è il Pannello Digitale di Controllo.

Il Pannello Digitale di Controllo, denominato DDC (Direct Digital Controller), è un dispositivo in grado di visualizzare su di un display grafico LCD retroilluminato (128x64pixel) tutte le condizioni di stato, di funzionamento e di anomalia relative ad ogni singola unità alla quale è allacciato. Il DDC effettua il controllo di termostatazione acqua controllando l'accensione e lo spegnimento delle unità ad esso collegate.

Ogni singolo pannello digitale è in grado di gestire fino a sedici moduli GAHP-WS, oltre tale numero è necessaria l'adozione di un secondo DDC da utilizzarsi unitamente al primo per la regolazione dell'intero complesso di apparecchiature. È possibile abbinare fino a 3 pannelli DDC per controllare un massimo di 48 unità. Per le unità preassemblate il pannello digitale di controllo è già disponibile a corredo dell'apparecchiatura. Nel caso di moduli singoli non preassemblati da Robur, il DDC è un accessorio opzionale.

Il Pannello Digitale di Controllo è destinato per l'installazione interna (temperatura aria ambiente compresa tra 0°C e 50°C), applicato ad un quadro elettrico nel quale deve essere realizzata un'apertura di forma rettangolare di dimensioni 155 x 151 mm.

Sulla parte anteriore del DDC sono presenti un display grafico sul quale vengono visualizzati tutti i parametri necessari ad effettuare il controllo, la programmazione e la configurazione degli impianti gestiti del DDC (particolare 1, Figura IV-9); una manopola selezionatrice (Encoder) attraverso la quale si interagisce con il DDC e consente di selezionare opzioni, impostare parametri, etc. (particolare 2, Figura IV-9); una porta seriale RS 232 utilizzata per il collegamento del DDC a un Personal computer (particolare 3, Figura IV-9), utilizzata per le operazioni di assistenza tecnica e per l'interfacciamento del pannello DDC tramite protocollo Modbus.

Sulla parte posteriore del DDC sono alloggiati tutti i collegamenti elettrici e CAN-BUS necessari al suo funzionamento. Inoltre, sono presenti dei contatti puliti utili per eventuali opzioni di accensione e spegnimento del DDC attraverso consensi on-off provenienti da sistemi di regolazione esterni, eventuali segnalazioni luminose e sonore per allarmi da porre in posizione remota, ed i contatti per il collegamento di una sonda aria esterna (opzionale).

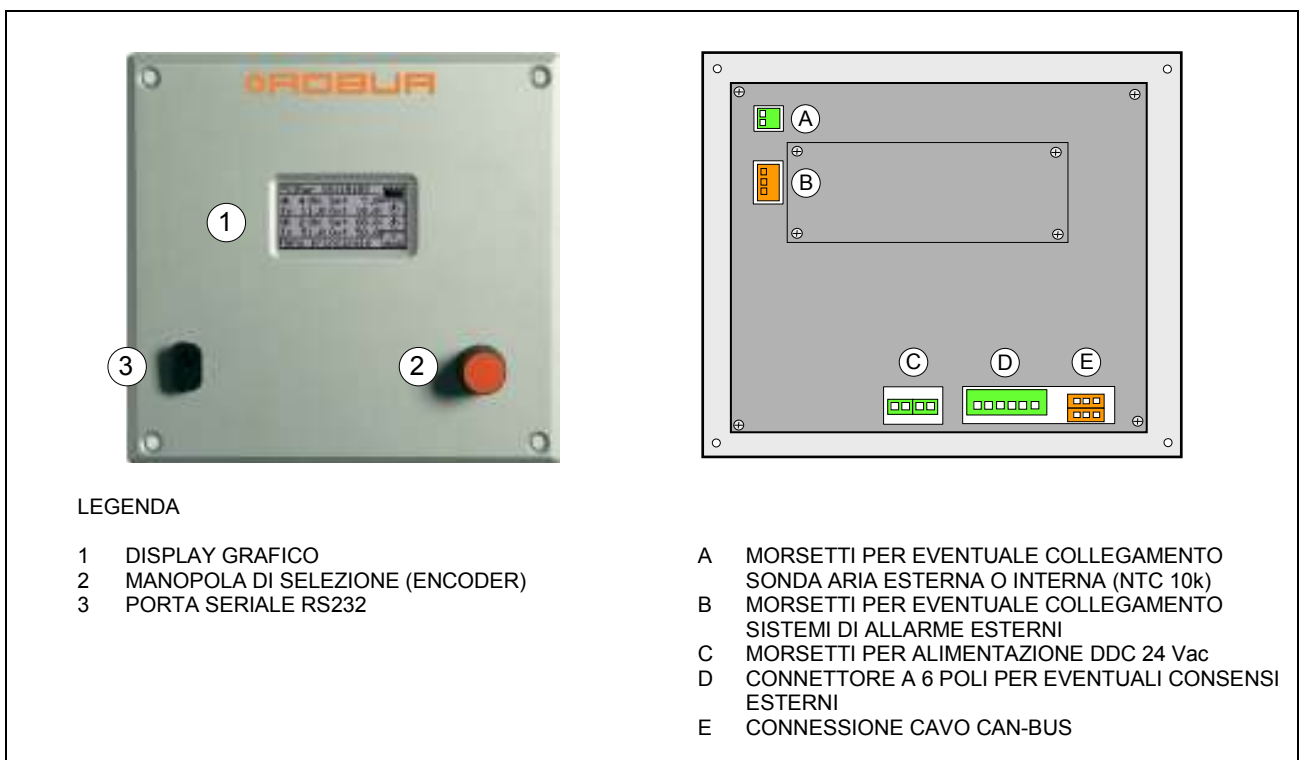


Figura IV-9 - Vista anteriore/posteriore e dettaglio connessioni elettriche Pannello Digitale di Controllo (DDC)

6.2 CONTROLLO E REGOLAZIONE DEL SISTEMA GAHP-WS

Tramite uno o più pannelli di controllo DDC è possibile ottenere la completa diagnostica del sistema e controllare e regolare il funzionamento dello stesso.

In particolare è possibile impostare il differenziale ed il set-point invernale desiderato per la temperatura del fluido termovettore, decidendo a priori se regolare la temperatura di mandata oppure quella di ritorno. È possibile effettuare l'operazione sopra descritta su quattro fasce orarie giornaliere, eventualmente utilizzando quattro valori differenti per il set-point.

La concezione impiantistica proposta da Robur ha il sicuro vantaggio di consentire il funzionamento completamente indipendente tra i singoli moduli che le compongono, in modo da erogare la potenza termica/frigorifera strettamente necessaria alla situazione di carico istantaneo, evitando frequenti variazioni di funzionamento ed i conseguenti inutili sprechi di combustibile.

L'inserimento in cascata delle unità fino ad un massimo di dieci gradini di parzializzazione per ogni tipologia di unità configurata sull'impianto è garantito dal DDC.

Il sistema non prevede l'adozione di sonde da posizionare sulle tubazioni di mandata o di ritorno dell'impianto, in quanto le unità GAHP-GS sono dotate di appositi sensori che permettono direttamente a bordo unità il rilevamento delle temperature del fluido termovettore.

Modalità riscaldamento e produzione ACS

L'obiettivo della regolazione effettuata dal pannello digitale di controllo DDC è mantenere la temperatura dell'acqua entro una fascia centrata attorno al setpoint impostato. L'ampiezza di tale fascia è definita da un apposito parametro, documentato sui manuali tecnici di installazione del pannello DDC, il cui valore di default è di 2°C (cioè $\pm 1^\circ\text{C}$ rispetto al valore di setpoint), che si dimostra ottimale per la maggior parte delle applicazioni.

Modalità condizionamento

L'algoritmo utilizzato per la regolazione della temperatura dell'acqua è identico a quello della modalità riscaldamento, fatta salva l'inversione della logica, grazie alla quale gli stadi vengono accesi quando la temperatura è più alta dell'obiettivo e spenti quando si abbassa.

Per una descrizione dettagliata della modalità di controllo realizzata dal DDC si rimanda al libretto di installazione del DDC (codice DLBR257), disponibile anche online sul sito www.robura.it.

6.3 GESTIONE SONDA CLIMATICA ESTERNA – CURVE CLIMATICHE

Mediante gli ingressi disponibili nella parte posteriore del pannello DDC (particolare A, Figura IV-9 a pagina 33) è possibile collegare una sonda di temperatura di tipo resistivo (NTC 10k Ω), conforme alle prestazioni indicate nella Tabella IV-16 di seguito, in modo da poter richiedere una temperatura scorrevole sia per il servizio riscaldamento che per il servizio condizionamento sulla base della temperatura esterna rilevata e della temperatura di setpoint dell'ambiente interno.

Prestare attenzione nel caso di impiego di sonde resistive con caratteristiche sensibilmente diverse perché questo potrebbe alterare in modo significativo l'efficacia del sistema di regolazione.

A seconda del tipo di impianto, ed in particolar modo del tipo di terminali di emissione, e delle caratteristiche dell'edificio, dovrà essere utilizzata la curva appropriata, selezionata dalla famiglia di curve climatiche disponibili. Al variare della temperatura di setpoint dell'ambiente interno la curva verrà modificata automaticamente.

Le curve climatiche utilizzate dal pannello DDC per il condizionamento differiscono da quelle utilizzate per il riscaldamento, e anche le modalità di selezione della specifica curva differiscono per i due servizi.

Temperature in °C	Resistenza in Ω
0	32.650
5	25.390
10	19.990
15	15.710
20	12.490
25	10.000
30	8.057
35	6.530
40	5.327
45	4.370
50	3.603
55	2.986
60	2.488
65	2.083
70	1.752
75	1.479
80	1.255
85	1.070
90	915,3
95	786,7
100	678,3
105	587,3
110	510,3
115	445,0
120	389,3

Tabella IV-16 - Tabella caratteristiche resistenza sonde di temperatura

Modalità condizionamento

Per quanto riguarda il condizionamento, le curve climatiche sono una famiglia di rette e la scelta della curva da utilizzare si effettua specificando due punti per i quali essa deve passare: nel dettaglio, deve essere specificata la temperatura che l'acqua refrigerata deve avere alla temperatura esterna di 25°C e 35°C; ad esempio, nel grafico riportato in Figura IV-10 la curva selezionata implica che le macchine produrranno acqua refrigerata alla temperatura di 7°C quando la temperatura esterna è 35°C e di 10°C quando la temperatura esterna è di 25°C.

La curva che viene così definita è riferita ad una temperatura di setpoint ambiente interno di 25°C; se la temperatura di setpoint è diversa, il sistema adegua automaticamente la curva utilizzata.

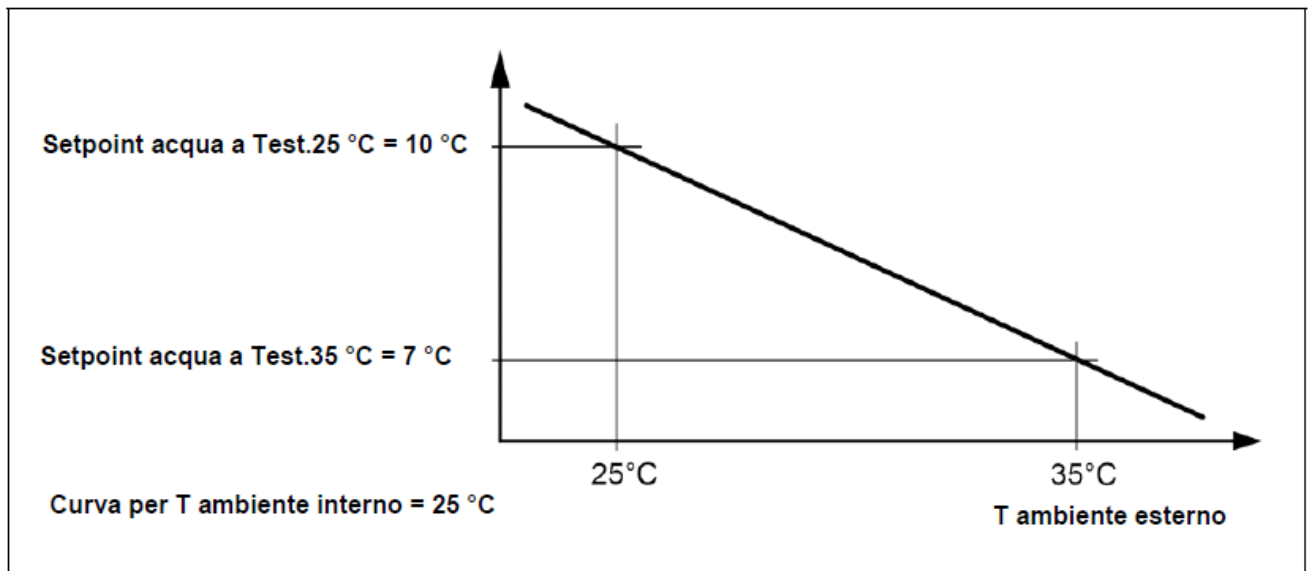


Figura IV-10 - Grafico delle curve di condizionamento

Modalità riscaldamento

Per quanto riguarda il riscaldamento, la famiglia di curve climatiche è indicata in Figura IV-11 e la scelta della curva da utilizzare si effettua specificando il valore di un parametro che indica la pendenza della curva. La curva che viene così definita è riferita ad una temperatura di setpoint ambiente interno di 20°C; se la temperatura di setpoint è diversa, il sistema adegua automaticamente la curva utilizzata.

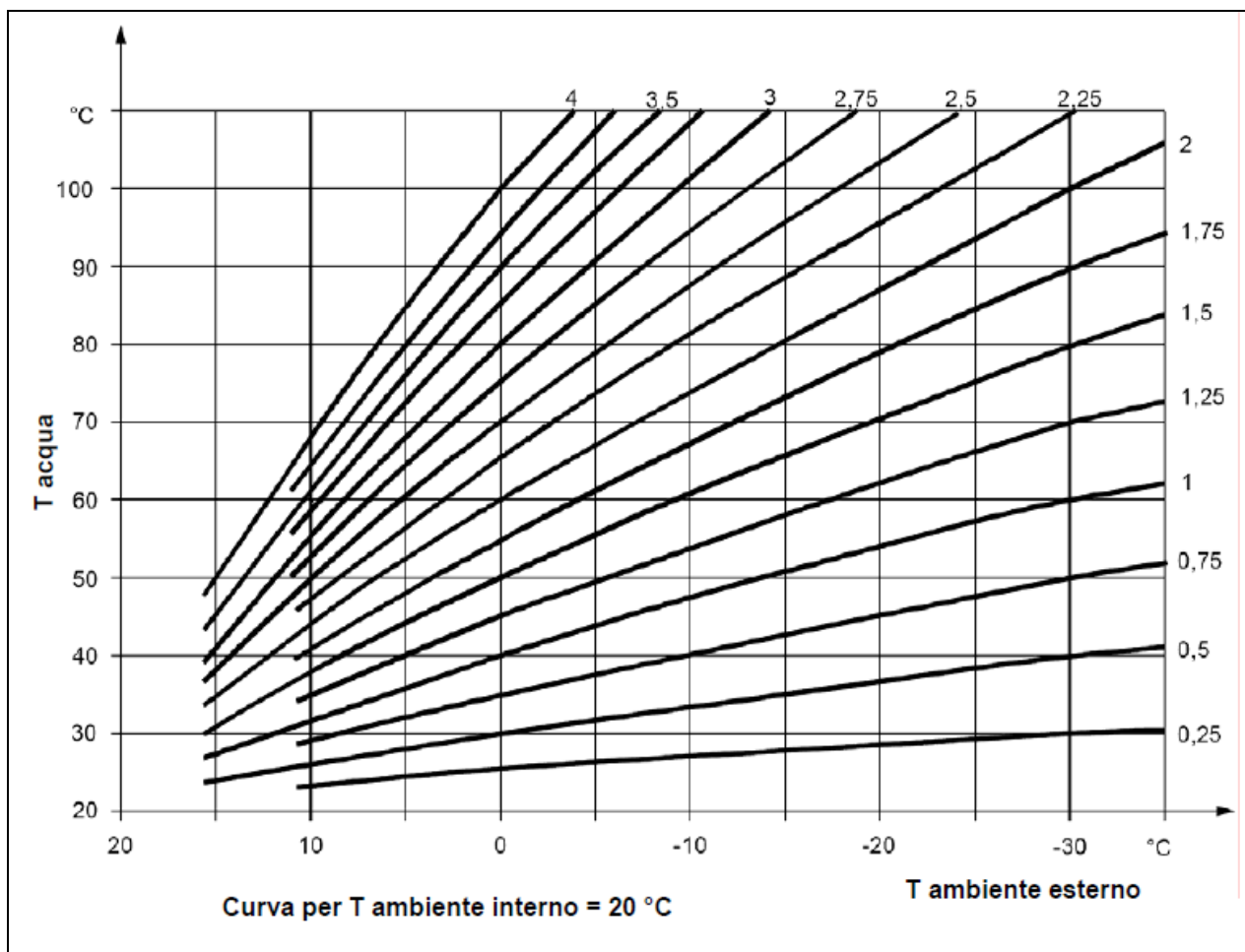


Figura IV-11 - Grafico delle curve di riscaldamento

Ulteriori funzioni vengono messe a disposizione per impostare la modalità di intervento delle caldaie di integrazione, consentendo di ridurre l'intervento esclusivamente alle situazioni di reale necessità, evitando accensioni inopportune. Allo stesso modo è possibile impostare valori massimi e minimi del setpoint acqua idonei a "delimitare" la curva climatica in modo da mantenersi in ogni condizione entro valori di setpoint idonei per l'impianto servito. Infine è possibile mediante un apposito parametro impostare l'inerzia termica dell'edificio, in modo da informare il sistema di controllo dei tempi di reazione dell'impianto alle modifiche di setpoint richieste, ottimizzando quindi il comfort delle utenze servite.

Per una descrizione dettagliata della modalità di impostazione delle curve climatiche sul DDC si rimanda al libretto di installazione del DDC (codice DLBR257), disponibile anche online sul sito www.robur.it.

6.4 GESTIONE DELLA FUNZIONE "TEMPERATURA SCORREVOLE"

È possibile regolare in continuo la temperatura di mandata o di ritorno all'impianto delle GAHP-WS, in funzione di un parametro esterno gestito da altro sistema elettronico. In particolare può risultare utile far variare la temperatura di mandata del fluido termovettore agli utilizzatori in funzione di un parametro di impianto ritenuto significativo.

Tale possibilità è garantita mediante l'utilizzo della scheda elettronica opzionale "RB100", collegata tramite cavo can bus al pannello digitale di controllo. La scheda elettronica RB100 può ricevere un segnale analogico 0÷10 V proveniente da un regolatore elettronico, al fine di modulare in continuo la temperatura desiderata in mandata o in ritorno.

La scheda elettronica Robur Box (RB100) ha la funzione di interfacciare le richieste provenienti da uno o più sistemi di controllo esterni con il Pannello di Controllo (DDC).

Le sue funzionalità sono sostanzialmente la gestione delle unità Robur con un set-point temperatura acqua variabile in continuo (temperatura scorrevole) e la gestione della funzione acqua calda sanitaria, prevedendo inoltre un servizio di attuazione valvole a tre vie eventualmente necessarie alla deviazione della

portata d'acqua per quest'ultima funzione (vedere anche 6.5).

Le dimensioni della scheda RB100 sono: larghezza 158 mm, profondità 74,6 mm e altezza 106,5 mm. Il peso del componente è di 0,320 kg e deve essere montato a quadro elettrico su guida DIN 35 mm (EN 60715).

Per ulteriori informazioni sulla scheda RB100 fare riferimento alla documentazione specifica (libretti codici DLBR434 e DLBR443, disponibili anche online sul sito www.robur.it).

6.5 CONTROLLO E REGOLAZIONE DELLA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

È possibile effettuare il servizio di produzione acqua calda sanitaria con le sole GAHP-WS quando l'impianto prevede bollitori d'accumulo a temperatura medio bassa (45°C ÷ 48°C) oppure quando la produzione avviene con modalità diretta a mezzo di scambiatori di calore opportunamente dimensionati (temperatura di mandata del circuito secondario pari a 45°C ÷ 48°C).

È essenziale evidenziare come il sistema di controllo non permetta la richiesta contemporanea di setpoint diversi per il lato caldo e il lato freddo. Questo comporta che, in caso di funzionamento in condizionamento, non sia possibile controllare la temperatura sul lato caldo, neppure in presenza di una richiesta acqua calda sanitaria gestita tramite RB100. La potenza termica disponibile in tal caso dipenderà esclusivamente dalle condizioni di esercizio dell'unità per il servizio condizionamento (in quanto modalità di funzionamento attiva) e quindi sarà necessario garantire, attraverso un sistema ausiliario, l'eventuale integrazione di temperatura necessaria a raggiungere le condizioni di progetto previste.

Nel caso in cui fosse prevista la presenza in impianto di una o più pompe di calore con l'integrazione di una o più caldaie a condensazione Robur AY, è possibile realizzare tale servizio con qualsiasi livello di temperatura dei bollitori di preparazione ACS (temperatura di accumulo maggiore di 50°C), utilizzando per tale scopo le caldaie AY presenti.

In ogni caso per poter utilizzare i sistemi in pompa di calore ad assorbimento per produrre anche acqua calda sanitaria, l'impianto di regolazione del sistema deve prevedere un pannello digitale di controllo ed una scheda elettronica "RB100".

Nel caso in cui sia stato previsto l'utilizzo delle pompe di calore GAHP-WS per produrre acqua calda sanitaria alle condizioni menzionate (temperatura di accumulo prossima a quella di utilizzo dell'acqua – max 48°C), la scheda RB100 è necessaria per sopraelevare la temperatura di mandata dell'unità, qualora questa non fosse già impostata alla temperatura massima d'esercizio.

Nel caso fosse previsto l'utilizzo anche di caldaie Robur AY condensing, il modulo RB100 collegato con un cavo CAN-BUS al pannello digitale di controllo, consente di deviare la portata del fluido termovettore proveniente da queste ultime, inviandola ad uno scambiatore di calore per la produzione diretta o ad accumulo di acqua calda sanitaria (ACS). Tale operazione viene effettuata comandando direttamente due valvole deviatrici a tre vie specificamente dedicate (escluse dalla fornitura Robur S.p.A.).

Effettuata la deviazione dal circuito riscaldamento a quello di produzione ACS, la scheda elettronica del modulo RB100 modifica il set-point delle sole caldaie Robur AY condensing interessate all'operazione. La regolazione del set-point ACS delle caldaie AY può avvenire con un segnale digitale di tipo ON-OFF proveniente da un termostato, oppure anche tramite un segnale analogico 0÷10 V proveniente da un regolatore elettronico.

L'opportunità offerta dalla scheda elettronica RB100 consente di non dover necessariamente inserire altre caldaie per la gestione del servizio di produzione ACS sfruttando a pieno anche le unità Robur AY condensing eventualmente presenti, le quali diversamente rimarrebbero spente per la maggior parte delle ore previste per la stagione invernale.

Il servizio di produzione acqua calda sanitaria ha la priorità di funzionamento, vale a dire che, nel caso in cui l'impianto si trovasse a lavorare alle massime condizioni di progetto, le caldaie dedicate al doppio servizio verranno comunque disinserite dall'impianto di riscaldamento ed impiegate per il servizio ACS per tutto il tempo necessario a svolgere tale compito.

Per impianti esistenti nei quali si chiede l'implementazione di tale sistema di gestione, è opportuno verificare la compatibilità del firmware dei vari componenti, richiedendo informazioni al servizio prevendita Robur S.p.A.

6.6 MOD BUS

Il Pannello Digitale di Controllo (DDC) supporta l'interfacciamento con dispositivi esterni (BMS, PLC, SCADA, ecc.) tramite protocollo Modbus RTU.

Tramite protocollo Modbus è possibile acquisire le informazioni relative ai dati di funzionamento delle unità e degli impianti gestiti dal DDC (temperature, stati, contatore, ecc.).

È inoltre possibile acquisire informazioni relativamente agli allarmi, sia per lo stato attuale degli allarmi attivi sia per lo storico.

È infine possibile agire sull'impianto per impostare diversi parametri di funzionamento quali ad esempio On/Off delle unità, inversione caldo/freddo, setpoint, differenziale, gradini, e fasce orarie di funzionamento.

Il Pannello Digitale di Controllo (DDC) implementa il protocollo Modbus RTU come dispositivo slave, nelle seguenti modalità: 19.200 8N1; 19200 8E1; 19200 8N2; 9600 8N1; 9600 8E1; 9600 8N2.

L'indirizzo modbus di default è 1, ed è configurabile tramite il display del DDC il quale supporta i seguenti codici funzione modbus: (01) Read Coil Status; (02) Read Discrete Input; (03) Read Holding Register; (04) Read Input Register; (05) Write Single Coil; (06) Write Single Register; (15) Write Multiple Coil; (16) Write Multiple Register; (23) Read/Write Multiple Register.

Il Pannello Digitale di Controllo è predisposto per supportare i messaggi di broadcast.

7 SCHEMI IMPIANTI

7.1 IMPIANTO TECNOLOGICO SINGOLA GAHP-WS

Impianto idraulico

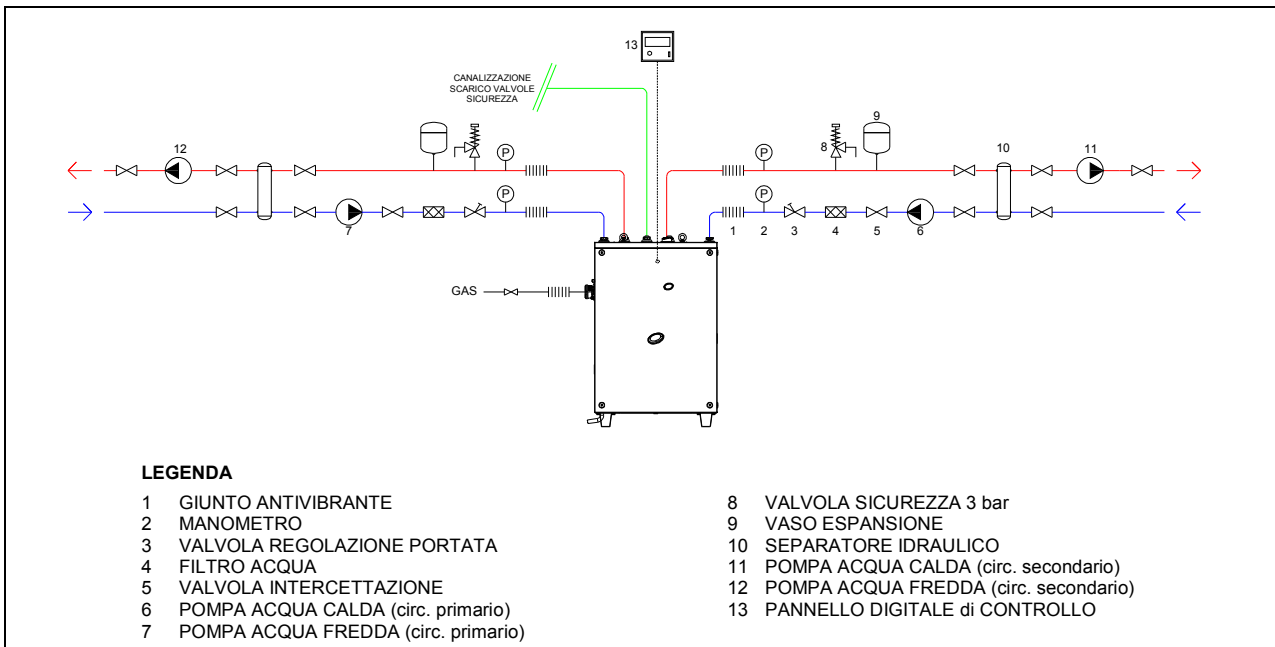


Figura IV-12 - Esempio collegamento idraulico singola GAHP-WS

Impianto elettrico

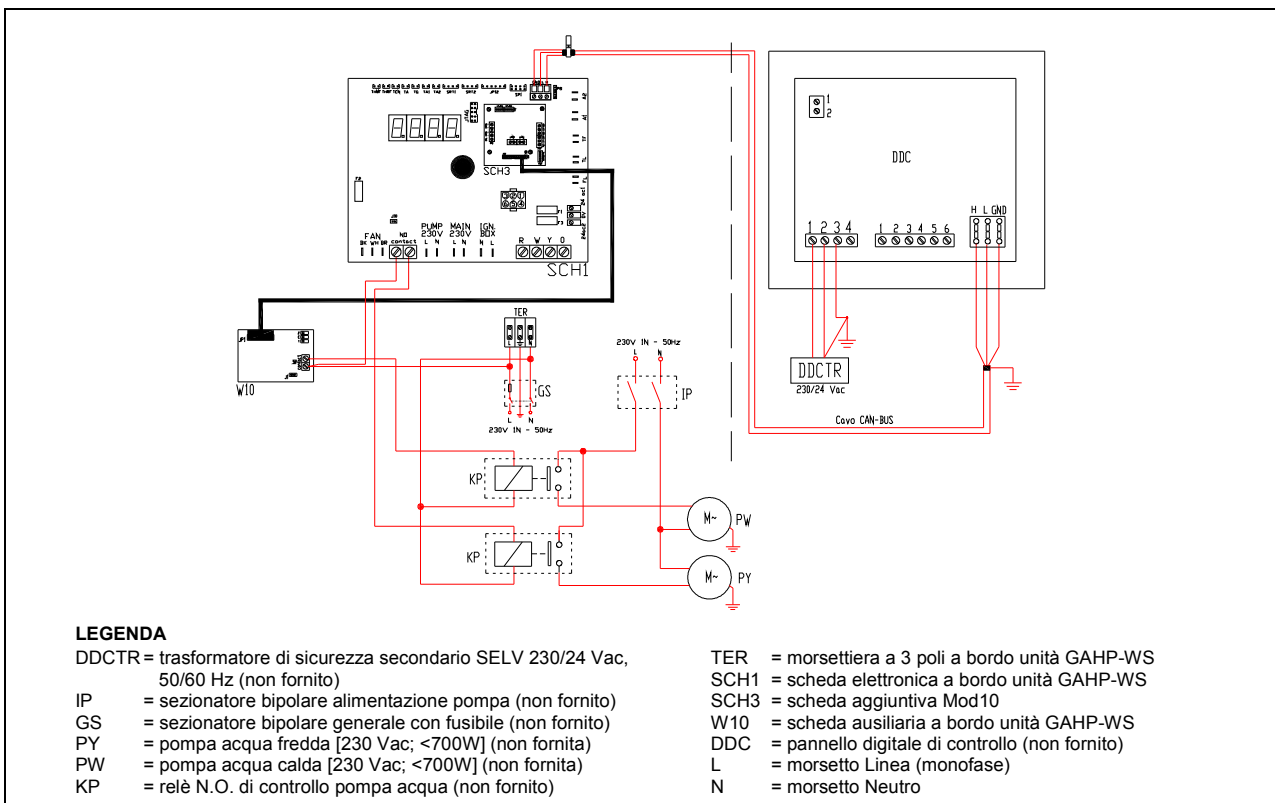


Figura IV-13 - Esempio collegamento elettrico singola GAHP-WS

7.2 IMPIANTO TECNOLOGICO CON PIÙ GAHP-WS - circolatori indipendenti

Impianto idraulico

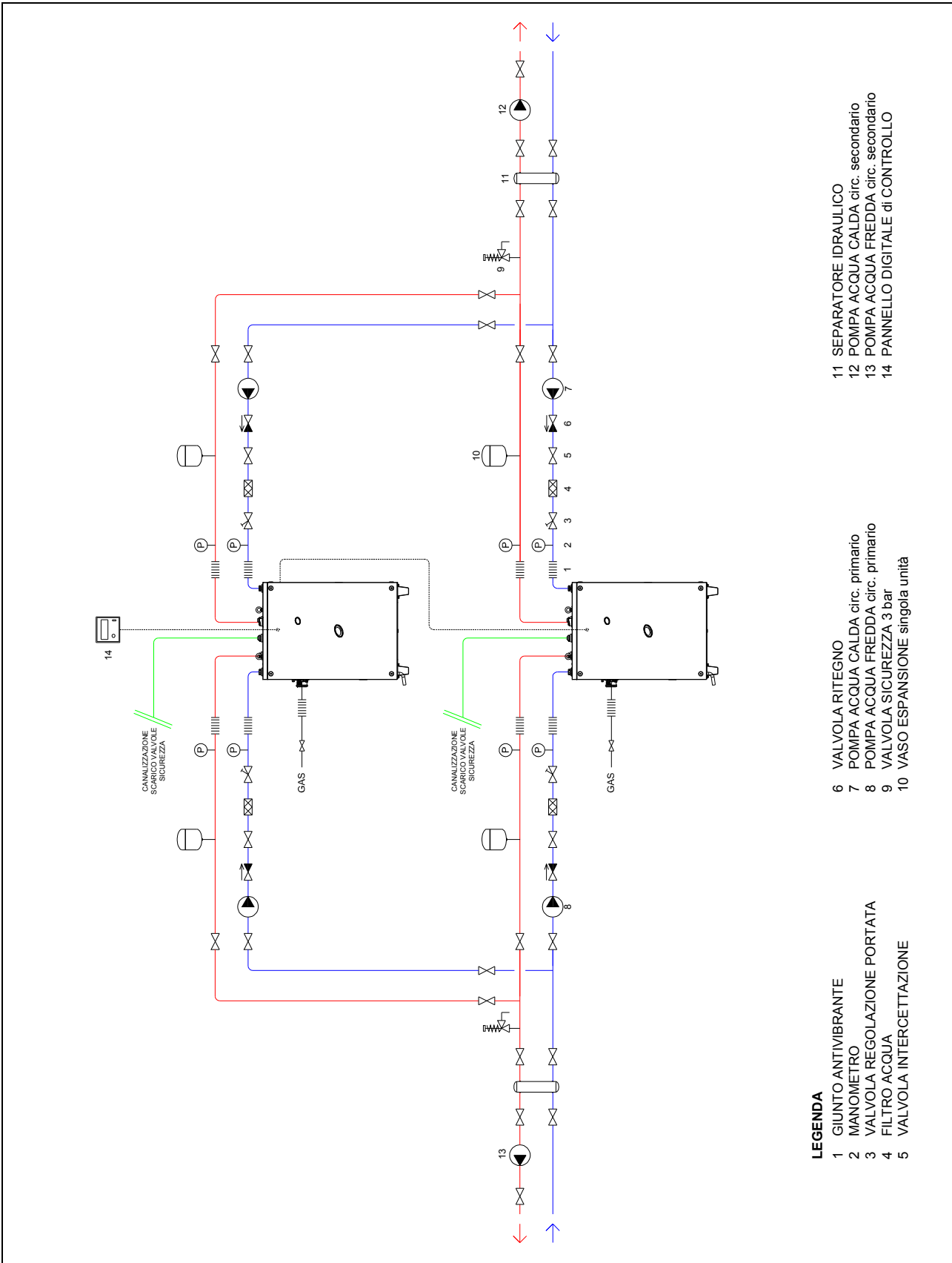


Figura IV-14 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-WS con circolatori indipendenti

Impianto elettrico

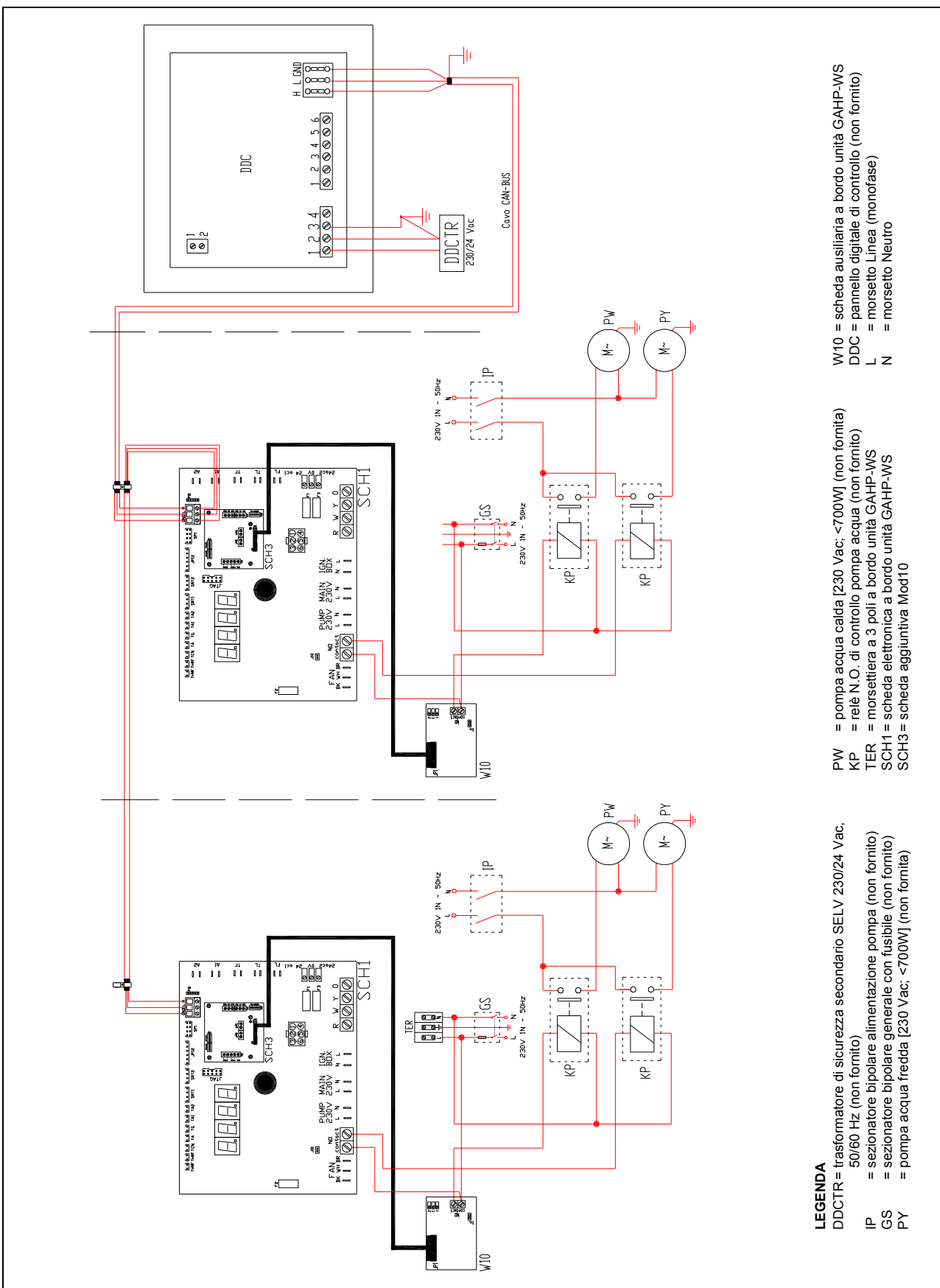


Figura IV-15 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-WS con circolatori indipendenti

LEGENDA

- DDCTR = trasformatore di sicurezza secondario SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (non fornito)
- IP = sezionatore bipolare alimentazione pompa (non fornito)
- GS = sezionatore bipolare generale con fusibile (non fornito)
- PY = pompa acqua fredda [230 Vac; <700W] (non fornita)
- PW = pompa acqua calda [230 Vac; <700W] (non fornita)
- KP = relè N.O. di controllo pompa acqua (non fornita)
- TER = morsetteria a 3 poli a bordo unità GAHP-WS
- SCH1 = scheda elettronica a bordo unità GAHP-WS
- SCH3 = scheda aggiuntiva Mod10
- W10 = scheda ausiliaria a bordo unità GAHP-WS
- DDC = pannello digitale di controllo (non fornito)
- L = morsetto Linea (monofase)
- N = morsetto Neutro

7.3 IMPIANTO RISCALDAMENTO CON RECUPERO IN FALDA SINGOLA GAHP-WS

Impianto idraulico

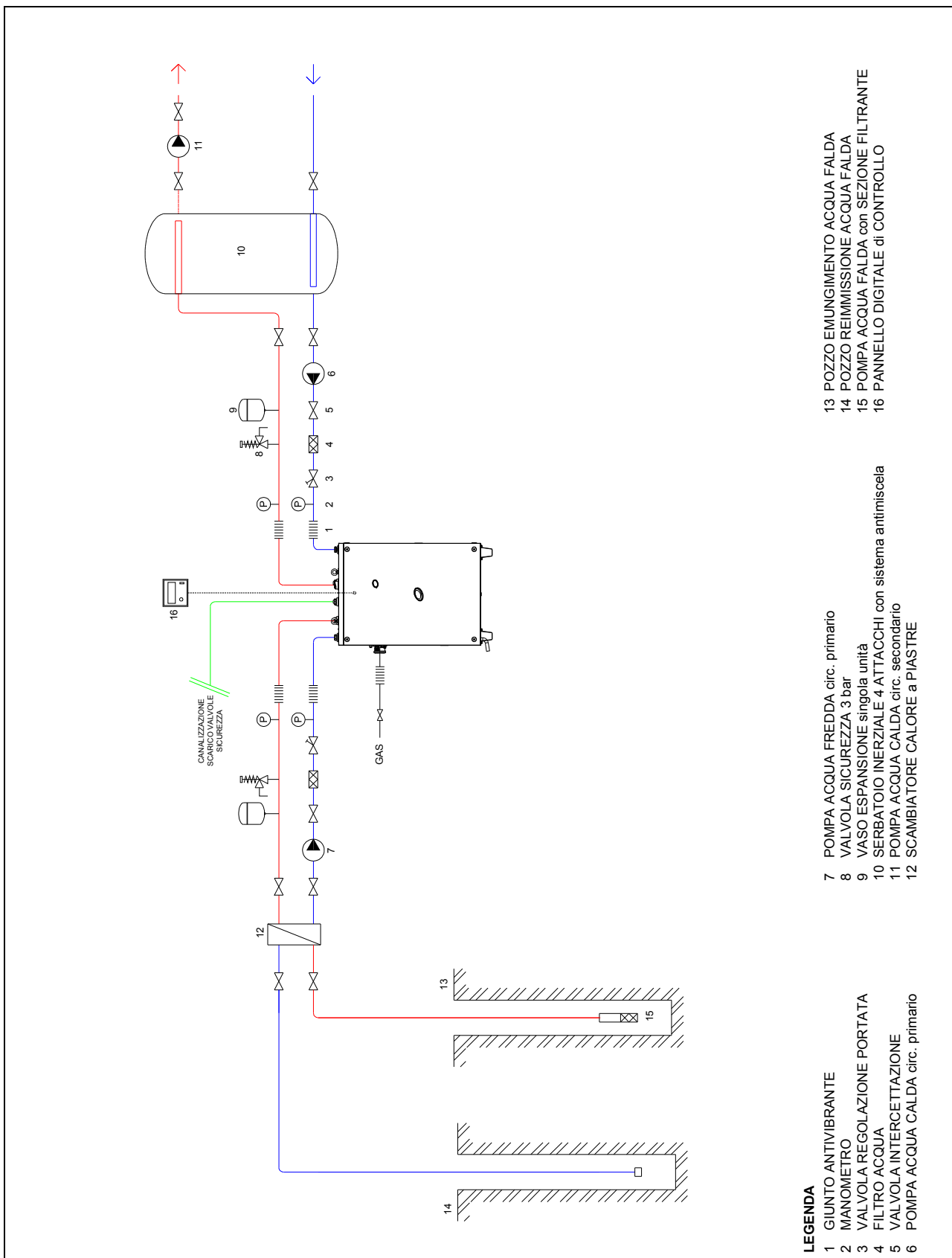


Figura IV-16 - Esempio collegamento idraulico singola GAHP-WS con recupero in falda

Impianto elettrico

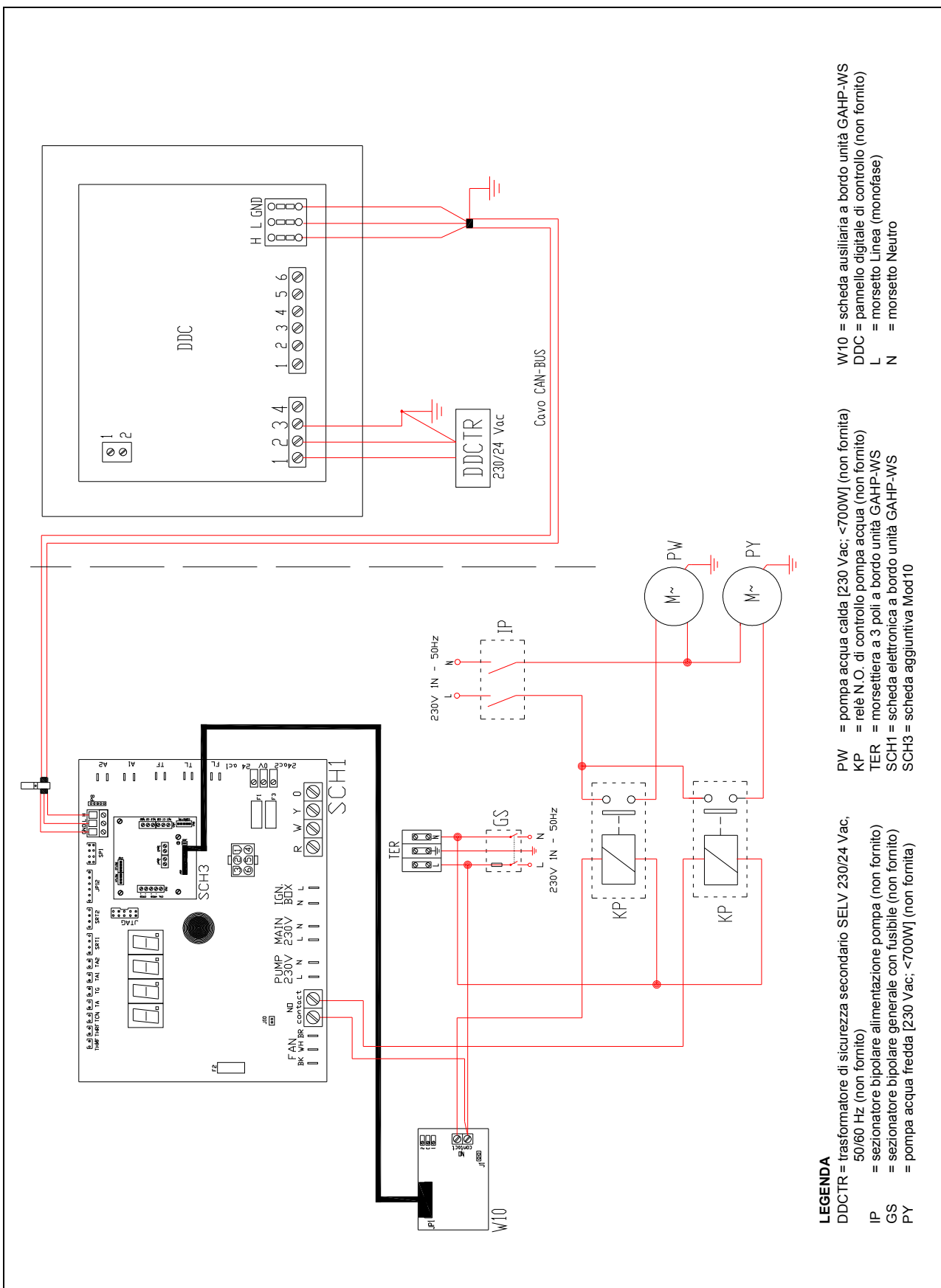


Figura IV-17 - Esempio collegamento elettrico singola GAHP-WS con recupero in falda

7.4 IMPIANTO RISCALDAMENTO CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatori indipendenti

Impianto idraulico

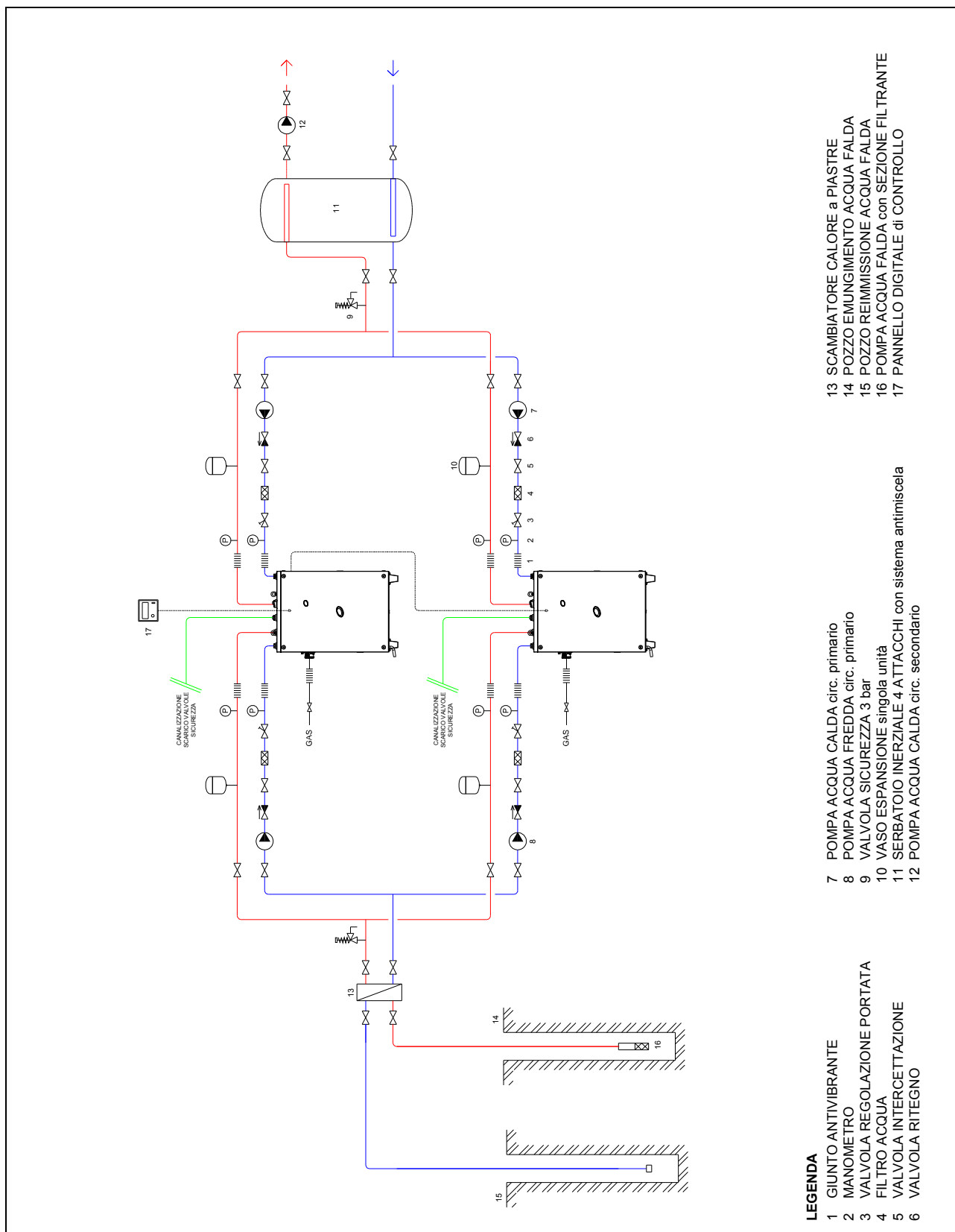


Figura IV-18 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatori indipendenti

Impianto elettrico

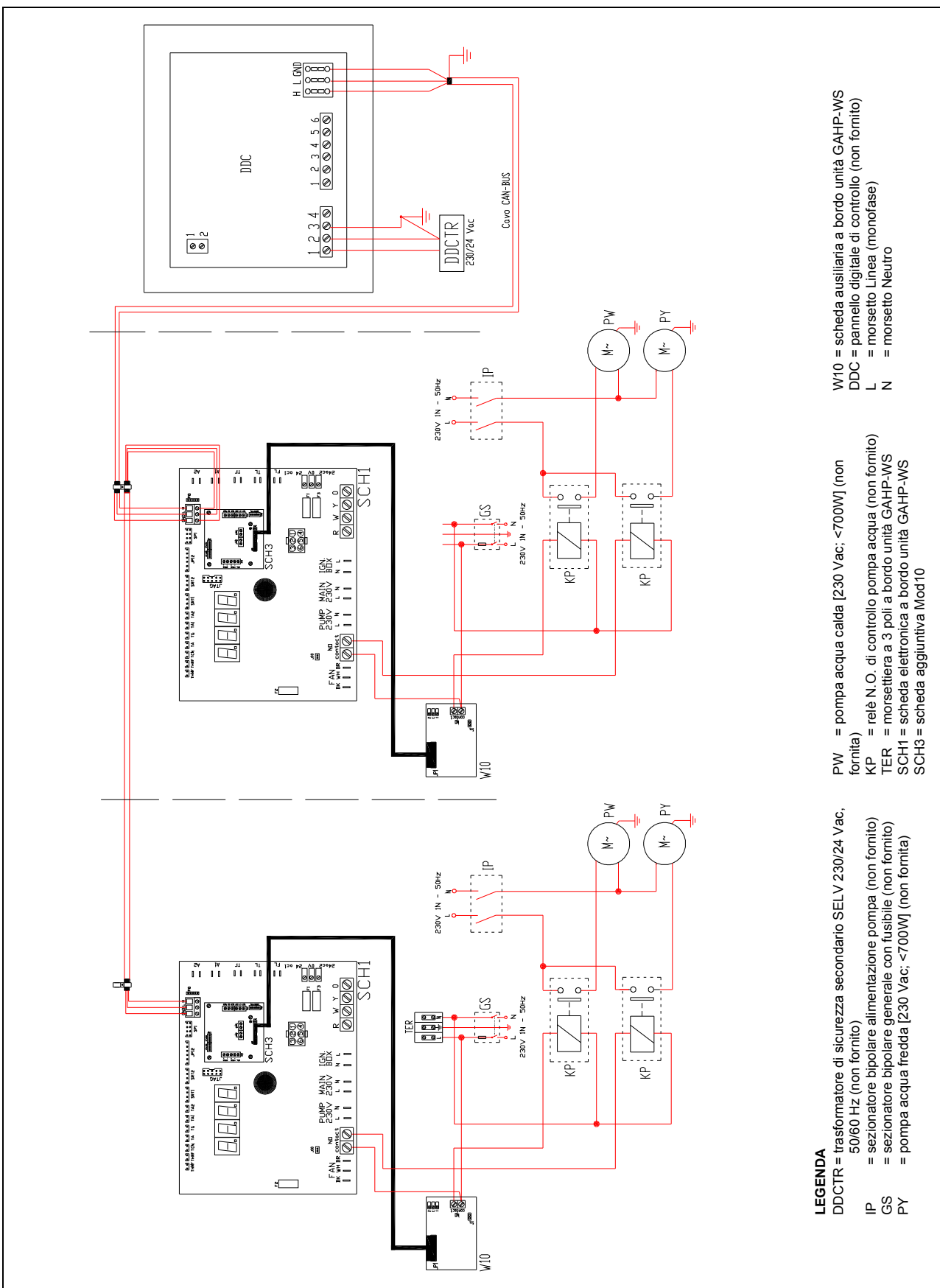


Figura IV-19 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatori indipendenti

LEGENDA

- DDCTR = trasformatore di sicurezza secondario SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (non fornito)
- IP = sezionatore bipolare alimentazione pompa (non fornito)
- GS = sezionatore bipolare generale con fusibile (non fornito)
- PY = pompa acqua fredda [230 Vac; <700W] (non fornita)
- PW = pompa acqua calda [230 Vac; <700W] (non fornita)
- KP = relè N.O. di controllo pompa acqua (non fornito)
- TER = morsetteria a 3 poli a bordo unità GAHP-WS
- SCH1 = scheda elettronica a bordo unità GAHP-WS
- SCH3 = scheda aggiuntiva Mod10
- W10 = scheda ausiliaria a bordo unità GAHP-WS
- DDC = pannello digitale di controllo (non fornito)
- L = morsetto Linea (monofase)
- N = morsetto Neutro

7.5 IMPIANTO RISCALDAMENTO CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatore comune

Impianto idraulico

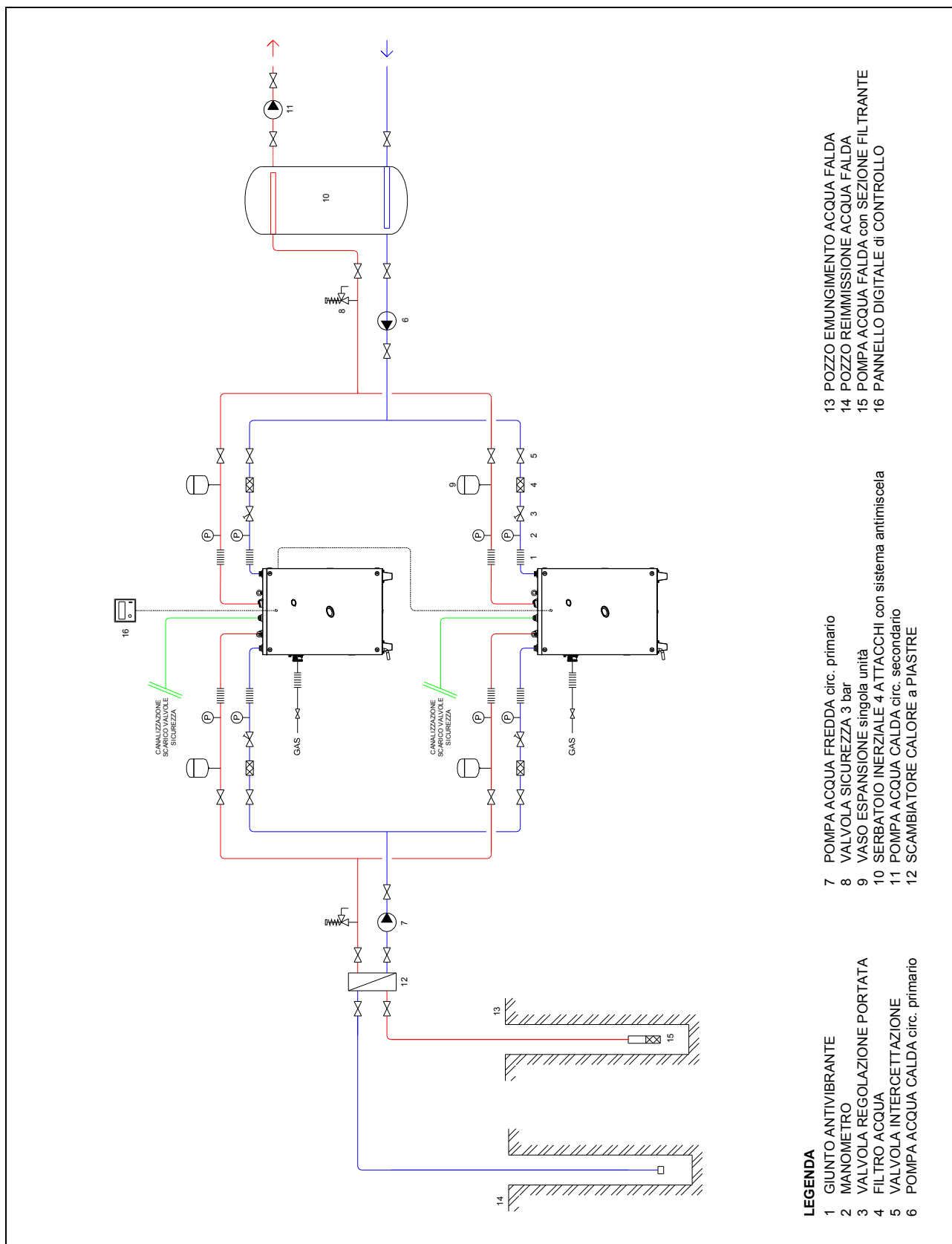


Figura IV-20 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatore comune

Impianto elettrico

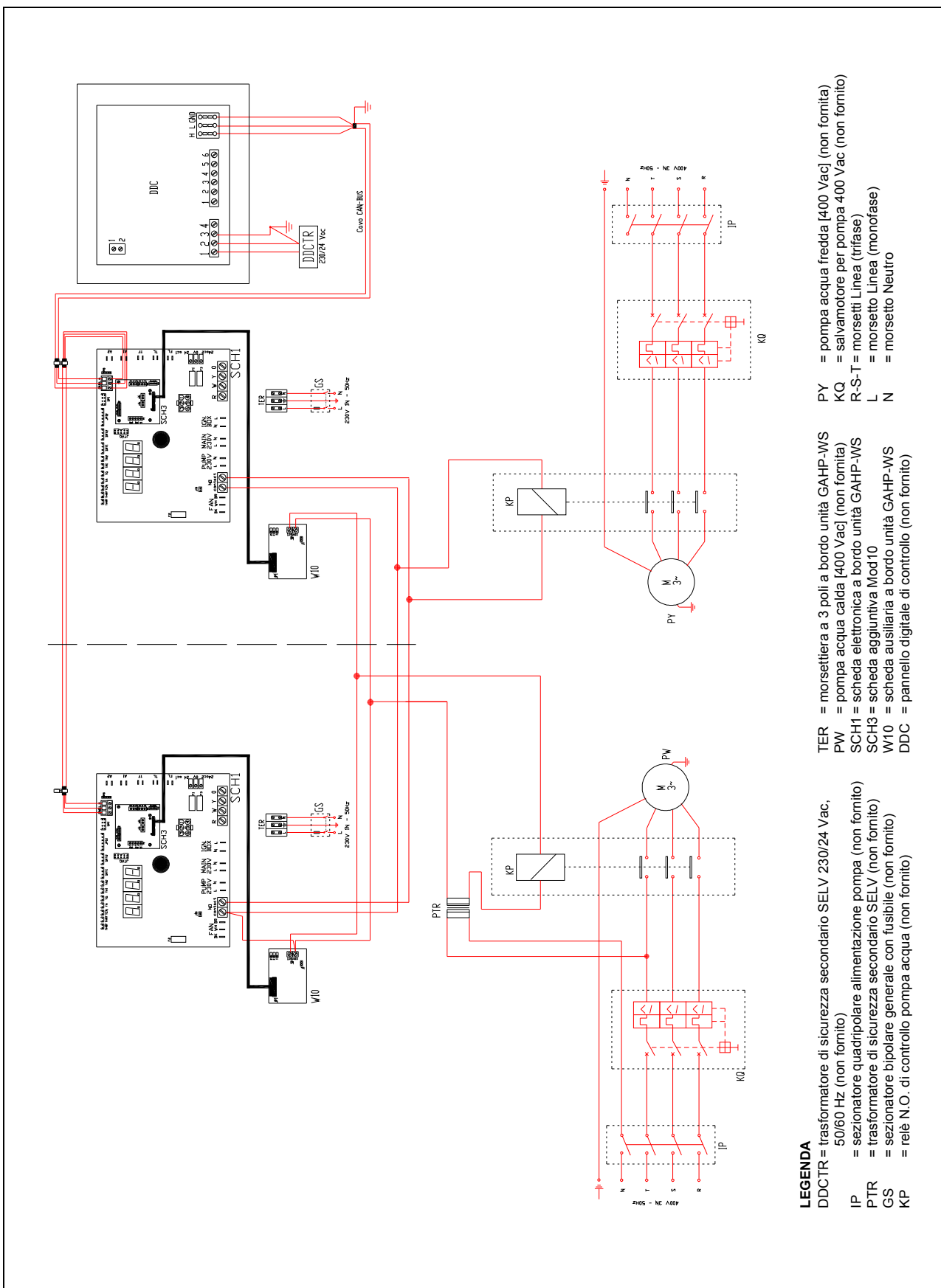


Figura IV-21 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatore comune

LEGENDA

- DDCTR = trasformatore di sicurezza secondario SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (non fornito)
 IP = sezionatore quadripolare alimentazione pompa (non fornito)
 PTR = trasformatore di sicurezza secondario SELV (non fornito)
 GS = sezionatore bipolare generale con fusibile (non fornito)
 KP = relè N.O. di controllo pompa acqua (non fornito)
- TER = morsettiere a 3 poli a bordo unità GAHP-WS
 PW = pompa acqua calda [400 Vac] (non fornita)
 SCH1 = scheda elettronica a bordo unità GAHP-WS
 SCH3 = scheda aggiuntiva Mod10
 W10 = scheda ausiliaria a bordo unità GAHP-WS
 DDC = pannello digitale di controllo (non fornito)
- PY = pompa acqua fredda [400 Vac] (non fornita)
 KQ = salvamotore per pompa 400 Vac (non fornito)
 R-S-T = morsetti Linea (trifase)
 L = morsetto Linea (monofase)
 N = morsetto Neutro

7.6 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON RECUPERO IN FALDA SINGOLA GAHP-WS

Impianto idraulico

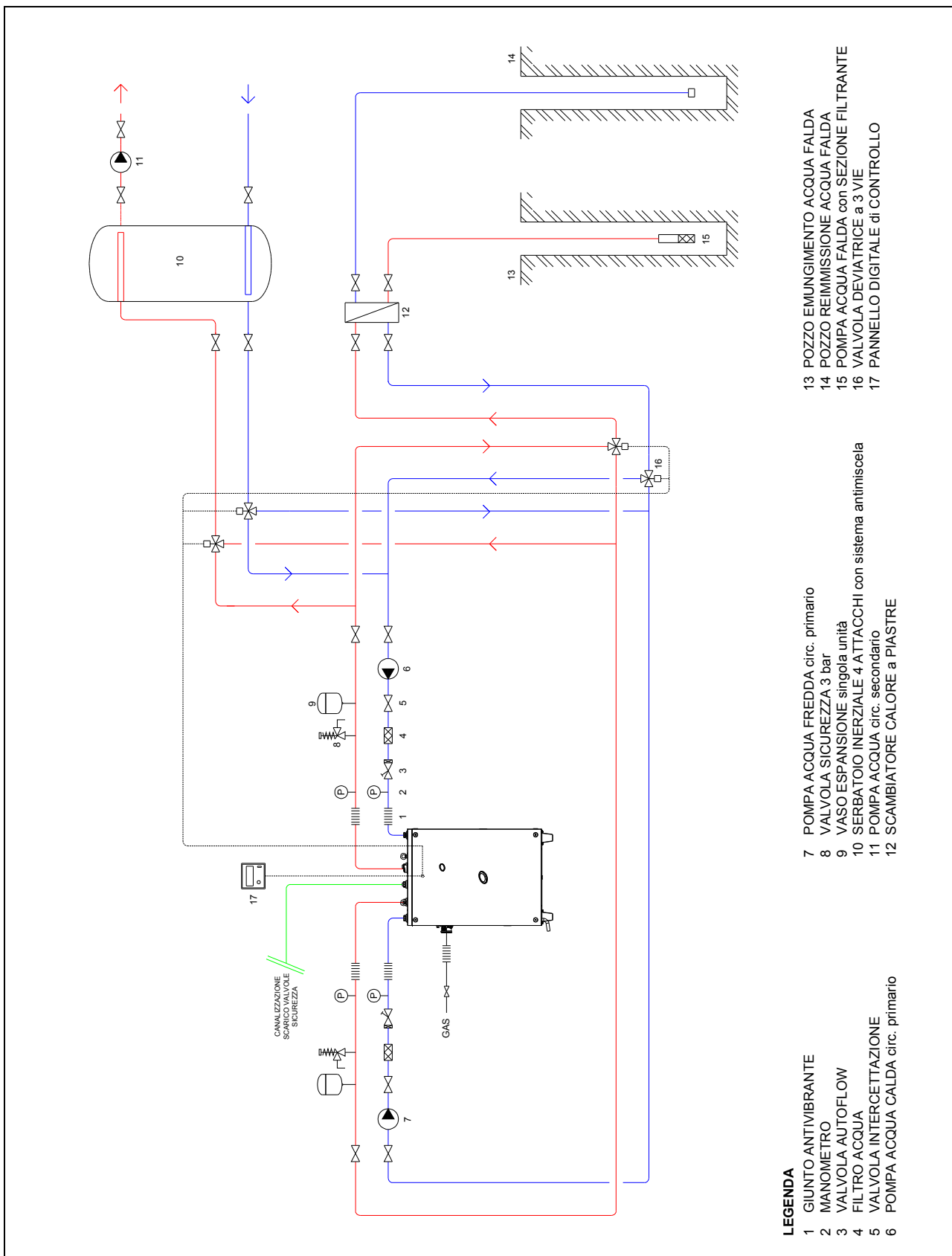


Figura IV-22 - Esempio collegamento idraulico singola GAHP-WS con recupero in falda

Impianto elettrico

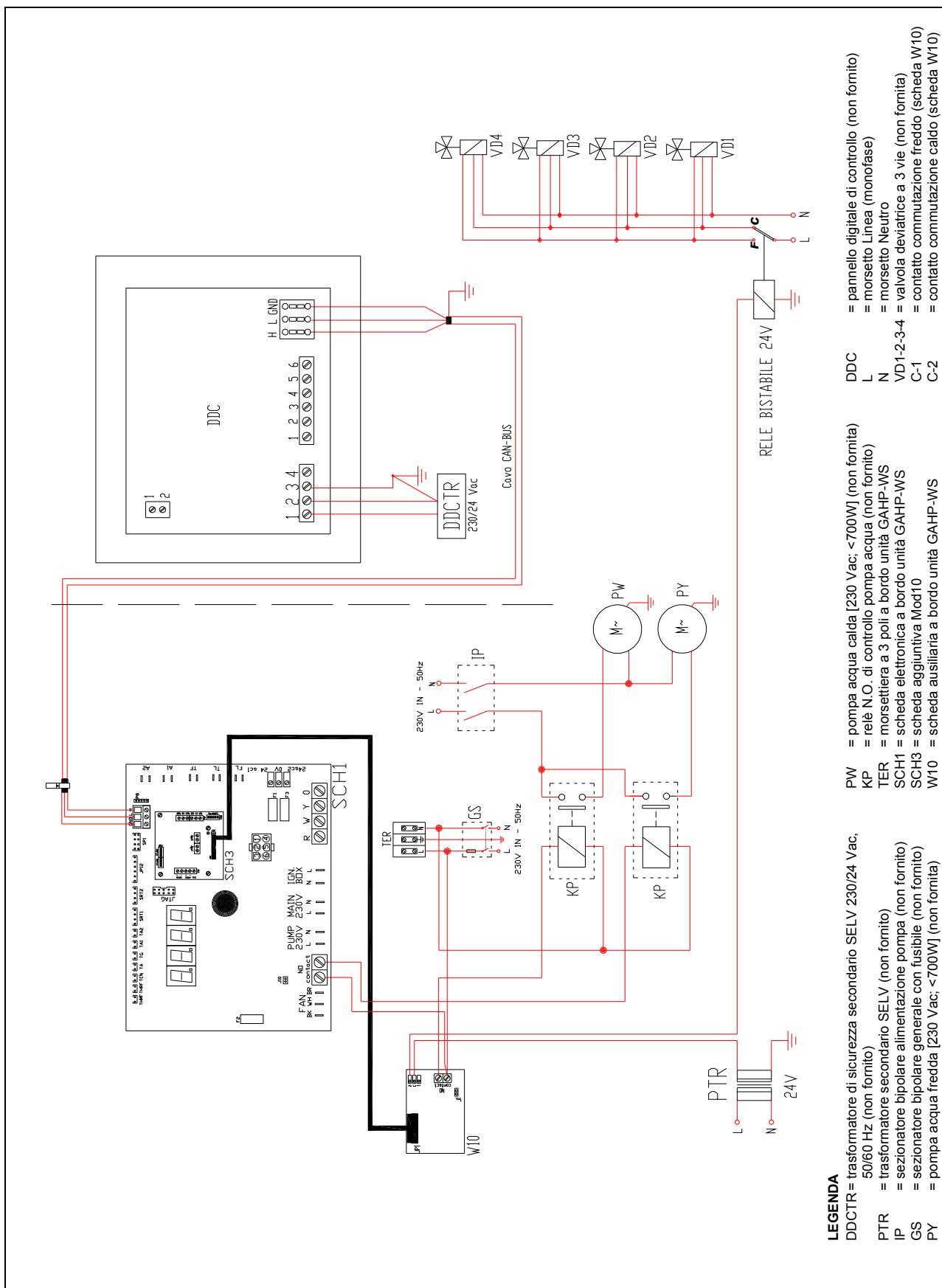


Figura IV-23 - Esempio collegamento elettrico singola GAHP-WS con recupero in falda

7.7 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatori indipendenti

Impianto idraulico

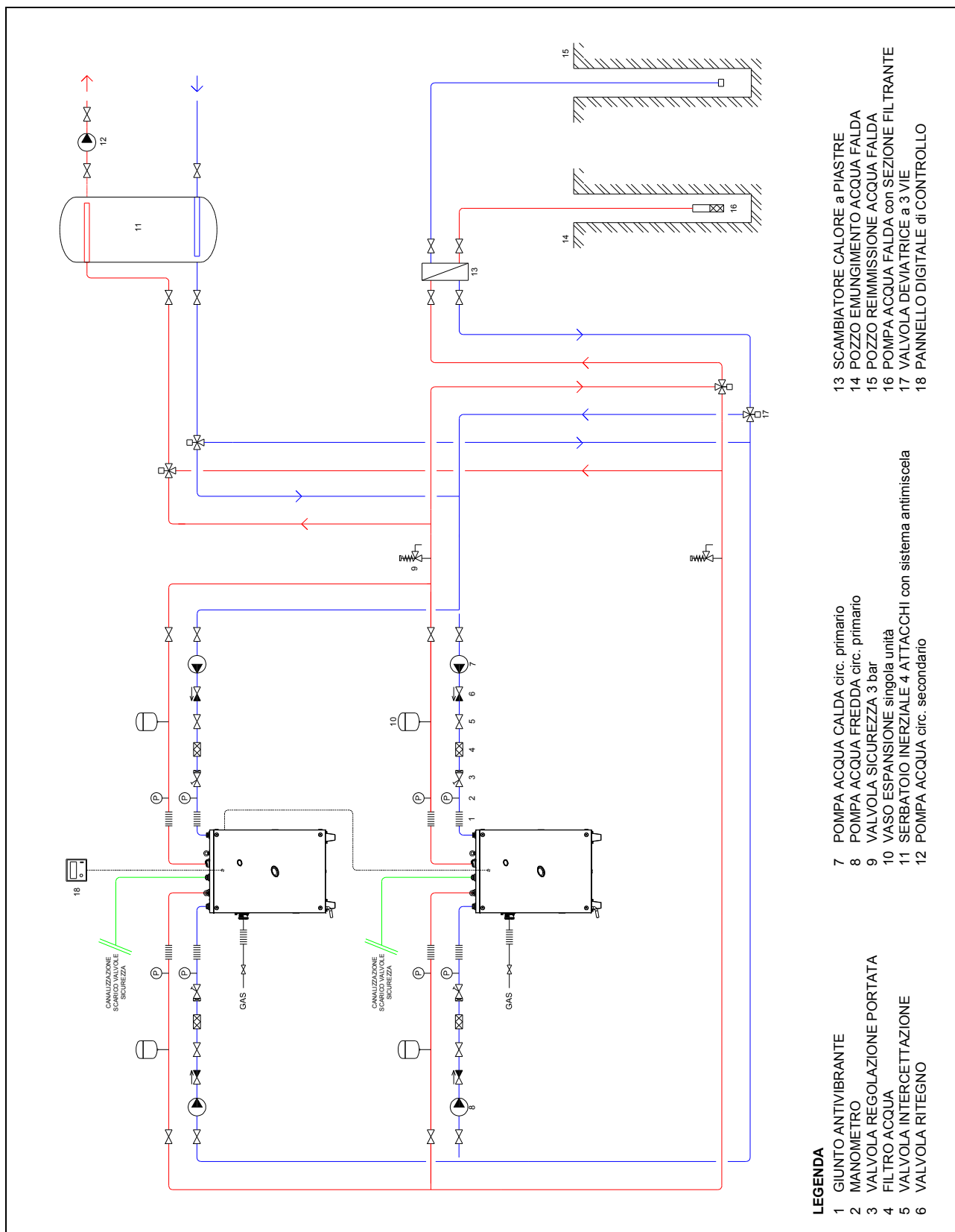


Figura IV-24 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatori indipendenti

Impianto elettrico

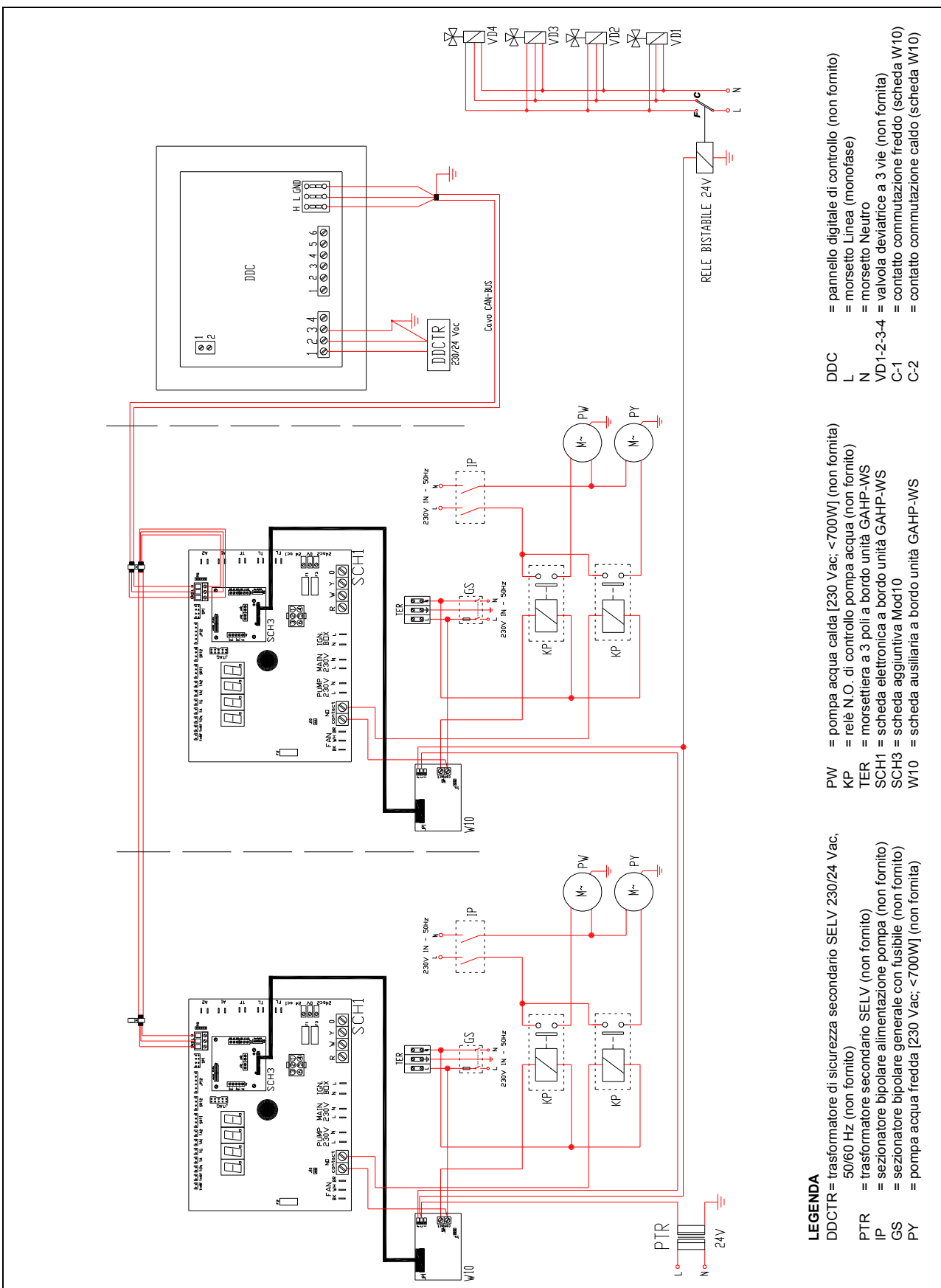


Figura IV-25 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatori indipendenti

- LEGENDA**
- DDCTR = trasformatore di sicurezza secondario SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (non fornito)
 - PTR = trasformatore secondario SELV (non fornito)
 - IP = sezionatore bipolare alimentazione pompa (non fornito)
 - GS = sezionatore bipolare generale con fusibile (non fornito)
 - PY = pompa acqua fredda [230 Vac; <700W] (non fornita)
 - PW = pompa acqua calda [230 Vac; <700W] (non fornita)
 - TER = relè N.O. di controllo pompa acqua (non fornito)
 - KP = morsetteria a 3 poli a bordo unità GAHP-WS
 - SCH1 = scheda elettronica a bordo unità GAHP-WS
 - SCH3 = scheda aggiuntiva Mod10
 - W10 = scheda ausiliaria a bordo unità GAHP-WS
 - DDC = pannello digitale di controllo (non fornito)
 - L = morsetto Linea (monofase)
 - N = morsetto Neutro
 - VD1-2-3-4 = valvola deviatrice a 3 vie (non fornita)
 - C-1 = contatto commutazione freddo (scheda W10)
 - C-2 = contatto commutazione caldo (scheda W10)

7.8 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS circolatore comune

Impianto idraulico

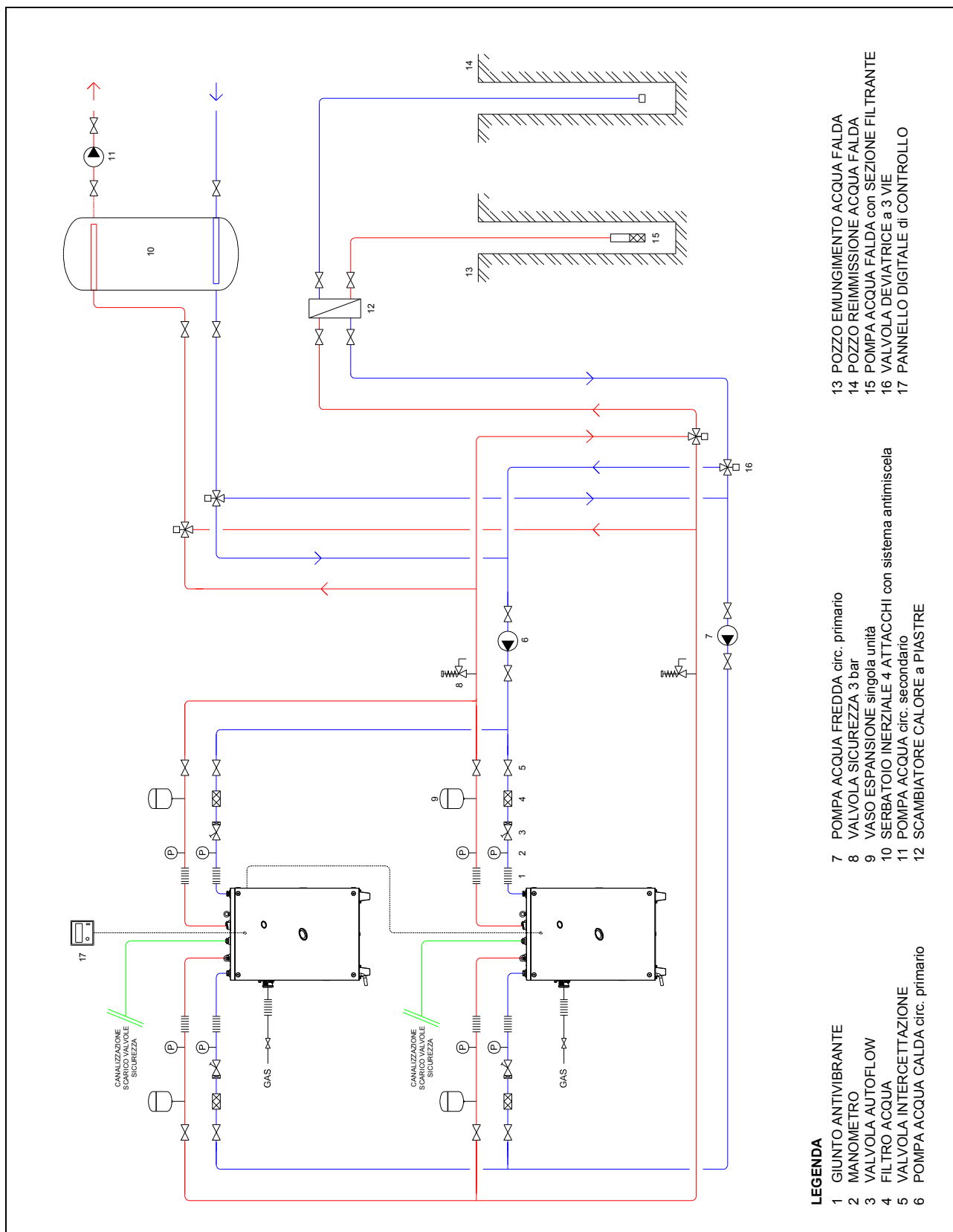


Figura IV-26 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatore comune

Impianto elettrico

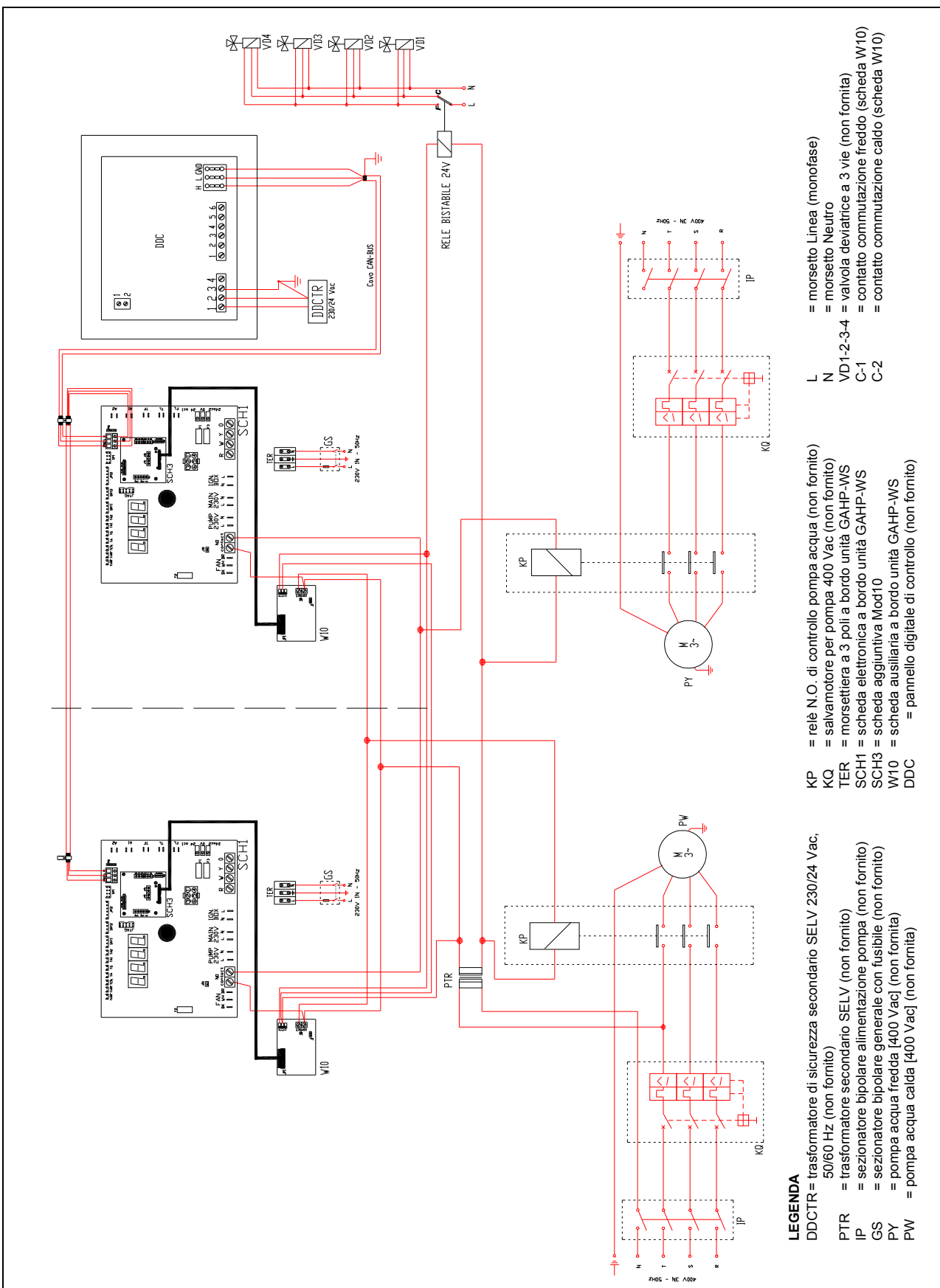


Figura IV-27 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-WS con recupero in falda, con circolatore comune

7.9 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO AUSILIARI CON RECUPERO IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS - circolatori indipendenti

Impianto idraulico

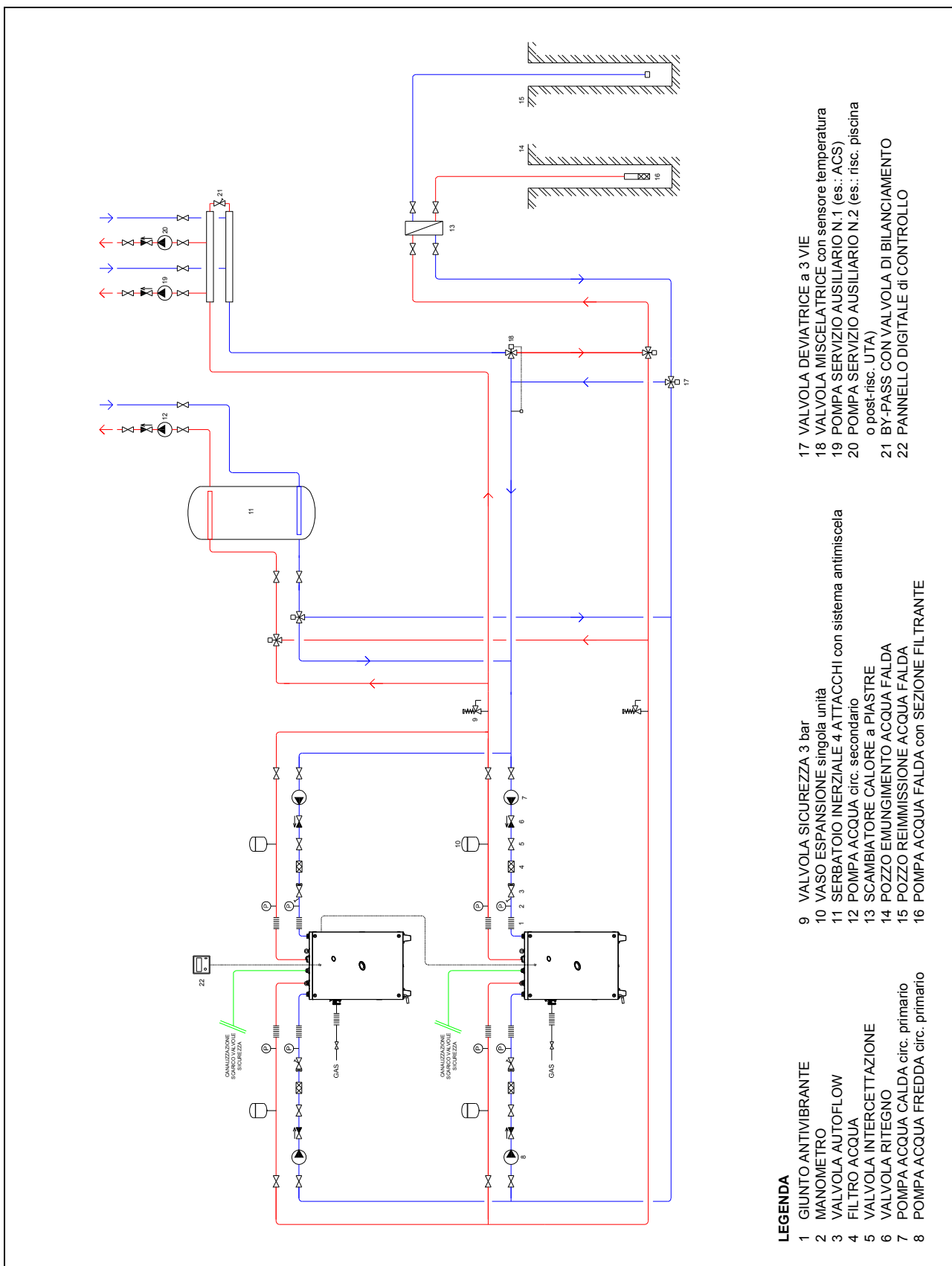


Figura IV-28 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-WS con riscaldamento ausiliari e con recupero in falda, con circolatori indipendenti

Impianto elettrico

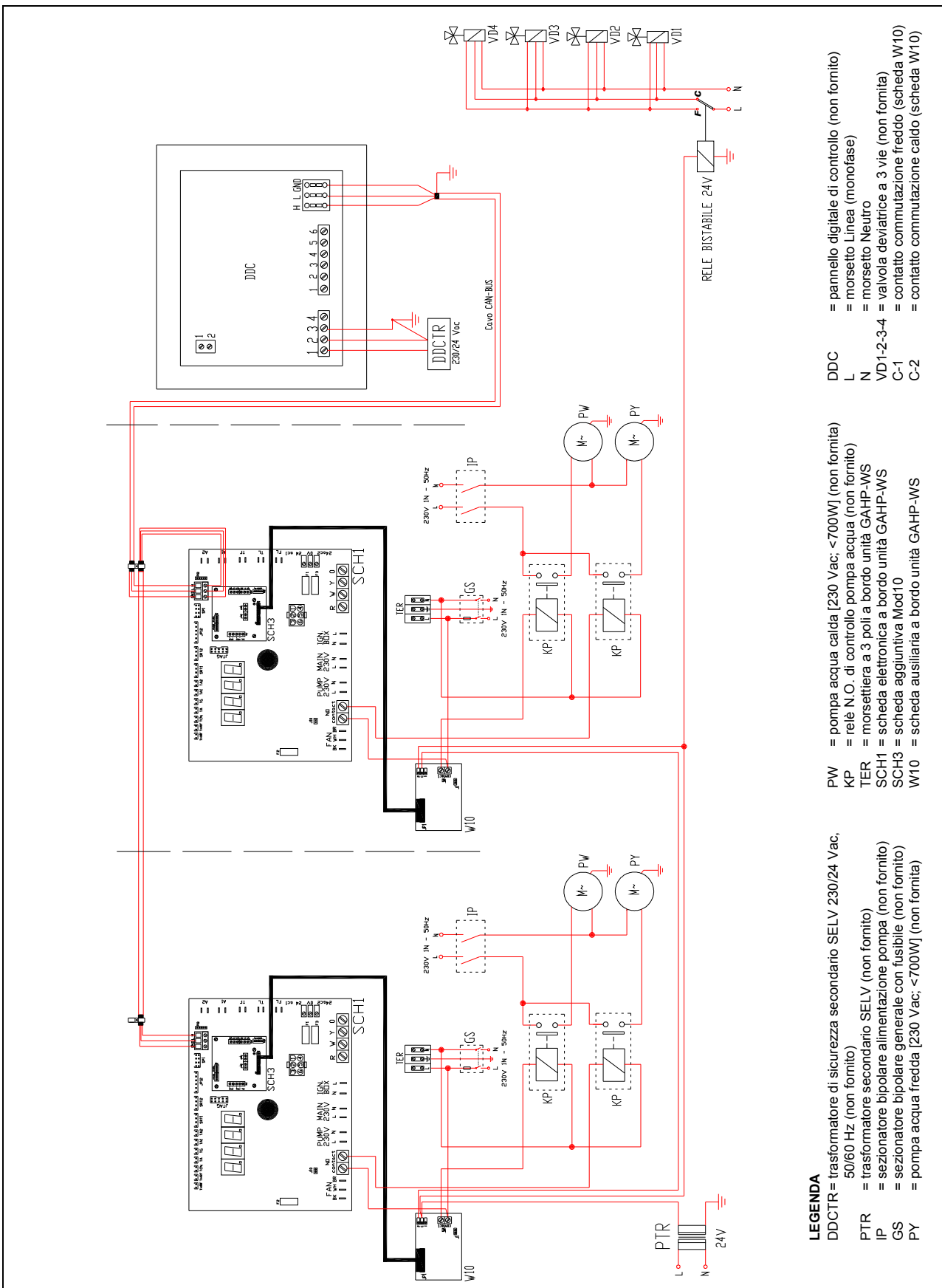


Figura IV-29 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-WS con riscaldamento ausiliari e con recupero in falda, con circolatori indipendenti

7.10 IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE CON ACCUMULO INTERSTAGIONALE IN FALDA CON PIÙ GAHP-WS - circolatori indipendenti

Impianto idraulico

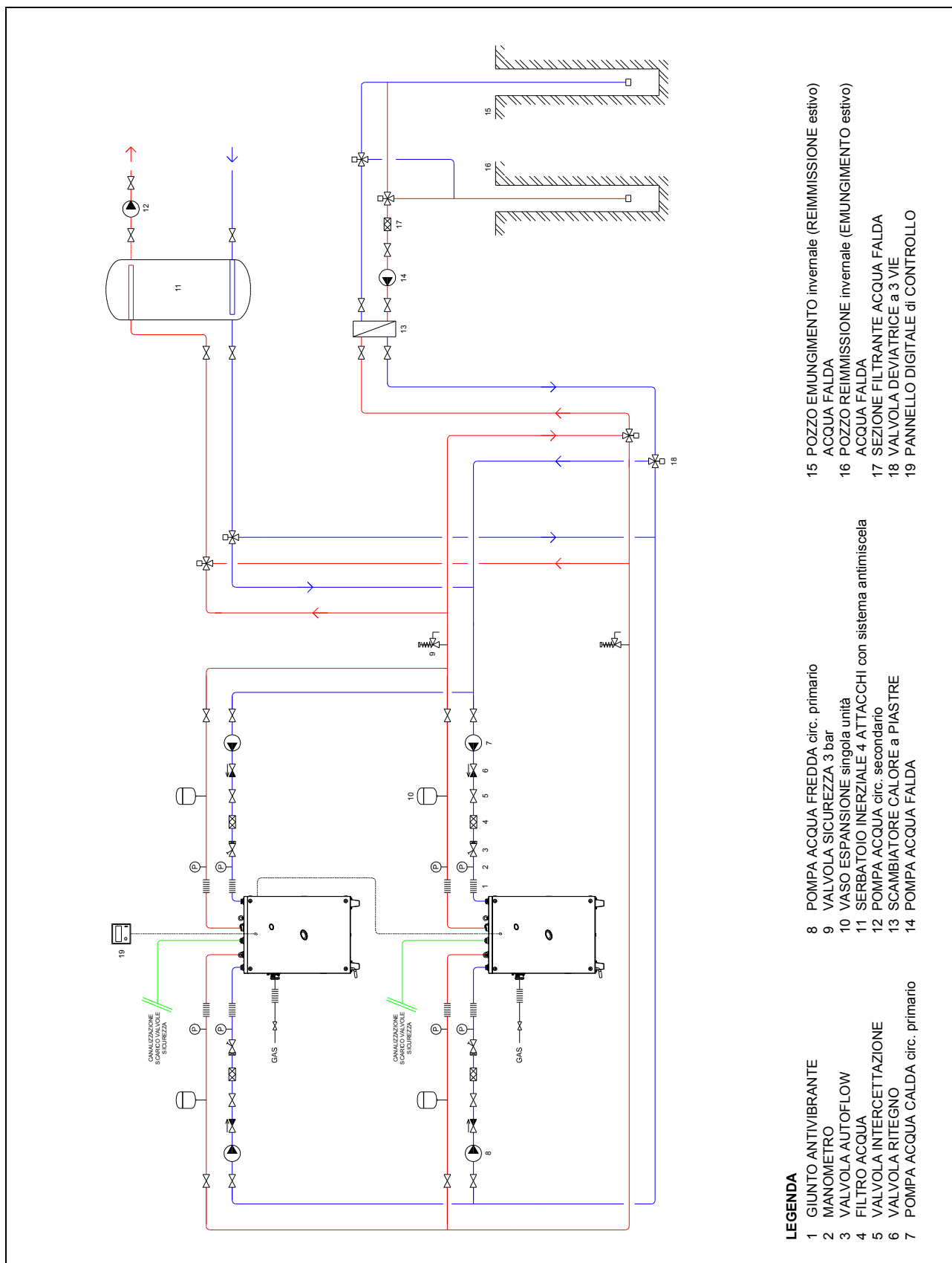


Figura IV-30 - Esempio collegamento idraulico con più GAHP-WS con accumulo interstagionale in falda, con circolatori indipendenti

Impianto elettrico

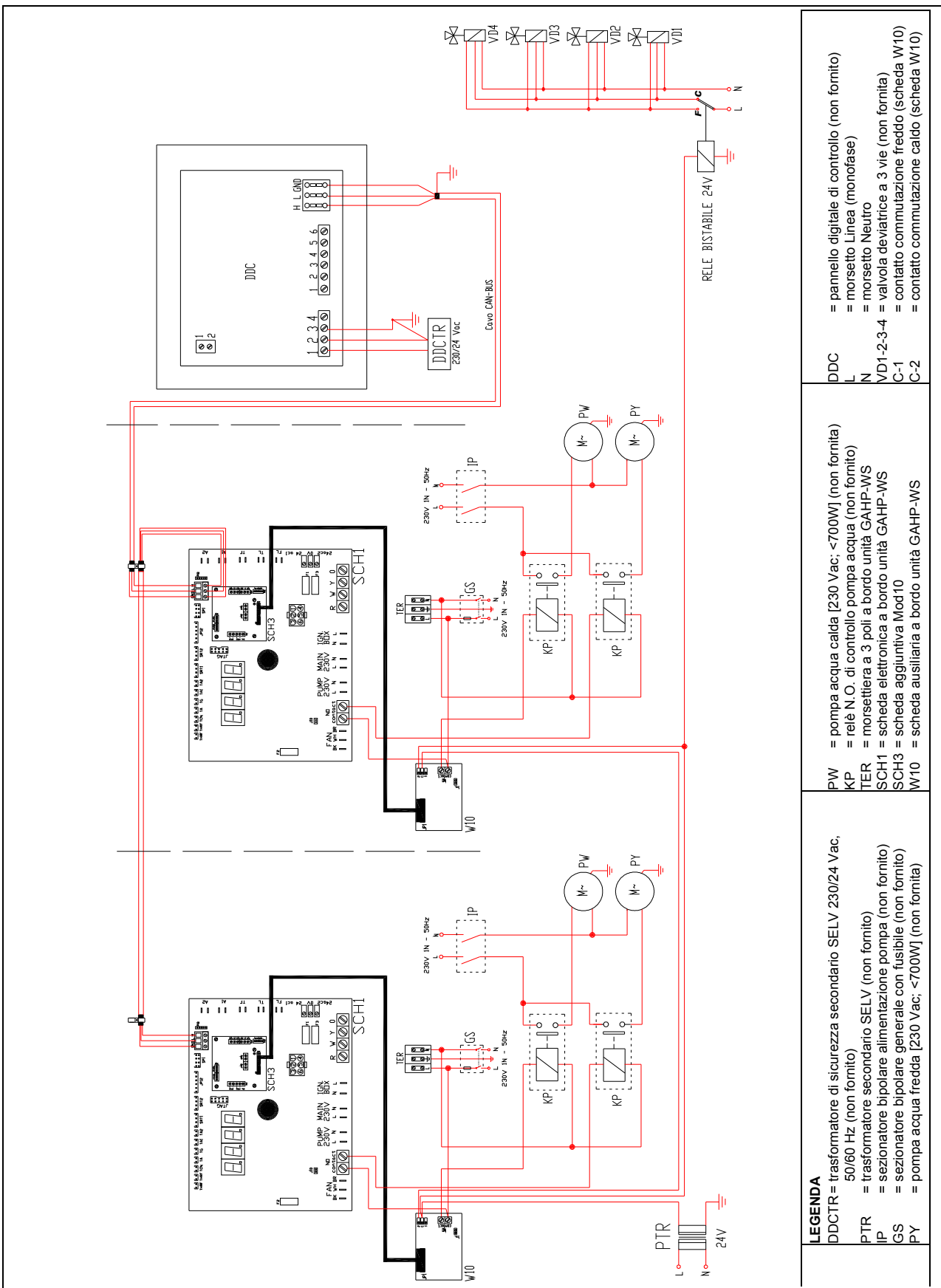


Figura IV-31 - Esempio collegamento elettrico con più GAHP-WS con accumulo interstagionale in falda, con circolatori indipendenti

<p>LEGENDA</p> <p>DDCTR= trasformatore di sicurezza secondario SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (non fornito)</p> <p>PTR = trasformatore secondario SELV (non fornito)</p> <p>IP = sezionatore bipolare alimentazione pompa (non fornito)</p> <p>GS = sezionatore bipolare generale con fusibile (non fornito)</p> <p>PY = pompa acqua fredda [230 Vac; <700W] (non fornita)</p>	<p>PW = pompa acqua calda [230 Vac; <700W] (non fornita)</p> <p>KP = relé N.O. di controllo pompa acqua (non fornito)</p> <p>SCH1 = morsetteria a 3 poli a bordo unità GAHP-WS</p> <p>SCH3 = scheda elettronica a bordo unità GAHP-WS</p> <p>W10 = scheda aggiuntiva Mod10</p> <p>W10 = scheda ausiliaria a bordo unità GAHP-WS</p>	<p>DDC = pannello digitale di controllo (non fornito)</p> <p>L = morsetto Linea (monofase)</p> <p>N = morsetto Neutro</p> <p>VD1-2-3-4 = valvola deviatrice a 3 vie (non fornita)</p> <p>C-1 = contatto commutazione freddo (scheda W10)</p> <p>C-2 = contatto commutazione caldo (scheda W10)</p>
---	--	--

7.11 IMPIANTO RISCALDAMENTO E PRODUZIONE ACS CON RECUPERO IN FALDA SINGOLA GAHP-WS con sistema di regolazione elettronico impianto

Impianto idraulico

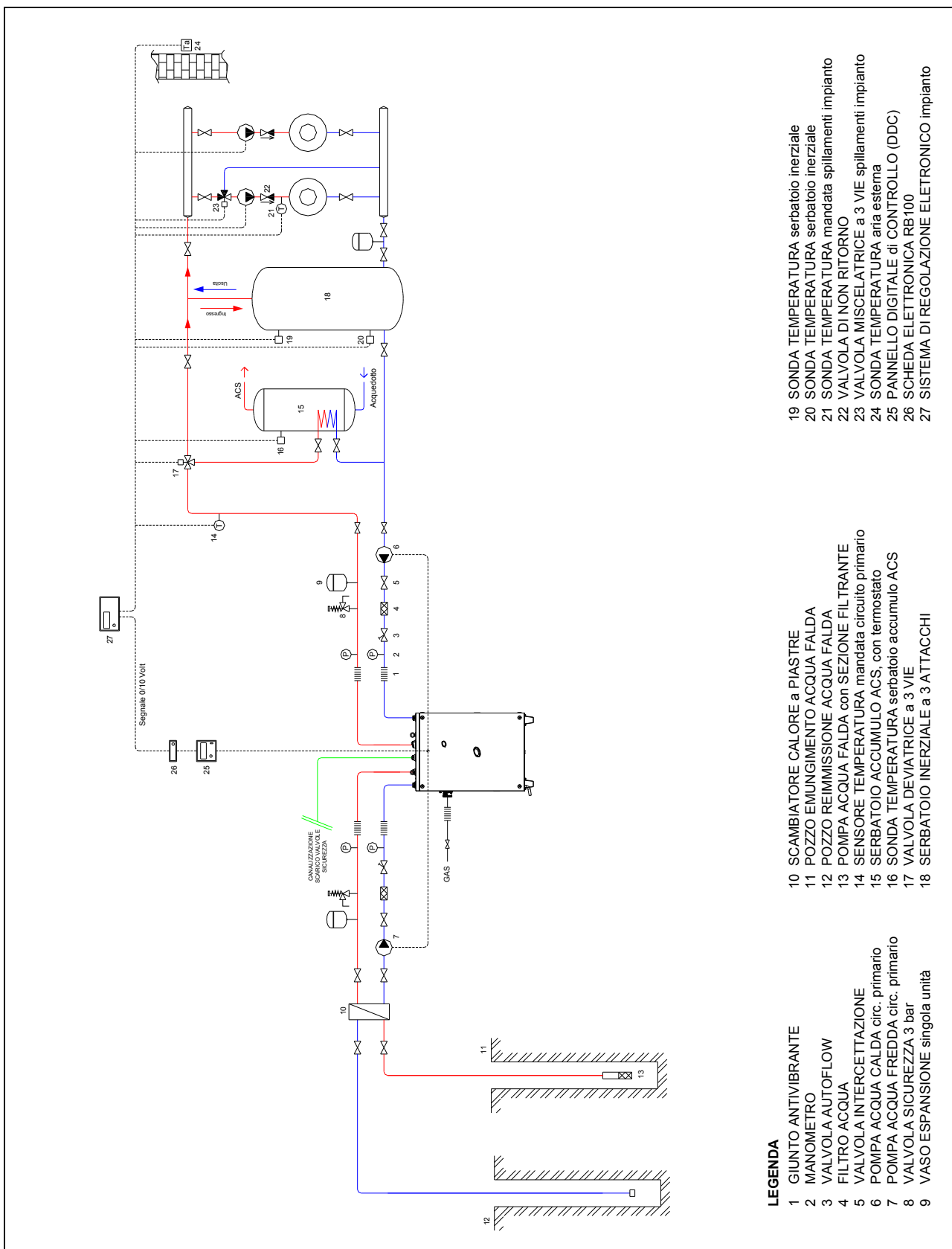


Figura IV-32 - Esempio collegamento idraulico singola GAHP-WS con produzione acqua calda sanitaria con recupero in falda e sistema di regolazione elettronico impianto

Impianto elettrico

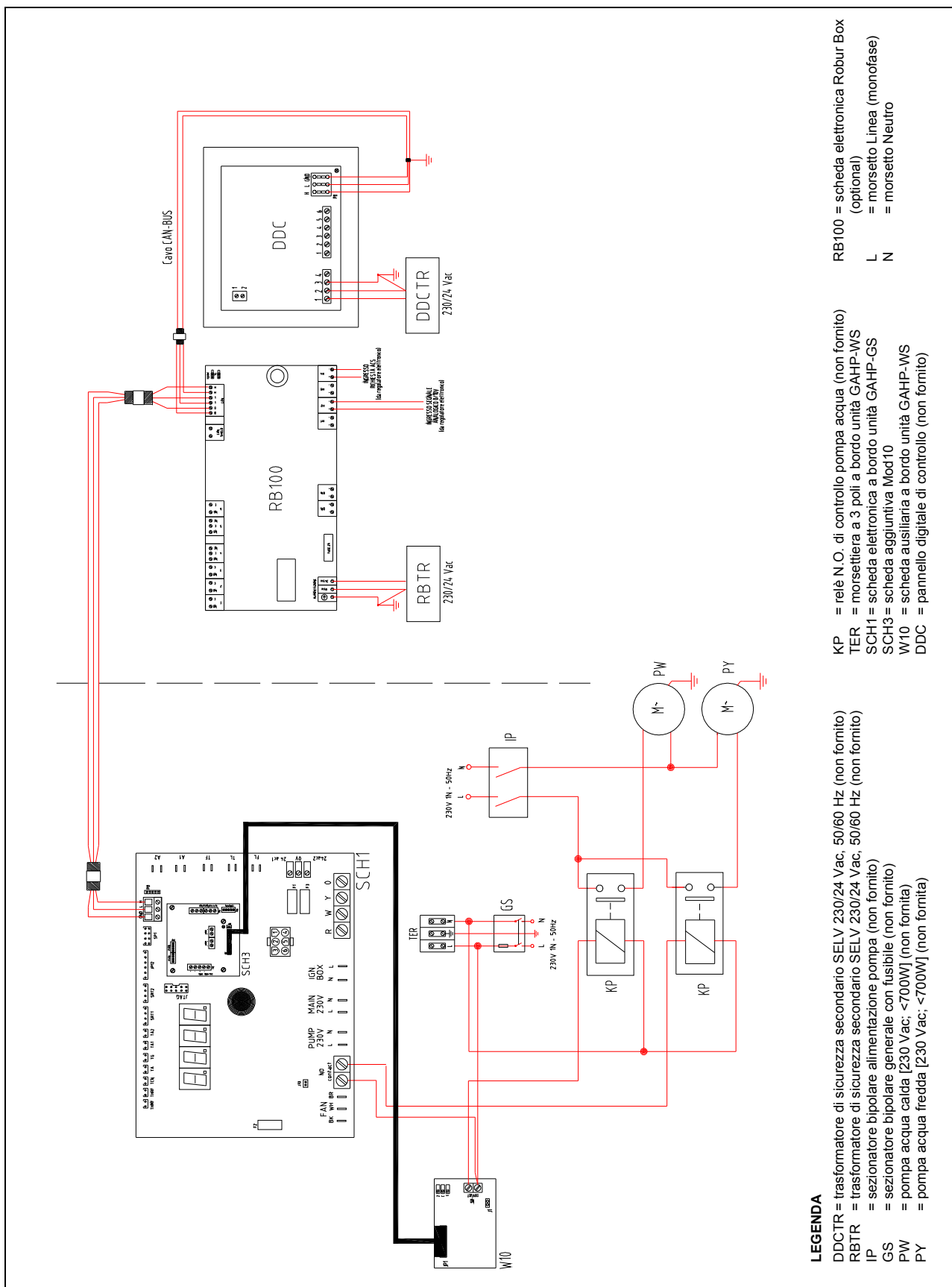


Figura IV-33 - Esempio collegamento elettrico singola GAHP-WS con produzione acqua calda sanitaria con recupero in falda e sistema di regolazione elettronico impianto