

# ECHO

EFFICIENT COMPACT MODULAR  
THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM

## RELAZIONE TECNICA A SUPPORTO DELLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO SPERIMENTALE PRESSO IL TEKNEHUB DELL'UNIVERSITA' DI FERRARA

### Project information

<b>Grant Agreement Number</b>	101096368
<b>Project Full Title</b>	EFFICIENT COMPACT MODULAR THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM
<b>Project Acronym</b>	ECHO
<b>Topic</b>	HORIZON-CL5-2022-D3-01-14
<b>Type of action</b>	HORIZON-IA
<b>Granting authority</b>	European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency
<b>Start date of the project</b>	01 January 2023
<b>Duration</b>	48 months
<b>Project Coordinator</b>	Laura Fedele (CNR)
<b>Project Website</b>	<a href="https://echo-euproject.eu">echo-euproject.eu</a>

<b>Progettista</b>	Ing. Massimo Tonon (per conto di CNR)
<b>WP4 lead beneficiary</b>	Università di Ferrara (UNIFE)
<b>UNIFE affiliated entity</b>	Consorzio Futuro in Ricerca (CFR)
<b>Committente</b>	Consorzio Futuro in Ricerca (CFR)



Funded by the  
European Union

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them."

## Indice

1	Premessa .....	3
2	Descrizione delle finalità e dello stato attuale .....	4
3	Opere elettromeccaniche (OEM) .....	6
4	Impianto elettrico (IE) .....	8
5	Sistema di monitoraggio (M).....	12



## 1 Premessa

Il presente bando è riferito alla realizzazione di un impianto sperimentale HVAC presso il laboratorio TekneHub dell'Università di Ferrara, sito in via Saragat 13 – 44122 Ferrara, come previsto dal progetto di ricerca europea denominato ECHO - *Efficient Compact Modular Thermal Energy Storage System* (GA 101096368 – CUP F79I23000000006), di cui:

- il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) è coordinatore del progetto;
- l'Università degli Studi di Ferrara (UNIFE) è beneficiario del progetto;
- il Consorzio Futuro in Ricerca (CFR) è “*affiliated entity*” di UNIFE.

Il progetto dell'impianto è stato svolto dall'Ing. Massimo Tonon (TV) per conto di CNR, secondo quanto previsto nel WP4 *System design and lab scale prototyping*, di cui UNIFE è *Lead beneficiary*.

CFR, quale *affiliated entity* di UNIFE, è l'ente committente di tutte le opere previste nel presente bando.

I documenti tecnici da considerare per la formazione dell'offerta sono i seguenti:

1. la presente **Relazione Tecnica**, che inquadra la finalità e le opere generali (**ECHO\_RelazioneTecnica**);
2. La tavola IT 1.0 che costituisce il riferimento principale per la comprensione dell'impianto (P&I), l'elencazione delle forniture (**ECHO\_IT 1.0**);
3. La tavola IT 2.0 che costituisce il riferimento principale per la disposizione a terra delle opere (**ECHO\_IT 2.0**);
4. La tavola IT 3.0 che costituisce il riferimento principale per il sistema di monitoraggio (**ECHO\_IT 3.0**);
5. La lista delle lavorazioni e forniture previste per l'esecuzione dell'opera o dei lavori (**ECHO\_RdO**).

Trattandosi di un impianto sperimentale, per la formulazione dell'offerta è richiesto un sopralluogo all'area di installazione (Via Saragat, 13 – 44122 Ferrara) e l'incontro con il gruppo di progettazione.

Eventuali varianti al progetto qui esposto possono essere presentate dall'offerente, purché le funzionalità siano almeno quelle del progetto originario.

### 1.1 Partners del progetto ECHO

1. National Research Council (CNR-ITC)
2. BeWarrant (BEWH)
  - 2.1. Warrant Hub (WH) | Affiliated entity
3. University of Ferrara (UFE)
  - 3.1. Consorzio Futuro in Ricerca (CFR) | Affiliated entity
4. Universitat Politècnica de València (UPV)
5. Institute Mihajlo Pupin (IMP)
6. Tecnia (TEC)
7. Sanhua (SAN)
8. Istanbul Technical University (ITU)
9. University of Padova (UPD)
10. Green Energy Solutions Consultant (GREENCO)
11. HIREF (HRF)
12. European Heat Pump Association (EHPA)
13. Ideakim Global (IDG)



- 14. Geminis Tools (GT)
- 15. Enercoop (ENER)
- 16. University of Nottingham (UON)
- 17. PCM Products (PCM)

## 2 Descrizione delle finalità e dello stato attuale

L’impianto HVAC prototipale è composto da una Unità di Trattamento d’Aria (UTA) adeguata alle necessità di un reattore a materiale termochimico (TCMR), ad una speciale pompa di calore (HP) e ad un piping variamente composto da scambiatori e accumuli termici anche a materiale a cambio di fase (PCM).

Il reattore TCMR non è parte di questo bando, mentre la HP è fornita da un altro beneficiario del progetto (HIREF).

A seconda dello stato in cui verrà di volta in volta configurato da un sistema di controllo, escluso dalla presente offerta, il prototipo svolgerà:

- la climatizzazione dell’ambiente a cui sarà dedicato attraverso l’azione del reattore TCMR e i serbatoi a PCM;
- la rigenerazione (disidratazione) del TCMR attraverso l’uso della HP;
- lo stoccaggio energetico entro i serbatoi a PCM attraverso l’uso della HP;
- altre funzioni secondarie.

La figura seguente riporta il layout logico dell’impianto, come proposto in sede di sottomissione della domanda di finanziamento alla Commissione Europea.

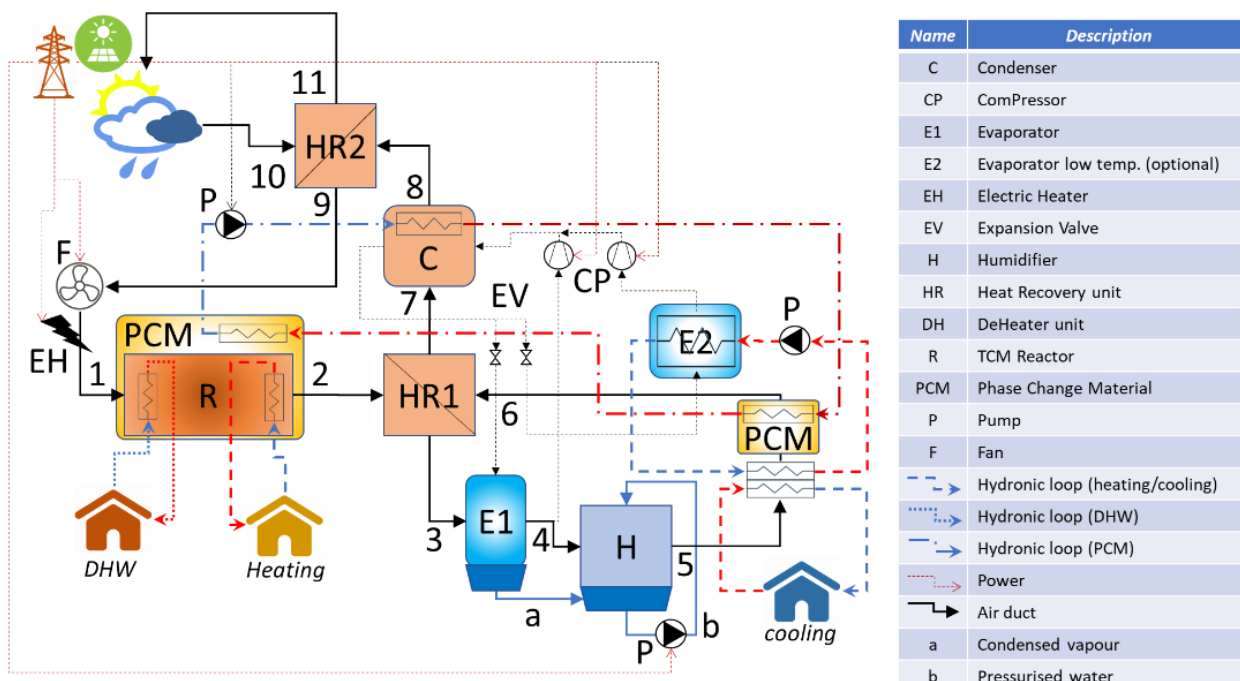


Figura 1 - Layout semplificato del sistema ECHO

L’installazione è prevista all’interno di un edificio prefabbricato (mock up sperimentale) raggiungibile mediante accesso carrabile.



“Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.”

La struttura è già asservita da reti e servizi e dispone di un accesso dedicato alla movimentazione di OEM pertinenti l'opera.



Figura 2 - Mock up sperimentale presso il Tecnopolo dell'Università di Ferrara

### Opere di realizzazione

L'installazione prevede tre principali attività e opere:

1. Opere elettromeccaniche (OEM); la fornitura e installazione delle OEM dettagliate nel P&I e riportate nella Lista delle Lavorazioni, comprensive anche della messa in opera di sistemi e dispositivi forniti dal committente (HP, UH, ...);
2. MPIANTO ELETTRICO (IE); la fornitura e installazione dei sistemi elettrici e dati necessari al funzionamento delle OEM e del sistema di monitoraggio, comprese canalette a parete per il distinto passaggio di cavi di potenza da quelli dati, quadri, frusti, ...
3. MONITORAGGIO (M), la fornitura e installazione del sistema di monitoraggio, gran parte del quale consisterà nella predisposizione di cablaggi della UTA per la successiva installazione di sonde e sensori a carico del committente.

Le successive immagini riportano alcuni dettagli della disposizione a terra e del P&I riportati nelle tavole di progetto.



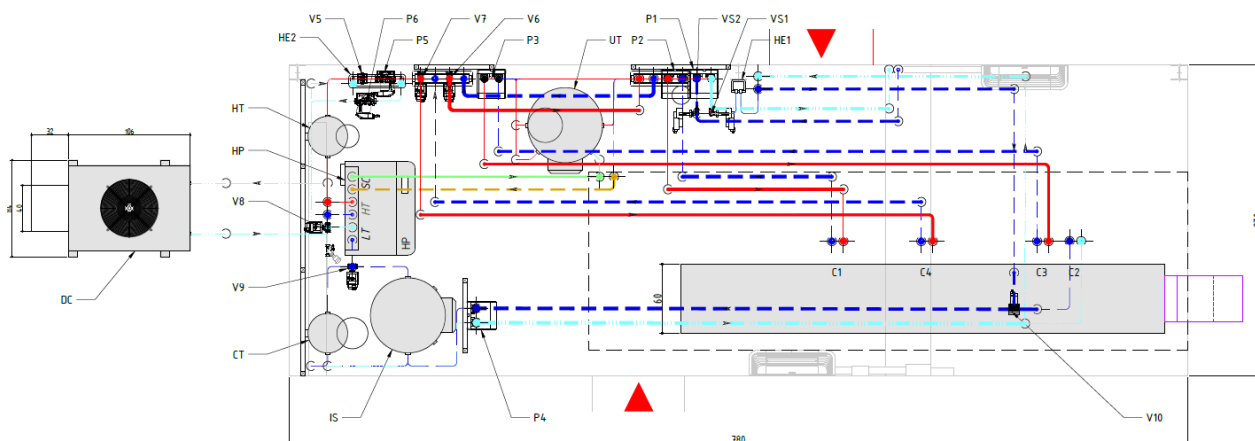


Figura 3 - Disposizione in pianta del sistema

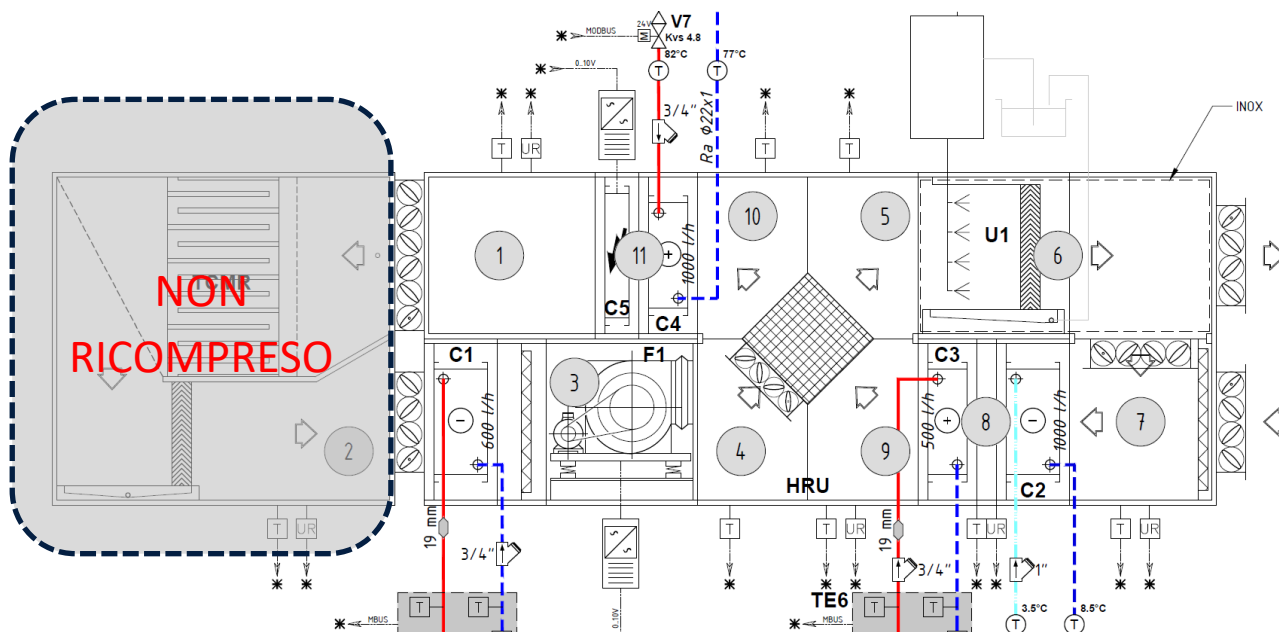


Figura 4 - Unità di trattamento aria

### 3 Opere elettromeccaniche (OEM)

Le opere elettromeccaniche sono dettagliate nella **Tav. IT 1.0**, a cui ci si dovrà riferire per il dimensionamento e la funzionalità (vedi dettagli riportati nella tabella sottostante, “Main components”).

In generale, le principali OEM sono le seguenti:

- UTA composta da una sezione di umidificazione (UH), un recuperatore (HRU), ventilatore modulabile (F1), serrande interne ed esterne elettrificate (S1, S2, S3, S4, S5, S6), una serie di scambiatori a tubi alettati (C1, C2, C3, C4) e un riscaldatore elettrico (C5). La sezione libera del condotto d’aria andrà dimensionata in accordo a quanto riportato nella **Tav. IT 1.0**. Dovendo rilevare temperature, umidità e velocità dell’aria, per molte sezioni risulta necessaria cablaggio e installazione di sensoristica. Inoltre, deve essere previsto che il l’acqua di condensazione possa



- essere raccolta e rilanciata al serbatoio utilizzato dell'umidificatore ad ultrasuoni (fornito dal committente);
- Gruppi di mandata alle diverse sezioni termiche, automatizzati da controller (GR1, GR2, GR3, GR4) e pilotabili via ModBus dal sistema di controllo;
  - Serbatoi di accumulo caldo e freddo, di cui n.2 puffer da 50l (HT, CT) e n.2 da 300l (UT, IT) con alloggiamento interno di containers di PCM. Allo scopo, questi ultimi dovranno disporre di una apertura in sommità di 150-200mm;
  - Dry cooler (DC, 10kW);
  - N.2 scambiatori a piastra saldobrasati (HE1, HE2);
  - Valvole a 3 e 2 vie modulabili (V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V10) e non (V8, V9, VS1, VS2), via ModBus;
  - Pompe modulanti (P5, P6) e circolatori (P1, P2, P3, P4);
  - Vari altri dispositivi e sistemi di regolazione e controllo.

Tabella 1 - Main components

Code	Description	TENDER	MODBUS	Electrical power, kW	Thermal power, kW	Voltage, V	Details
C1	heat exchanger after TCMR and entering F (user)	X			3,00		
C2	heat exchanger after UH and before C3	X			2,50		
C3	heat exchanger after C2 and entering HRU	X			2,50		
C4	heat exchanger after HRU and entering RTCM (dehydration)	X			2,50		
C5	heat exchanger after C4 and entering TCMR (Booster)	X	X	3,00	3,00	230	
CT	cold tank	X					50l
DC	dry cooler	X	X	1,00	10,00	230	frequency
DT	DATATAKER		XX	0,05		230	
F1	TCMR fan	X	X	1,00		230	frequency
FC1	fan coil n.1			0,10	1,50	230	
FC2	fan coil n.2			0,10	1,50	230	
GR1	fan coil group (FC1/FC2)	X	X				operating on P1/V1
GR2	user group (C1)	X	X				operating on P2/V2
GR3	PCM group (C3)	X	X				operating on P3/V3
GR4	cold group (CT/IT)	X	X				operating on P4/V4
HE1	plate heat exchanger (CT/IT-UT)	X			4,00		
HE2	plate heat exchanger (HP/DC)	X			11,00		
HP	heat pump		X	5,00	10,00	400	frequency
HRU	heat recovery unit	X			5,00		
HT	hot tank	X					50l
IT	ice tank	X					300l
P1	GR1 inner circulator	X		0,10		230	
P2	GR2 inner circulator	X		0,10		230	
P3	GR3 inner circulator	X		0,10		230	
P4	GR4 inner circulator	X		0,20		230	
P5	main pump at user side	X	X	0,20		230	
P6	pump supplying DC	X	X	0,20		230	
P7	UH pump	X	X	0,05		230	
S1	shutter entering TCMR	X	X	0,05		230	
S2	shutter leaving TCMR	X	X	0,05		230	
S3	shutter leaving UH	X	X	0,05		230	
S4	shutter entering outdoor air	X	X	0,05		230	



"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them."

S5	shutter leaving outdoor air	X	X	0,05		230	
S6	bypass shutter	X	X	0,05		230	
TCMR	TCM reactor				3,00		
UH	ultrasonic humidifier		X	0,50		230	frequency
UT	user tank	X					400l
V1	valve inside GR1	X				12	3 ways proportional
V2	valve inside GR2	X				12	3 ways proportional
V3	valve inside GR3	X				12	3 ways proportional
V4	valve inside GR4	X				12	3 ways proportional
V5	valve supplying HE2	X	X			24	3 ways proportional
V6	valve from HT to UT	X	X			24	2 ways proportional
V7	valve from HT to C4	X	X			24	2 ways proportional
V8	valve from HP to DC	X	X			24	3 ways
V9	valve from CT/IT to HP	X	X			24	3 ways
V10	valve from GR4 to C2/HE1	X	X			24	3 ways proportional
VS1	seasonal valve from GR1 to UT/HE1	X	X			24	3 ways
VS2	seasonal valve from GR1 to UT/HE1	X	X			24	3 ways
R1	electrical heater inside UT	X		3,00	3,00	230	
R2	electrical heater inside CT	X		1,00	1,00	230	

## 4 Impianto elettrico (IE)





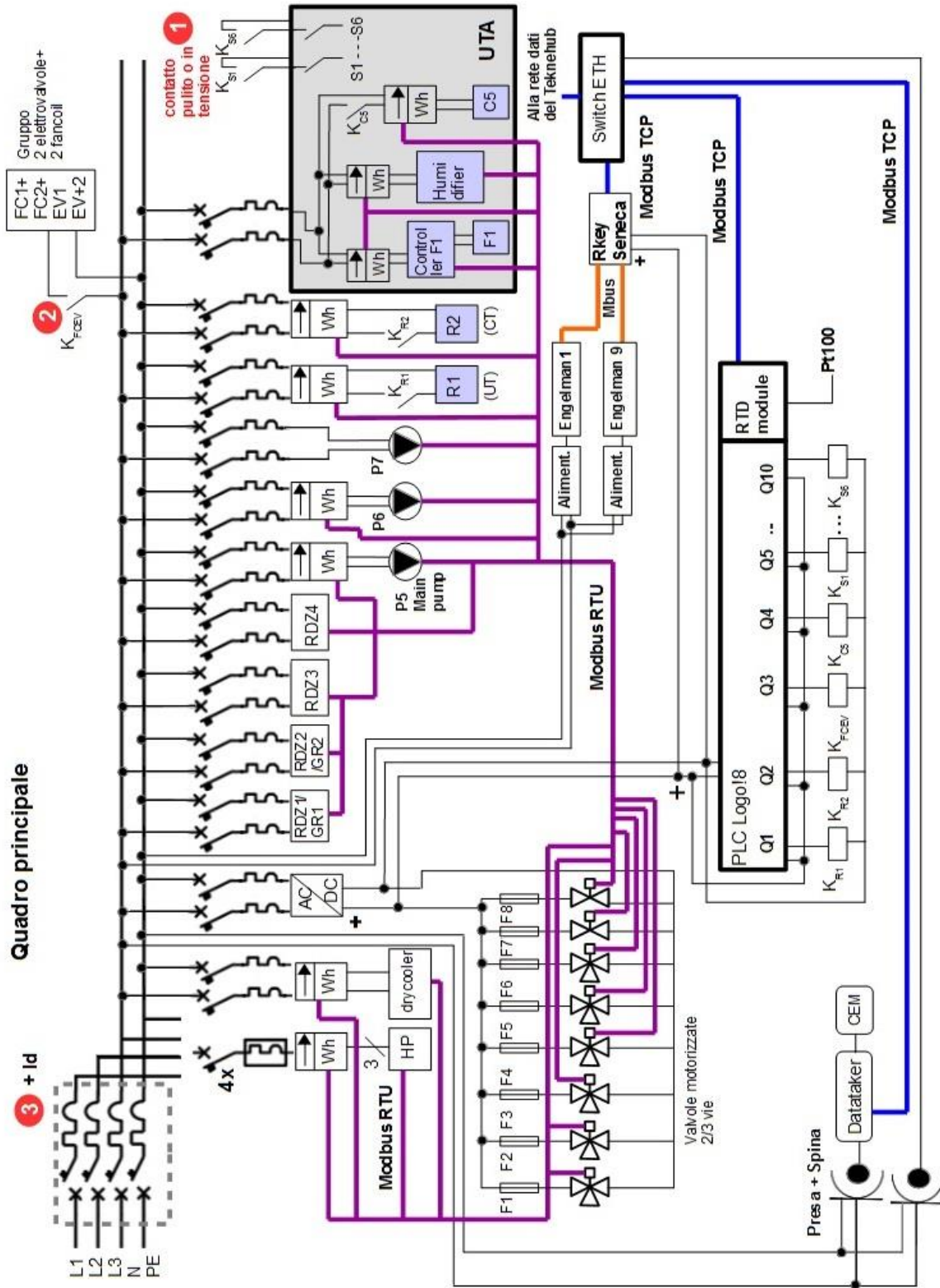


Figura 5 - Schema preliminare dell'impianto elettrico

Una descrizione generale dell'impianto si può vedere nella figura sottostante.

//Note allo schema generale (●):



"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them."

1. Controllo previsto tramite contatto pulito, oppure contatto in tensione (da definire).
2. Un unico contatto deve attivare Fancoil1, Fancoil2, Elettrovalvola1, Elettrovalvola2 contemporaneamente
3. Tutto ciò che serve, come protezioni, dentro al quadro: sezionatore generale, differenziale, SPD...

L'impianto elettrico parte da una fornitura trifase (sistema TN-S, 3P+N), già presente presso l'edificio del Teknehub.

Da qui, dopo le opportune protezioni (differenziale, magnetotermico anche usato come sezionatore generale dell'impianto, SPD se necessario) devono partire:

- la linea trifase che alimenta la pompa di calore, che è l'unico carico trifase
- le linee monofase che alimentano tutti i carichi, i dispositivi di controllo e i dispositivi di monitoraggio

L'unico carico trifase è la pompa di calore (HP).

I carichi in monofase sono:

- l'aerotermo (DC, drycooler) con comando in Modbus RTU
- l'UTA (Unità Trattamento Aria), che al suo interno prevede l'esistenza di:
  - una batteria elettricamente alimentata C5, con comando ON/OFF tramite relè
  - un insieme di serrande elettrificate S1 – S6, con comando ON/OFF tramite relè
  - dentro all'UTA vi sarà anche un ventilatore F1, il cui comando però è previsto in Modbus
- 4 gruppi di mandata con circolatore ed elettrovalvola integrati, identificati dalla sigla GRx/RDZ, con comando in Modbus RTU
- un umidificatore (HU, humidifier) con comando in Modbus RTU
- due resistenze elettriche (R1 usata per scaldare lo User Tank ed R2 usata per scaldare il Cold Tank) con comando ON/OFF tramite relè
- la pompa P5 con comando in Modbus RTU
- la pompa P6 con comando in Modbus RTU
- la pompa P7 con comando in Modbus RTU
- il gruppo dei due fancoil FC1+FC2 che si devono attivare con comando ON/OFF contemporaneamente alle relative elettrovalvole EV1 ed EV2, tramite relè

Pur non essendo carichi (ma dispositivi elettronici di acquisizione e scambio dati) sono da alimentare in monofase, prevedendo per ognuno una semplice presa di alimentazione non controllata, anche:

- il Datalogger (DT, fornito dal committente), che è un datalogger a cui saranno collegati diversi sensori di temperatura, pressione ecc
- uno switch ethernet, che deve essere collegato alla rete dati del Teknehub e deve poter collegare tutti i dispositivi che comunicano in Modbus TCP. L'assegnazione degli indirizzi IP dinamici, all'interno della intranet del Teknehub, sarà a cura dei tecnici Unife.

E' da alimentare in monofase anche un alimentatore 230Vac – 24Vdc, da barra DIN, con opportuna corrente di uscita atta ad alimentare le 8 elettrovalvole presenti, ognuna delle quali deve essere protetta da fusibile/sezionatore.

Il comando di tali valvole è in Modbus RTU.



Sono da alimentare in 24Vdc (pur non essendo carichi ma dispositivi elettronici di scambio dati) anche:

- Seneca Rkey, convertitore da protocollo Mbus a protocollo Modbus TCP (fornito dal committente)
- PLC Logo!8 (fornito dal committente)

Tale PLC Logo!8 sarà da collegare all'impianto, e avrà:

- almeno 10 uscite digitali per comandare in modo on/off i carichi:
  - resistenza R1
  - resistenza R2
  - batteria elettrificata C5
  - il blocco dei due fancoil e delle due relative elettrovalvole, che si devono sempre accendere e spegnere insieme
  - le sei serrande S1-S6
- un modulo RTD per leggere una sonda di temperatura tipo PT100, che misura la temperatura di stanza.

E' inoltre richiesto il monitoraggio dei consumi elettrici di:

- pompa di calore, mediante misuratore trifasico collegato in Modbus RTU (fornito dal committente)
- drycooler, pompa P5, pompa P6, umidificatore, resistenza R1, resistenza R2, ventilatore F1, batteria C5, mediante misuratori monofasici (forniti dal committente) collegati in Modbus RTU

Potrebbe essere necessario suddividere la linea Modbus RTU in due o tre linee (non di più) a causa del fatto che i parametri di comunicazione devono essere condivisi tra tutti i dispositivi da collegare.

Se non sarà possibile identificare un insieme di dispositivi che consentono uguali baudrate (9600, 19200, 38400, 57600 ecc), parità (nessuna, pari, dispari) e numero di stop bit (1 o 2), sarà necessario raggruppare i dispositivi compatibili in due o tre sottogruppi al massimo. All'interno di ogni sottogruppo i summenzionati parametri devono essere uguali.

E' necessario monitorare anche i consumi, in termini di energia termica, mediante 9 dispositivi ENGELMANN (forniti dal committente. E' fornito dal committente anche il relativo alimentatore, per ogni misuratore, da collegare alla tensione di rete 230Vac).

L'UTA (Unità Trattamento Aria) è supposta avere un proprio controller e una serie di contatti puliti usati come ingressi per abilitare o disabilitare i carichi interni all'UTA stessa (C5 e le sei serrande). Inoltre deve prevedere una connessione Modbus RTU per poter comandare il ventilatore F1. Si precisa che il controller UTA è in via di definizione, quindi alcuni dettagli tecnici potrebbero essere modificati.

Sono da prevedere, all'interno del quadro elettrico, anche due prese di corrente extra per eventuale collegamento di strumenti o pc di supervisione, oltre a 3 prese bipasso da posizionare, mediante opportune canalizzazioni, all'interno del locale dove sarà posto il quadro elettrico.

E' richiesto di consegnare al Committente una copia dello schema elettrico definitivo.

Si richiede inoltre, per quel che riguarda la tensione di rete, la tensione 24Vdc prodotta dall'alimentatore e le connessioni della linea Modbus RTU di prevedere, all'interno del quadro, dei morsetti aggiuntivi, lasciati liberi per eventuali connessioni di nuovi dispositivi che si rendessero necessari dopo l'avvio dei lavori, e attualmente quindi non preventivati (almeno 5 morsetti per ogni linea A Modbus, 5 morsetti per ogni linea B Modbus, 5 morsetti per fase, 5 morsetti per neutro, 5 morsetti per polo positivo alimentatore, 5 morsetti per polo negativo alimentatore).



Per la linea (o le linee) Modbus RTU si richiede si esplicitare al committente, ad avvenuto cablaggio, l'ordine preciso di connessione (qual è il primo dispositivo, quale il secondo ecc) per facilitare le operazioni di debug e di eventuale aggiunta, a posteriori, di ulteriori dispositivi.

E' richiesta anche l'installazione di 2 canaline aeree portacavi lungo tutto il perimetro del locale in cui verrà installato il quadro elettrico, opportunamente distanziate, in grado di alloggiare cavi di potenza e cavi di segnale.

Tutti i dispositivi di protezione, i relè, l'alimentatore 24Vdc, il PLC Logo!8 e gli energy meter elettrici dovranno essere alloggiati in un quadro elettrico opportunamente dimensionato, con spazio aggiuntivo di almeno il 20% per eventuali modifiche o aggiunte.

## 5 Sistema di monitoraggio (M)

Il sistema di monitoraggio del prototipo sperimentale prevede l'installazione permanente di numerosi sensori per la misura della temperatura, dell'umidità, della velocità dell'aria, della pressione, ecc.

Per quanto riguarda il datalogger, è prevista l'installazione di un datalogger tipo DataTaker e di una sua espansione canali entrambi da posizionare sulla parete divisoria interna, come mostrato nella figura sottostante. La fornitura e l'installazione di entrambi è a carico del committente, si richiede tuttavia la predisposizione di due cavi di rete cat. 6 per poter consentire il collegamento tra i due dispositivi.

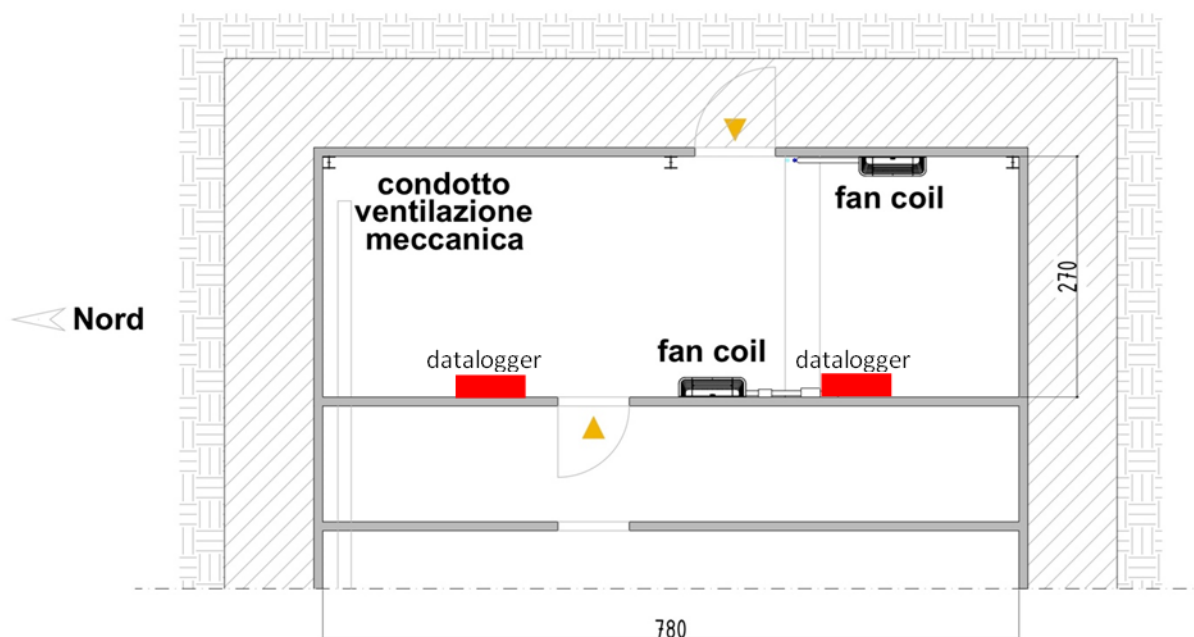


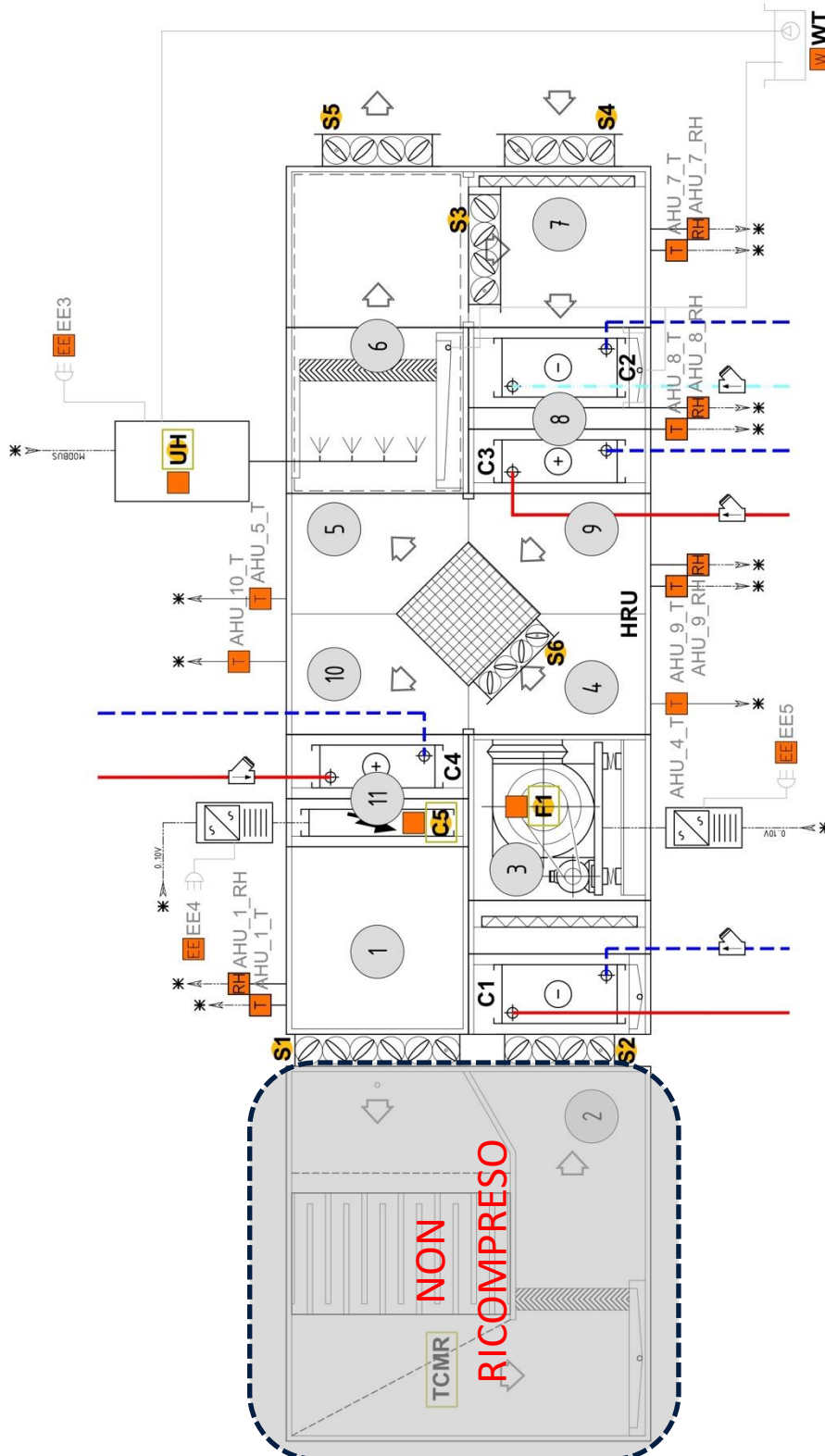
Figura 6 - posizione del datalogger (DataTaker) e della sua espansione canali

Si richiede inoltre l'alloggiamento all'interno del condotto d'aria dell'UTA di 7 sensori per la temperatura (termocoppie) e 4 sensori per l'umidità, la cui fornitura è a carico del committente, secondo la posizione indicata nella figura sottostante. Per quanto riguarda le termocoppie, le estremità dei cavi dovranno



rimanere libere per il successivo collegamento al datalogger da parte del committente, mentre i sensori di umidità dovranno essere integrati nella/e linea/e Modbus precedentemente menzionate.

Una volta effettuato l'alloggiamento dei sensori, si chiede venga fornito al committente uno schema che riporti la posizione dei sensori alloggiati nonché la nomenclatura adottata, se differente da quanto riportato nello schema seguente.



“Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Climate Infrastructure and Environment Executive Agency (CINEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.”

Figura 7 - Posizione dei sensori all'interno dell'UTA

Altri sensori di temperatura sono previsti nei vari serbatoi, pertanto si richiede la predisposizione di pozzetti per poter successivamente alloggiare termocoppie e/o termoresistenze. Nello specifico, i serbatoi più grandi (indicati nel disegno con "IT" e "UT"), rispettivamente da 300 l e 400 l, dovranno avere due pozzetti ciascuno, uno in corrispondenza della parte più alta del serbatoio e uno invece nella parte inferiore. I serbatoi più piccoli, invece, da 50 l, dovranno avere un pozzetto soltanto: in quello denominato "HT" il pozzetto dovrà essere nella metà inferiore del serbatoio, mentre in quello denominato "CT" il pozzetto dovrà essere nella metà superiore. Nell'immagine sottostante si indica approssimativamente la posizione dei pozzetti richiesta per ciascun serbatoio.

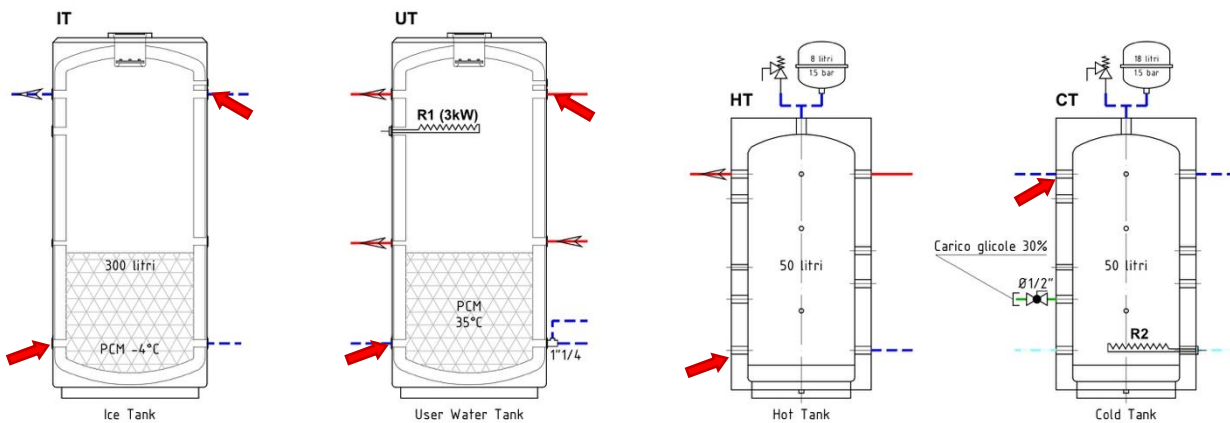


Figura 8 - Posizione dei pozzetti per ciascun serbatoio

Si chiede inoltre l'installazione di 9 misuratori di portata/contacalorie, che saranno forniti dal committente, secondo quanto riportato nella **Tav. IT 1.0**.

Nella successiva tabella vengono riassunti i sensori con la relativa nomenclatura per i quali si richiede l'installazione o la predisposizione per l'installazione.



Tabella 2 - Recap sensori di cui si richiede l'installazione o la predisposizione per l'installazione

<b>Code</b>	<b>Description</b>	<b>installazione</b>	<b>predisposizione</b>
AHU_1_RH	relative air humidity entering TCMR	X	
AHU_1_T	air temperature entering RTCM	X	
AHU_10_T	air temperature leaving HRU toward C4	X	
AHU_12_P	pressure difference in/out TCMR	X	
AHU_4_T	air temperature entering HRU from fan	X	
AHU_5_T	air temperature entering UH	X	
AHU_7_RH	relative air relative humidity leaving UH	X	
AHU_7_T	air temperature leaving UH	X	
AHU_8_RH	relative air relative humidity leaving C2	X	
AHU_8_T	air temperature leaving C2	X	
AHU_9_RH	relative air relative humidity entering HRU	X	
AHU_9_T	air temperature entering HRU	X	
CT_T	cold tank temperature (CT)		X
EE1	electrical energy heat pump (HP) - istant power	X	
EE2	electrical energy main pump (P5)	X	
EE3	electrical energy ultrasonic humidifier (UH)	X	
EE4	electrical energy booster entering TCMR (C5)	X	
EE5	electrical energy fan (F1)	X	
EE6	electrical energy dry cooler (DC)	X	
EE7	electrical energy heater (R1)	X	
EE8	electrical energy heater (R2)	X	
EE9	electrical energy main pump (P6)	X	
HT_T	hot tank leaving temperature (HT)		X
IT_T1	upper ice tank temperature (IT)		X
IT_T2	lower ice tank temperature (IT)		X
TE1	thermal energy GR1 (FC1/FC2)	X	
TE2	thermal energy dry cooler (DC)	X	
TE3	thermal energy heat pump - high temperature loop (HP/HT)	X	
TE4	thermal energy heat pump - user tank (HP/UT)	X	
TE5	thermal energy GR2	X	
TE6	thermal energy GR3	X	
TE7	thermal energy GR4	X	
TE8	thermal energy heat pump - low temperature loop (HP/CT-IT)	X	
TE9	thermal energy hot tank - user tank (HT/UT)	X	
UT_T1	user tank upper temperature (UT)		X
UT_T2	user tank lower temperature (UT)		X

