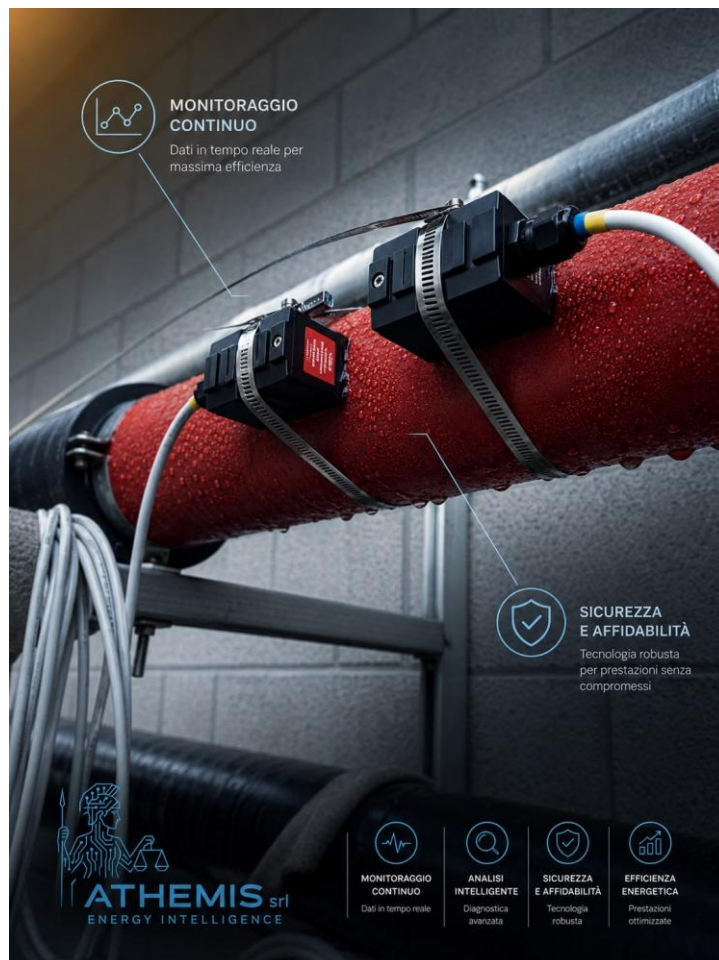


Manuale di installazione

Valigetta di misura COP/EER — chiller, pompe di calore, unità multifunzione e rooftop

Rev. 1.2 (edizione installatore) — settembre 2026



1. Scopo e destinatari

Questo manuale guida l'installatore nel collegamento, nella configurazione e nella verifica della valigetta di misura Athemis, che rileva in campo l'efficienza (EER/COP) di chiller, pompe di calore, unità multifunzione e rooftop: assorbimento elettrico dell'unità completa e resa termica prodotta, registrati ogni minuto e inviati ad Athemis per l'analisi.

È rivolto a personale qualificato (PES/PAV per i lavori elettrici) che conosca i quadri di bassa tensione e gli impianti idronici/aerulici. Al termine dell'installazione la valigetta deve registrare in autonomia per giorni o settimane senza interventi: per questo la verifica finale non va saltata.

Perché la qualità dell'installazione conta

L'EER si calcola come rapporto tra due misure indipendenti (resa termica / potenza elettrica). Un errore del 10% sulla portata o 1 K sul ΔT dell'acqua si traduce in un errore del 10–30% sull'EER e su tutte le stime economiche che ne derivano. Le esperienze di campo riportate in questo manuale (portata congelata, sonde invertite, sonda di mandata con offset) hanno tutte prodotto report inutilizzabili prima di essere scoperte.

2. Composizione della valigetta

Componente	Funzione	Note per l'installatore
Misuratore di energia elettrica	Misura tensioni, correnti, potenza attiva ed energia dell'unità completa	Tre bobine di corrente flessibili apribili (una per fase). Nessun rapporto TA da impostare: le bobine sono già abbinate allo strumento. Campo di misura ottimale da 25 A per fase in su
Misuratore di energia termica «Utilizzo» (e «Recupero» nella configurazione multifunzione)	Portata ad ultrasuoni clamp-on + due sonde di temperatura PT100 → potenza ed energia termica	Trasduttori esterni a monte (cavo rosso) e a valle (cavo blu); sonde su mandata e ritorno. Datalogger interno di riserva
Gateway IoT / datalogger	Registra tutte le grandezze ogni minuto, le rende disponibili dalla pagina web della valigetta e le invia in remoto	Accesso da PC con cavo Ethernet: http://192.168.0.1 — admin / admin. Buffer locale ≈ 28 giorni
Modulo ingressi/uscite	Sonde di temperatura quadro e aria esterna; sonde aria T/UR per il rooftop; ventola di raffreddamento della valigetta	
Alimentatore 24 V e protezioni	Interruttori generali 230 V e 400 V con differenziale; fusibili sui singoli rami	Vedi capitolo 3
Router 4G + switch	Invio remoto dei dati e accesso locale	Antenna esterna da posizionare all'aperto



Fronte della valigetta: interruttori generali 230 V e 400 V con fusibili FU1–FU4, misuratori di energia termica «Utilizzo» e «Recupero», modulo di visualizzazione, misuratore di energia elettrica

Tutti gli strumenti sono già configurati e collegati fra loro all'interno della valigetta: l'installatore collega solo i sensori esterni (bobine di corrente, tensioni, trasduttori di portata, sonde di temperatura, eventuali sonde aria) e inserisce i dati dell'impianto dalla pagina web. Non è necessario modificare indirizzi o parametri di comunicazione.

2.1 Le pagine dell'interfaccia

Dal PC collegato allo switch: <http://192.168.0.1>, utente admin, password admin. La pagina Start mostra la configurazione della valigetta e il pulsante «Entra». In testata, su tutte le pagine, quattro LED di stato comunicazione (Energia elettrica · Misuratore utilizzo · Misuratore recupero · PLC valigetta), la temperatura esterna, l'orologio e il contatore allarmi. Menu laterale:

Pagina	Cosa contiene	Quando serve
Prestazioni	Potenze elettrica/utilizzo/recupero, EER-COP istantanei e medi, bilancio potenze, temperature acqua, SESSIONE DI PROVA (Avvia · Ferma · Azzerà) con energie integrate	Avvio della campagna e controllo a regime
Scambiatori	Per ciascun misuratore termico: T mandata/ritorno, ΔT , portata, potenza termica (dallo strumento e da portata $\times\Delta T$), energie totalizzate, qualità segnale 0–9, diametro interno, stato misura in chiaro (Misura OK · Nessun segnale · Tubo vuoto · Segnale debole)	Verifica del lato termico
Elettrico	Tensioni, correnti e potenze per fase, totali, fattore di potenza, frequenza, contatori energia; accesso a «Configura multimetro»	Verifica del lato elettrico
Lato aria	Rooftop: T e UR di mandata e ripresa, entalpie, portata aria, bilancio sensibile/latente/totale, EER lato aria	Configurazione C
Trend	Grafici degli ultimi 30 minuti (campione 10 s); «Esporta trend su USB» e «Invia via e-mail»	Controllo andamento e backup dati
Misuratori	Parametri tubo dei due misuratori termici: diametro esterno, spessore, materiale, montaggio; pulsanti 1 · INVIA, 2 · CONSOLIDA, Display: distanza sonde M25, Display: portata M01	Messa in servizio della portata
Allarmi / Storico	Allarmi attivi (comunicazione con ritardo 30 s) e storico	Diagnosi
Impostazioni	PLC valigetta, orologio (Sincronizza ora al PLC), portata aria dei ventilatori (rooftop), utenti, programma orario e ferie	Rooftop e orologio

3. Protezioni, connettori e collegamenti interni

Qui è riassunto quello che serve in campo: cosa protegge cosa, quali fusibili sostituire e come sono cablati i connettori esterni.

3.1 Alimentazioni e protezioni

Circuito	Protezione	Alimenta
Ingresso misura 3F+N 400 V (R1 S1 T1 N1)	Interruttore magnetotermico differenziale 4P C10 A, Id 0,03 A, 6 kA	Ingressi tensione V1 V2 V3 VN del misuratore di energia elettrica
Ingresso servizi 230 V (F, N)	Interruttore magnetotermico differenziale 2P C10 A, Id 0,03 A, 4,5 kA	Barra 230 V di distribuzione interna
230V.1	FU1 fusibile 10 $\times$ 38 2 A gM	Alimentazione ausiliaria del misuratore di energia elettrica
230V.2	FU2 fusibile 10 $\times$ 38 4 A gM	Alimentatore 230 Vac $\rightarrow$ 24 Vdc (barra 24DC)
230V.3	FU3 fusibile 10 $\times$ 38 1 A gM	Alimentatore del router

230V.4	FU4 fusibile 10×38 1 A gM	Alimentatore dello switch
24DC.A	FU-A fusibile 5×20 2 AT	Misuratore di energia termica «Utilizzo»
24DC.E	FU-E fusibile 5×20 2 AT	Misuratore di energia termica «Recupero»
24DC.D	FU-D fusibile 5×20 1,6 AT	Gateway IoT / datalogger
24DC.C	FU-C fusibile 5×20 2,5 AT	Modulo ingressi/uscite (sonde e relè)
24DC.B	FU-B fusibile 5×20 1 AT	Ventola di raffreddamento della valigetta

Prima di intervenire

Le due linee di ingresso (400 V misura e 230 V servizi) sono indipendenti: sezionare entrambe. La linea 230 V servizi può essere alimentata da una presa di servizio: così datalogger, router e misuratori restano attivi anche a macchina spenta e la registrazione non si interrompe.

3.2 Codice colori dei conduttori interni

Colore	Circuito
Nero / marrone / grigio / blu	Fasi e neutro 230/400 V
Nero / rosso	24 Vdc
Bianco	Segnali di sonda
Arancione	Possibili tensioni esterne (circuiti che restano in tensione a valigetta sezionata)
Giallo/verde	Terra ed equipotenziale

3.3 Connettori esterni

Tutti i sensori si collegano dall'esterno della valigetta tramite connettori dedicati; i cavi sono da 5 m dal connettore alla sonda.

Connettore	Sensore	Note
RW1, RW2, RW3	Bobine di corrente fase L1, L2, L3	RW1 sulla fase collegata a V1, RW2 su V2, RW3 su V3
PU.U / PD.U	Trasduttore di portata a MONTE (cavo rosso) / a VALLE (cavo blu) — misuratore «Utilizzo»	Il flusso va dal rosso al blu
TM.U / TR.U	Sonda PT100 di MANDATA / di RITORNO — misuratore «Utilizzo»	Cavo marrone, bianco, verde
PU.R / PD.R	Trasduttori monte / valle — misuratore «Recupero» (solo multifunzione)	
TM.R / TR.R	Sonde PT100 mandata / ritorno — misuratore «Recupero»	
Sonde aria (rooftop)	Ingressi del modulo I/O per i trasmettitori T/UR di ingresso e uscita batteria	Sonde attive alimentate dalla valigetta

La sonda collegata a TM è sempre la MANDATA e quella su TR il RITORNO: la stessa convenzione vale per entrambi i misuratori.

3.4 Rete

- Gateway → switch → PC di servizio in cavo Ethernet; accesso alla pagina web su <http://192.168.0.1> (admin / admin).
- Router 4G con antenna esterna per l'invio remoto: posizionare l'antenna dove c'è copertura, fuori da quadri metallici.



Valigetta in campo collegata a un chiller: cavi dei trasduttori e delle PT100 verso la tubazione, cavi di misura elettrica verso il quadro dell'unità

4. Configurazioni di misura

La valigetta si usa in tre configurazioni. Prima di partire individuare quella corretta: cambia il numero di misuratori, la posizione delle sonde e i tag da abilitare nel progetto pagina web.

Configurazione	Misura elettrica	Misura termica	Note
A — Chiller / pompa di calore aria-acqua	Misuratore di energia elettrica sull'alimentazione dell'unità completa	1 misuratore di energia termica sul circuito acqua lato utenza (mandata/ritorno)	EER in raffreddamento, COP in riscaldamento: il segno del ΔT distingue le due modalità

B — Aria-acqua multifunzione (frigo + termica)	Come sopra	2 misuratori di energia termica: «Utilizzo» sul circuito freddo, «Recupero» sul circuito caldo/ACS, ciascuno con le proprie sonde	Le due energie si registrano separatamente
C — Rooftop (espansione diretta)	Misuratore di energia elettrica sull'alimentazione dell'unità completa (compressori + ventilatori)	Nessun misuratore idronico: sonde T/UR sull'aria in ingresso e in uscita batteria; portata aria da targa	Resa calcolata dal bilancio entalpico dell'aria in fase di analisi

5. Sicurezza

- I collegamenti nel quadro elettrico vanno eseguiti con l'alimentazione sezionata e verificata assente, salvo le sole operazioni di verifica finale che richiedono tensione. Usare i DPI previsti per i lavori elettrici in BT.
- Gli ingressi tensione e l'alimentazione della valigetta devono passare per le sue protezioni: non collegare mai le fasi direttamente senza protezione.
- Le bobine di corrente flessibili non hanno rischi di apertura del secondario come i TA tradizionali, ma i loro cavi passano vicino a conduttori in tensione: fissarli e tenerli lontani da parti mobili e spigoli.
- I trasduttori di portata sono magnetici: non appoggiarli su superfici in tensione; evitare tubazioni oltre la temperatura ammessa dai sensori.
- La valigetta va posizionata al riparo da pioggia e sole diretto, con i cavi non di intralcio al passaggio.

6. Procedura 1 — Misura di energia elettrica

6.1 Individuare il punto di misura

La misura deve comprendere tutto ciò che l'unità assorbe: compressori, ventilatori di condensazione, pompe di bordo, resistenze e ausiliari. Nel quadro identificare l'interruttore generale dell'unità (o la linea dedicata) e misurare a valle di esso. Nei rooftop l'assorbimento dei ventilatori di mandata/ripresa non è trascurabile (10–15%): va incluso, altrimenti l'EER non è confrontabile con i dati di targa totali.

6.2 Collegare le tensioni e l'alimentazione ausiliaria

1. Con impianto sezionato, collegare V1, V2, V3 alle tre fasi L1, L2, L3 e VN al neutro (se assente lasciare VN scollegato: la misura è corretta anche in sistemi trifase senza neutro).
2. Ogni conduttore di misura tensione passa per la protezione 400 V della valigetta. Sezione 0,75–2,5 mm², capicorda serrati.
3. L'alimentazione 230 V dei servizi della valigetta si prende da una fase-neutro protetta o da una presa di servizio.
4. Annotare l'ordine delle fasi: la bobina RW1 dovrà abbracciare il conduttore della fase collegata a V1, RW2 quello di V2, RW3 quello di V3.



Quadro elettrico dell'unità misurata: prelievo tensioni a valle del sezionatore, bobine di corrente sui conduttori di fase e monitor ATHEMIS con EER istantaneo

6.3 Installare le bobine di corrente

5. Aprire la clip della bobina e chiuderla attorno a UN solo conduttore di fase (non attorno a fascio o cavo multipolare completo: il campo delle tre fasi si annullerebbe).
6. Rispettare il verso: la freccia sul corpo della bobina indica il senso della corrente verso il carico (dall'alimentazione verso l'unità). Una bobina al contrario dà potenza attiva negativa su quella fase.
7. Centrare il conduttore nell'anello e chiudere bene la clip fino allo scatto: una bobina non chiusa o schiacciata legge in difetto.
8. Tenere la chiusura della bobina lontana da altri conduttori percorsi da corrente elevata (interferenza).
9. Collegare le bobine ai connettori RW1, RW2, RW3 rispettando la corrispondenza con V1, V2, V3.

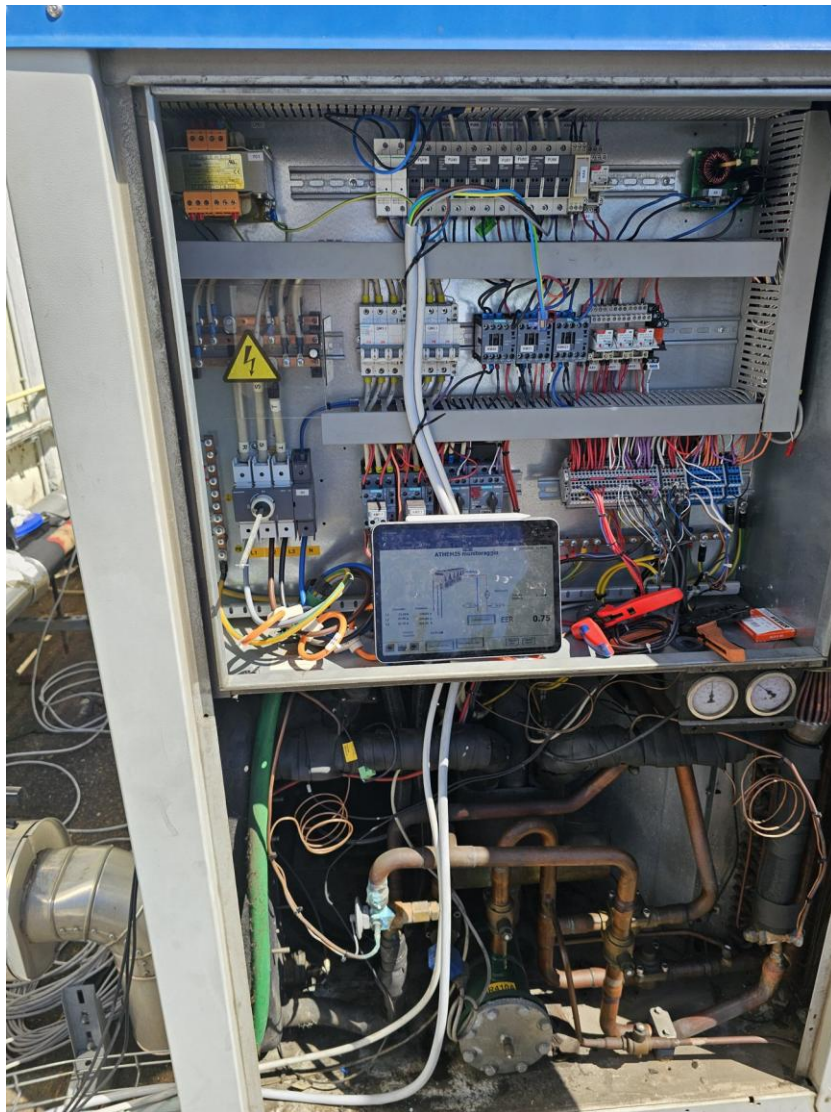
6.4 Verifiche a impianto acceso

- Tensioni concatenate ≈ 400 V e di fase ≈ 230 V su tutte le tre fasi.
- Correnti I1, I2, I3 dello stesso ordine di grandezza (unità trifase equilibrata) e coerenti con una lettura con pinza amperometrica ($\pm 5\%$).
- Potenza attiva positiva su tutte le fasi e fattore di potenza plausibile (0,80–0,95 per compressori e ventilatori). Una fase con potenza negativa o $\cos\phi$ molto basso indica bobina invertita o abbinamento fase/bobina sbagliato.
- Potenza totale coerente con la targa dell'unità (assorbimento nominale o corrente massima): se è molto diversa, ricontrollare abbinamenti e verso delle bobine prima di cercare cause nella macchina.
- Nessun rapporto TA da impostare: le bobine sono già abbinate allo strumento. La pagina «Configura multimetro» dell'interfaccia riguarda solo la comunicazione: non modificarla.
- Dal frontale del misuratore di energia elettrica (menu comandi): eseguire «Test collegamento» con l'unità in marcia e almeno 5 A per fase — verifica sequenza fasi, verso delle bobine e abbinamento fase/corrente — e, se si vuole ripartire da zero, «Azzeramento energie parziali». L'integrazione della campagna è comunque gestita dalla Sessione di prova dell'interfaccia (capitolo 9).

7. Procedura 2 — Misura di portata ed energia termica

7.1 Scegliere il punto di misura

- Tratto rettilineo di tubo pieno di liquido: almeno 10 diametri a monte e 5 a valle dei trasduttori, lontano da pompe, valvole, curve e riduzioni.
- Evitare il punto più alto dell'impianto (aria) e i tratti in discesa a uscita libera. Preferire tubi verticali con flusso ascendente o orizzontali.
- Sui tubi orizzontali montare i trasduttori sul fianco del tubo (asse orizzontale, entro $\pm 45^\circ$ dal piano orizzontale): mai sopra (bolle) né sotto (depositi).
- Rimuovere isolante e vernice scrostata; la superficie sotto i trasduttori deve essere pulita, liscia e senza ruggine. Su tubi con rivestimento interno spesso o incrostati preferire il metodo Z.
- Le PT100 vanno sulla mandata e sul ritorno dello stesso circuito misurato dalla portata, il più vicino possibile allo scambiatore.



Trasduttori e sonde installati sulla tubazione coibentata in prossimità dell'unità: coibentazione rimossa nel tratto di misura, trasmettitore a bordo macchina

7.2 Rilevare e inserire i parametri del tubo

Dal PC collegato alla valigetta aprire <http://192.168.0.1> (admin / admin), «Entra», poi la pagina Misuratori: i due misuratori termici sono affiancati (Utilizzo a sinistra, Recupero a destra). Per ciascuno inserire:

Dato	Come ricavarlo
Circonferenza esterna o diametro esterno [mm]	Misurare la circonferenza con il metro a nastro (più preciso del diametro) e confrontare con l'Allegato B. Non fidarsi del DN nominale
Spessore parete [mm]	Dall'Allegato B per materiale e diametro, o con spessimetro
Materiale tubo	Acciaio al carbonio (anche zincato), inox, rame, PVC...; per multistrato, PEX, PPR, PE scegliere «altri materiali» e inserire la

	velocità del suono dell'Allegato B
Rivestimento interno	Nessuno nella maggior parte dei casi; se presente indicarne materiale e spessore
Fluido	Acqua; con glicole scegliere «altri liquidi» e inserire velocità del suono e viscosità (Allegato B)
Metodo di montaggio	V (standard, DN50–DN700); W (DN15–DN100, tubi piccoli); Z (oltre DN300, tubi incrostati o con rivestimento)

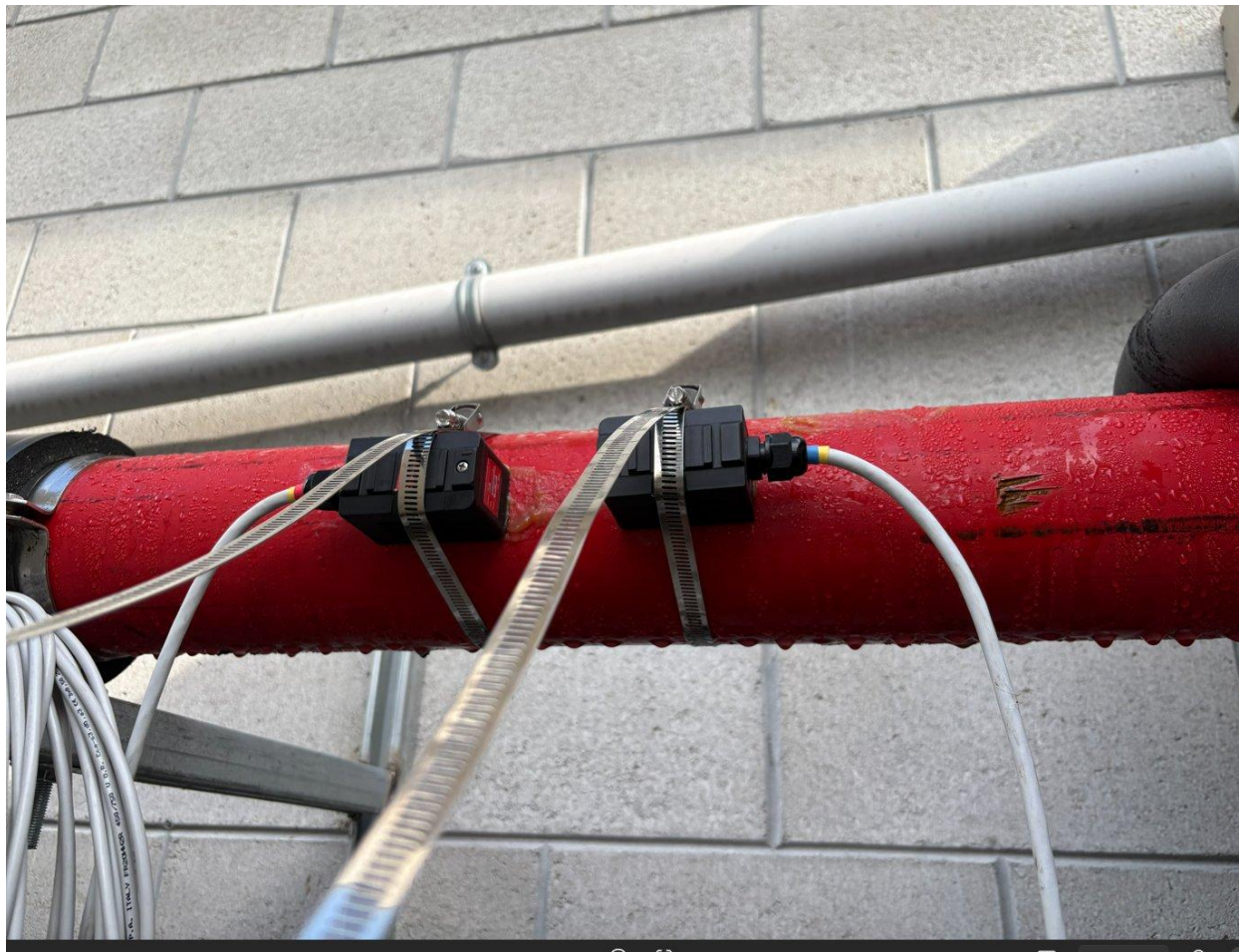
10. Cliccare «1 · INVIA»: l'interfaccia trasmette i parametri allo strumento un passo alla volta (barra di avanzamento fino al 100 %, circa 1–2 minuti). Attendere la fine.
11. Cliccare «2 · CONSOLIDA» DUE VOLTE entro 5 secondi: lo strumento salva i parametri in modo permanente e si riavvia. Lo stato del riquadro passa a «Parametri consolidati».
12. Cliccare «Display: distanza sonde M25» e leggere sul display dello strumento la distanza M25 tra i due trasduttori: è la quota da riportare sul tubo. «Display: portata M01» riporta il display alla pagina della portata.
13. Controllare nel riquadro «Verifica dallo strumento» che il diametro interno calcolato sia plausibile ($\varnothing_e - 2 \cdot \text{spessore}$).

Attenzione

I valori digitati nella pagina Misuratori non sono memorizzati dal pannello: restano nello strumento solo dopo «2 · CONSOLIDA». Se INVIA non modifica i valori sul display dello strumento, i parametri si inseriscono dalla tastiera dello strumento (menu 11 diametro esterno, 12 spessore, 14 materiale, 24 montaggio, 26 salva) e si prosegue normalmente.

7.3 Montare i trasduttori

14. Segnare sul tubo due punti lungo la stessa generatrice alla distanza M25 (metodo V e W: stesso lato del tubo; metodo Z: lati opposti).
15. Stendere una striscia di grasso siliconico di circa 15 mm sulla faccia piana di ciascun trasduttore (senza bolle): l'accoppiamento acustico è il primo responsabile della qualità del segnale.
16. Posizionare il trasduttore a monte (cavo rosso) e quello a valle (cavo blu) rispetto al verso del flusso, allineati sull'asse del tubo, e fissarli con le fasce o i magneti.
17. Collegare i cavi ai connettori PU (monte) e PD (valle) della valigetta.



Trasduttori clamp-on fissati con fascette metalliche sul tubo nudo, alla distanza M25, allineati sulla stessa generatrice

7.4 Ottimizzare il segnale

Con i trasduttori montati e la pompa in marcia, controllare la qualità del segnale su due livelli: sull'interfaccia (pagine Scambiatori e Misuratori) l'indice «Qualità segnale 0–9» e lo stato in chiaro; sul display dello strumento il menu 90 (intensità S e qualità Q) e il menu 91 (rapporto TOM/TOS), raggiungibili con MENU 9 0 e MENU 9 1.

Indicatore	Dove	Obiettivo	Se non ci siamo
Stato misura	Interfaccia, Scambiatori	«Misura OK»	«Nessun segnale», «Tubo vuoto», «Segnale debole»: vedi righe seguenti
Qualità segnale 0–9	Interfaccia, Scambiatori / Misuratori	≥ 6, stabile	Aggiungere gel, premere e ruotare il trasduttore, spostarlo di qualche mm, pulire il tubo
Intensità S e qualità Q	Display strumento, MENU 9 0	S alta e simile per i due trasduttori; Q tra 60 e 95	Come sopra; se resta bassa cambiare punto o metodo (V → Z)
Rapporto TOM/TOS	Display strumento, MENU 9 1	97–103 %	Fuori intervallo = distanza sbagliata o parametri tubo errati:

			ricontrollare circonferenza/spessore/materiale e riposizionare a M25
Stato in alto a destra del display	Display strumento	*R (regolare)	*I nessun segnale, *H segnale o qualità bassa

Procedimento pratico: fissare il trasduttore a monte, tenere quello a valle in mano e farlo scorrere lentamente attorno alla quota M25 osservando la qualità (sull'interfaccia o su MENU 9 0); fermarsi nel punto di massimo e fissarlo. Poi confermare su MENU 9 1 che TOM/TOS sia tra 97 e 103 %.

7.5 Consolidare e verificare la persistenza

Dopo «2 · CONSOLIDA», spegnere e riaccendere la valigetta e verificare sulla pagina Misuratori (riquadro «Verifica dallo strumento») che diametro interno e qualità siano ancora presenti e che in Scambiatori la portata riprenda a variare.

7.6 Sonde di temperatura PT100

- Le due sonde PT100 si collegano ai connettori TM (MANDATA) e TR (RITORNO). Il misuratore calcola l'energia dal segno della differenza mandata – ritorno: rispettare la convenzione.
- Montare le sonde a contatto con il tubo nudo, con pasta termoconduttiva, sotto l'isolante e fissate con fascetta; se esistono pozzetti, usarli. Sonde su isolante o sul lato esposto leggono diversi kelvin in meno.
- Prima di avviare: con impianto in circolazione a compressori spenti le due sonde devono leggere lo stesso valore ($\pm 0,2$ K). Se no, c'è un offset da correggere o un montaggio scadente.
- A compressori accesi: in raffrescamento la mandata è più fredda del ritorno (ΔT tipico 3–6 K); in riscaldamento il contrario. Se il segno è opposto alle aspettative le sonde sono invertite: scambiarle o annotarlo per l'analisi.

7.7 Avvio della registrazione

- Verificare in Scambiatori che portata, temperature e potenza termica siano coerenti con il display dello strumento e che «Potenza da portata $\times \Delta T$ » sia vicina alla «Potenza termica» (± 5 %).
- Avviare la campagna dalla pagina Prestazioni: «Azzerà» e poi «Avvia» la Sessione di prova, annotando data e ora nella scheda di campo.

7.8 Configurazione B: secondo misuratore

Nelle unità multifunzione ripetere le stesse operazioni sul circuito caldo (o ACS) con il misuratore «Recupero» e i suoi connettori PU.R / PD.R / TM.R / TR.R, usando la pagina web dedicata.

8. Procedura 3 — Configurazione C: rooftop

Nei rooftop la resa non si misura sull'acqua: si calcola dal bilancio entalpico dell'aria che attraversa la batteria. Servono quattro grandezze affidabili (temperatura e umidità in ingresso e in uscita batteria) e la portata d'aria.

Le sonde T/UR si collegano ai connettori dedicati della valigetta (ingressi del modulo I/O, sonde attive alimentate dalla valigetta): rispettare la corrispondenza ingresso batteria / uscita batteria indicata sui connettori.

22. Sonda di ingresso: nel plenum di aria miscelata a monte della batteria (dopo la miscela ripresa + aria esterna). Se la serranda di rinnovo è chiusa coinciderà con la ripresa. Annotare la posizione della serranda durante la campagna.
23. Sonda di uscita: nel canale di mandata a valle del ventilatore, dove l'aria è miscelata. Non subito dietro la batteria: con due circuiti frigoriferi o bypass la temperatura è stratificata e la sonda vede un valore non rappresentativo.
24. Sonde al riparo da irraggiamento e da gocciolamento, con l'elemento sensibile nel flusso.
25. Portata aria: inserire in Impostazioni → Ventilatori → «Portata aria» il valore di targa del ventilatore di mandata (es. 13.000 m³/h) e annotare l'eventuale posizione dell'inverter/velocità.
26. Verifica a batteria spenta e ventilatore acceso: le due sonde devono leggere la stessa temperatura e umidità ($\pm 0,3$ K, $\pm 3\%$ UR). È il solo modo di scoprire un offset prima della campagna.
27. Verifica a compressori pieni: ΔT aria atteso 8–13 K (ingresso ~ 23 – 27 °C → mandata ~ 13 – 16 °C). Un ΔT di 3–4 K a piena potenza non è fisico: rivedere posizione e taratura della sonda di mandata.

La pagina Lato aria mostra temperature, umidità ed entalpie di mandata e ripresa, la portata impostata e il bilancio sensibile/latente/totale con l'EER lato aria: usarla per la verifica a batteria spenta e a compressori pieni.

9. Interfaccia, sessione di prova e registrazione

28. Alimentare la valigetta e attendere l'avvio (LED di stato del gateway fisso). Collegare il PC allo switch, aprire <http://192.168.0.1> (admin / admin) e premere «Entra».
29. Controllare che i quattro LED in testata siano verdi (Energia elettrica · Misuratore utilizzo · Misuratore recupero · PLC valigetta). Un LED rosso per più di 30 s genera un allarme di comunicazione nella pagina Allarmi.
30. Verificare in Elettrico e Scambiatori che i valori coincidano con i display degli strumenti; per il rooftop verificare Lato aria.
31. In Impostazioni premere «Sincronizza ora al PLC» se l'orologio del pannello non è allineato all'ora locale.
32. In Prestazioni: «Azzera», poi «Avvia» la Sessione di prova. Da questo momento l'interfaccia integra energia elettrica e termica e calcola EER/COP medi; annotare data e ora nella scheda di campo (Allegato A). Non premere «Ferma» fino alla fine della campagna.
33. La pagina Trend mostra gli ultimi 30 minuti (campione 10 s) e permette «Esporta trend su USB» e «Invia via e-mail»: fare un'esportazione di prova prima di lasciare l'impianto. La registrazione continua viene trasmessa ad Athemis dal router: la valigetta e il router devono restare alimentati per tutta la campagna.

10. Verifica finale e valori attesi

Prima di lasciare l'impianto, con la macchina a regime da almeno 15 minuti, controllare sull'interfaccia pagina web:

- ☐ Quattro LED di comunicazione verdi in testata; nessun allarme attivo.
- ☐ Elettrico: tensioni ≈ 400 V concatenate; correnti equilibrate e coerenti con la pinza; potenza attiva positiva su tutte le fasi; totale coerente con la targa dell'unità.
- ☐ Scambiatori: stato «Misura OK», qualità segnale ≥ 6 , portata che varia nel tempo; «Potenza da portata $\times \Delta T$ » $\approx$ «Potenza termica» ($\pm 5\%$).

- ☐ Display dello strumento: TOM/TOS (MENU 9 1) tra 97 e 103 %; Q (MENU 9 0) tra 60 e 95; stato *R.
- ☐ ΔT acqua con il segno atteso e 3–6 K; con compressori spenti le sonde leggono uguale.
- ☐ Misuratori: riquadro «Parametri consolidati» per ogni misuratore in uso; parametri ancora presenti dopo spegnimento/riaccensione.
- ☐ Prestazioni: EER/COP istantaneo plausibile (2–5 chiller/pompe di calore; 2–3,5 rooftop); Sessione di prova «in corso».
- ☐ Trend: esportazione di prova su USB o e-mail riuscita.
- ☐ Cavi fissati, valigetta al riparo, scheda di campo compilata (Allegato A).

11. Risoluzione dei problemi

Sintomo	Causa probabile	Rimedio
LED rosso in testata / allarme di comunicazione	Strumento non alimentato (fusibile del ramo), cavo interno, strumento in riavvio dopo CONSOLIDA	Attendere 30 s dopo un riavvio; verificare i fusibili 5x20 del capitolo 3; se persiste contattare Athemis
Potenza attiva negativa su una fase	Bobina di corrente montata al contrario o abbinata alla fase sbagliata	Girare la bobina (freccia verso il carico) o rispettare RW1 $\leftrightarrow$ V1, RW2 $\leftrightarrow$ V2, RW3 $\leftrightarrow$ V3; ripetere il Test collegamento
Potenza totale molto diversa dalla targa	Bobina non chiusa, conduttore non centrato, più conduttori nell'anello, fase mancante	Ricontrollare chiusura e contenuto di ogni bobina; confrontare con pinza fase per fase
Portata fissa per molti minuti	Parametri tubo inviati ma non consolidati e persi allo spegnimento	Reinserire i parametri, «2 · CONSOLIDA», verificare dopo riavvio
«1 · INVIA» non cambia i valori sul display dello strumento	Sequenza tasti non accettata dallo strumento	Inserire i parametri dalla tastiera dello strumento (menu 11, 12, 14, 24 e 26 per salvare) e proseguire
Riquadro Misuratori resta su «Inviati – da consolidare»	CONSOLIDA premuto una sola volta	Premere «2 · CONSOLIDA» due volte entro 5 secondi; attendere il riavvio dello strumento
Stato *I (nessun segnale) o *H (segnale basso)	Poco gel, superficie sporca/incrostata, distanza errata, tubo non pieno	Pulire, rifare il gel, riposizionare a M25, provare altro punto o metodo Z
TOM/TOS fuori da 97–103 %	Circonferenza/spessore/materiale errati o distanza non rispettata	Rimisurare circonferenza e spessore; ripetere la distanza M25
ΔT acqua con segno opposto all'atteso	Sonde mandata/ritorno invertite	Scambiare TM/TR o annotarlo nella scheda di campo
Potenza termica $\neq$ portata $\times \Delta T \times 1,163$	Fluido impostato male (glicole) o sonde mal montate	Verificare fluido e montaggio sonde
Rooftop: ΔT aria di pochi K a compressori pieni	Sonda di uscita mal posizionata o con offset	Spostare nel canale di mandata; verificare a batteria spenta
EER < 1 o > 6	Quasi sempre un errore di misura (vedi righe sopra), raramente la macchina	Ripercorrere la verifica finale prima di attribuire il valore alla macchina

Allegato A — Scheda di campo

Voce	Valore rilevato
Cliente / sito / data	

Esportazione trend di prova (USB / e-mail) riuscita	☐
Unità misurata (marca, modello, taglia, n. compressori attivi)	
Configurazione (A / B / C)	
Punto di misura elettrico (quadro, interruttore)	
Ordine fasi V1-V2-V3 ↔ RW1-RW2-RW3 verificato · Test collegamento OK	☐
Tubo: circonferenza / Ø esterno / spessore / materiale	
Fluido (acqua / % glicole)	
Metodo montaggio e distanza M25	
Qualità segnale interfaccia (0–9) / Q display (MENU 9 0) / TOM/TOS (MENU 9 1)	
Sonde: TM = mandata, TR = ritorno verificato	☐
«Parametri consolidati» visualizzato e verificato dopo riavvio	☐
Rooftop: portata aria da targa / posizione sonde / serranda rinnovo	
Ora di Azzerata + Avvia della Sessione di prova	
Lecture di riferimento (pinza A, termometro mandata/ritorno)	
Note / anomalie	

Allegato B — Dimensioni commerciali dei tubi (misure in mm)

Guida rapida ai tipi di tubi



Dimensioni commerciali (tutte in millimetri) dei tubi più diffusi negli impianti idronici. Spessore = $(\varnothing_e - \varnothing_i)/2$; circonferenza esterna = $\pi \cdot \varnothing_e$, cioè quello che si legge avvolgendo il metro a nastro attorno al tubo: è il modo più rapido per identificare il tubo in campo. Confrontare il valore misurato con la colonna «Circonferenza» e leggere $\varnothing_e$ e spessore da inserire nella pagina «Parametri tubazione»; la circonferenza misurata resta comunque il dato migliore, perché tolleranze e vernici cambiano il diametro di qualche decimo di millimetro.

Come scegliere il metodo di montaggio

Metodo W per $\varnothing_e$ fino a ~40 mm (DN15–DN32); **metodo V** da DN50 a DN700; **metodo Z** oltre DN300 o su tubi incrostati/rivestiti. La distanza M25 è calcolata dallo strumento: riportarla sul tubo con precisione millimetrica.

B.1 Tubi in acciaio filettabili (pollici, UNI EN 10255 serie media)

Tubo «gas» nero o zincato: il più comune negli impianti esistenti. Le dimensioni in pollici sono nominali; Øe e spessore sono quelli della serie media.

Ø nominale	Øe [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	Øi [mm]
3/8"	17,2	54	2,35	12,5
1/2"	21,3	67	2,65	16
3/4"	26,9	85	2,65	21,6
1"	33,7	106	3,25	27,2
1 1/4"	42,4	133	3,25	35,9
1 1/2"	48,3	152	3,25	41,8
2"	60,3	189	3,65	53
2 1/2"	76,1	239	3,65	68,8
3"	88,9	279	4,05	80,8
4"	114,3	359	4,50	105,3
5"	139,7	439	4,85	130
6"	165,1	519	4,85	155,4

Materiale: acciaio al carbonio. Tubi zincati: stesso materiale. Se molto vecchi e incrostati impostare il rivestimento interno e preferire il metodo Z.

B.2 Tubi in acciaio saldati (mm, UNI EN 10220/10216)

Diametri in millimetri per le tubazioni di maggior sezione (centrali termiche, collettori).

Øe [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	Øi [mm]
101,6	319	3,60	94,4
108	339	3,60	100,8
114,3	359	3,60	107,1
133	418	4,00	125
139,7	439	4,00	131,7
159	500	4,50	150
168,3	529	4,50	159,3
193,7	609	5,40	182,9
219,1	688	5,90	207,3
244,5	768	6,30	231,9
273	858	6,30	260,4
323,9	1018	7,10	309,7

Materiale: acciaio al carbonio. Metodo V; sopra DN300 valutare il metodo Z.

B.3 Tubi in acciaio al carbonio a pressare (zincati)

Sistemi a pressare per riscaldamento/raffrescamento (es. Mannesmann, Geberit Mapress C-Stahl).

Øe [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	Øi [mm]
12	38	1,20	9,6

15	47	1,20	12,6
18	57	1,20	15,6
22	69	1,50	19
28	88	1,50	25
35	110	1,50	32
42	132	1,50	39
54	170	1,50	51
76,1	239	2,00	72,1
88,9	279	2,00	84,9
108	339	2,00	104

Materiale: acciaio al carbonio. Pareti sottili (1,2–2 mm): segnale buono, metodo W sotto Øe 42 e V da 42 in su.

B.4 Tubi in acciaio inox a pressare

Acqua sanitaria e circuiti idronici; parete 1,0–2,0 mm.

Øe [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	Øi [mm]
15	47	1,00	13
18	57	1,00	16
22	69	1,20	19,6
28	88	1,20	25,6
35	110	1,50	32
42	132	1,50	39
54	170	1,50	51
76,1	239	2,00	72,1
88,9	279	2,00	84,9
108	339	2,00	104

Materiale: acciaio inox.

B.5 Tubi in rame (UNI EN 1057)

Per i diametri 22 mm esistono due spessori commerciali (1,0 e 1,5 mm): verificare con il calibro o dalla marcatura.

Øe [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	Øi [mm]
10	31	1,00	8
12	38	1,00	10
14	44	1,00	12
15	47	1,00	13
16	50	1,00	14
18	57	1,00	16
22	69	1,00	20
22	69	1,50	19
28	88	1,50	25
35	110	1,50	32
42	132	1,50	39
54	170	1,50	51
76,1	239	2,00	72,1

88,9	279	2,00	84,9
108	339	2,50	103

Materiale: rame. Metodo W per $\varnothing e \leq 42$, V da 54.

B.6 Tubi multistrato (PE-X/Al/PE-X)

Tubo composito con anima in alluminio; l'ultrasuono attraversa tre strati.

$\varnothing e$ [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	$\varnothing i$ [mm]
14	44	2,00	10
16	50	2,25	11,5
20	63	2,50	15
26	82	3,00	20
32	101	3,00	26
40	126	3,50	33
50	157	4,00	42
63	198	6,00	51
75	236	7,50	60
90	283	8,50	73
110	346	10,00	90

Materiale: «altri materiali», velocità del suono 2000 m/s (valore medio PE/Al) e, se TOM/TOS non rientra in 97–103 %, impostare rivestimento interno = polietilene con spessore pari allo strato interno. In alternativa selezionare 5 (PVC) come approssimazione. Segnale più debole dell'acciaio: usare gel abbondante e metodo W/V.

B.7 Tubi in PEX (polietilene reticolato)

Per riscaldamento a pavimento e distribuzione; le misure 20–22 sono nominali con $\varnothing i$ 16.

$\varnothing e$ [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	$\varnothing i$ [mm]
12	38	2,00	8
15	47	2,50	10
18	57	2,50	13
20–22	63–69	2,0–3,0	16
28	88	4,00	20
32	101	3,00	26
40	126	3,70	32,6
50	157	4,60	40,8
63	198	5,80	51,4
75	236	6,90	61,2
90	283	8,20	73,6
110	346	10,00	90

Materiale: «altri materiali», velocità del suono 1950 m/s (polietilene). Diametri piccoli: metodo W. Attenzione: sotto $\varnothing e$ 20 la misura clamp-on è al limite dello strumento.

B.8 Tubi in PPR (polipropilene random, PN20)

Parete spessa (SDR 6): $\varnothing_i$ sensibilmente minore di $\varnothing_e$.

$\varnothing_e$ [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	$\varnothing_i$ [mm]
16	50	2,70	10,6
20	63	3,40	13,2
25	79	4,20	16,6
32	101	5,40	21,2
40	126	6,70	26,6
50	157	8,30	33,4
63	198	10,50	42
75	236	12,50	50
90	283	15,00	60
110	346	18,30	73,4

Materiale: «altri materiali», velocità del suono 2540 m/s (valore PVC/PP). Verificare TOM/TOS.

B.9 Tubi in PE 80 – PN 12,5 (polietilene)

Reti interrate e collegamenti esterni.

$\varnothing_e$ [mm]	Circonferenza esterna [mm]	Spessore [mm]	$\varnothing_i$ [mm]
20	63	2,00	16
25	79	2,30	20,4
32	101	3,00	26
40	126	3,70	32,6
50	157	4,60	40,8
63	198	5,80	51,4
75	236	6,80	61,4
90	283	8,20	73,6
110	346	10,00	90
125	393	11,40	102,2
140	440	12,70	114,6
160	503	14,60	130,8
180	565	16,40	147,2
200	628	18,20	163,6

Materiale: «altri materiali», velocità del suono 1950 m/s.

B.10 Velocità del suono dei materiali

Materiale tubo	m/s	Rivestimento interno	m/s
Acciaio	3206	Cemento	4190
Ferro / ghisa	2460	Bitume/catrame	2540
Rame / ottone / bronzo	2260–2270	Smalto	2540
Alluminio	9048	Plastica	2280
PVC	2540	Polietilene	1600
Polietilene	1950	Gomma	1600

ABS	2286	PTFE / Teflon	1450 / 1225
Vetroresina	3430	Vetro	5970

B.11 Fluidi

Fluido	Velocità del suono a 20 °C [m/s]	Impostazioni
Acqua	1482 (7 °C ≈ 1435; 40 °C ≈ 1529)	Fluido = acqua; compensazione automatica con la temperatura
Acqua + 20% glicole etilenico	≈ 1560	Fluido = «altri liquidi», inserire velocità del suono e viscosità ≈ 2,5 cSt
Acqua + 30% glicole etilenico	≈ 1600	viscosità ≈ 3,5 cSt

Con glicole la densità e il calore specifico del fluido sono diversi dall'acqua: l'energia calcolata con i coefficienti dell'acqua è sovrastimata del 5–10% a seconda della concentrazione. Dichiararlo nell'analisi o applicare il fattore correttivo.

Allegato C — Schema elettrico della valigetta

Schema elettrico ATHVAL001a/b MF rev. 00 della valigetta (sei fogli A4 orizzontali; il PDF originale in scala è fornito insieme al manuale). Foglio 1: alimentazioni, protezioni e misura elettrica con bobine RW1–RW3. Fogli 2–3: misuratori di energia termica «Utilizzo» e «Recupero» con i connettori esterni TM/TR/PU/PD. Foglio 4: gateway e bus interno. Foglio 5: router, switch e alimentatori. Foglio 6: modulo ingressi/uscite, sonde e ventola di raffreddamento.

