



LSI LASTEM S.r.l.

Via Ex S.P. 161 Dosso, n.9 - 20090 Settala Premenugo (MI) - Italia

Tel.: (+39) 02 95 41 41
Fax: (+39) 02 95 77 05 94
e-mail: info@lsi-lastem.it

WEB: <http://www.lsi-lastem.it>
CF./P. Iva: (VAT) IT-04407090150
REA: 1009921 **Reg.Imprese:** 04407090150



Sistema LSI LASTEM per la misura della trasmissione termica U (o fattore K)

*Manuale utente
Aggiornamento 29/11/2007*

Sommario

1. Presentazione del prodotto.....	3
1.1. Misura utilizzando strumenti tipo BabucA/M.....	4
1.2. Misura multipunto con sensori cordless e acquisitore	5
1.3. Soluzione con utilizzo di PC locale collegato a sensori via radio (senza datalogger).....	6
2. Caratteristiche tecniche.....	7
3. Schemi di connessione	8
3.1. Connessione per BabucA/M.....	8
3.2. Schema di connessione per sensore cordless DME809.....	9
4. Modalità di misura.....	11
5. Programmazione di Babuc A/M.....	13
6. Configurazione di E-Log.....	13
6.1.1. Modifica della configurazione.....	13
6.1.2. Trasferimento della configurazione.....	15
6.1.3. Configurazione degli ingressi da morsettiera.....	16
6.1.4. Connessione delle sonde.....	17
7. Programmazione di BabucABC.....	19
7.1.1. Configurazione dei codici operativi.....	19
7.1.2. Programmazione degli ingressi.....	23
8. Uso di SCRicIG.....	24
9. Utilizzo dei programmi di elaborazione InfoGAP e InfoFlux.....	25
9.1. Programma InfoFlux.....	27
9.1.1. Immissione dei dati.....	27
9.1.2. Elaborazione dei dati.....	28
9.1.3. Esportazione dei dati.....	29
9.1.4. Metodo delle Medie Progressive (Average Method ISO 9869).....	29
9.1.5. Metodo Black Box.....	30
9.1.6. Condizioni di impiego dei due metodi di calcolo della conduttanza.....	33
9.1.7. Relazione.....	33

1. Presentazione del prodotto

La *trasmittanza termica* U (in precedenza denominato *fattore K*) è definita (UNI EN ISO 6946) come il flusso termico che attraversa un'area unitaria (densità di flusso termico q) in presenza di una differenza di temperatura di un grado Kelvin tra ambiente interno T_i ed ambiente esterno T_e (in condizioni stazionarie):

$$U = \frac{q}{T_i - T_e}$$

La misura della trasmittanza U permette di conoscere le caratteristiche di conduzione termica delle pareti degli edifici, necessarie per il calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici e per il risparmio energetico. Il valore di trasmittanza U , infatti, indica la capacità isolante termica delle pareti ed è utilizzabile per valutare le prestazioni energetiche degli edifici. La valutazione della trasmittanza è richiesta per la certificazione energetica degli edifici dalla Direttiva Europea 2002/91/CE sul rendimento energetico degli edifici, recepita in Italia con il D.Lgs. 192/05 e successive disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 311/06.

Il sistema di misura della LSI LASTEM consente la misura e calcolo della trasmittanza termica U di pareti di edifici industriali o residenziali utilizzando i seguenti apparati di misura:

- N. 1 termoflussimetro;
- N. 3 o 4 sonde di temperatura per le superfici della parete. Nello specifico, si utilizzano 2 sonde di temperatura superficiale in interno e 2 in esterno e si assume nell'analisi dei dati la media fra le due letture, per minimizzare l'effetto di eventuali piccole disomogeneità nella struttura della parete. E' possibile tuttavia utilizzare anche solo una sonda di temperatura (anziché due) nella parete interna, visto che la variabilità nella parete interna è limitata;
- Acquisitore dati o PC;
- Programma di elaborazione.

1.1.Misura utilizzando strumenti tipo BabucA/M

Per eseguire la misura in opera della trasmittanza termica U delle pareti con lo strumento Babuc, è necessario collegare a questo le seguenti sonde:

- 1 sonda flussimetrica da pareti *BSR240*;
- 3 o 4 sonde di temperatura superficiale delle pareti *BST124*.

Le due sonde di temperatura superficiale devono essere posizionate sul lato esterno della parete ed una (o due) sul lato interno, assieme alla sonda flussimetrica.

Al termine delle misure è possibile esportare i dati per mezzo del programma InfoGAP e successivamente rielaborarli con il programma BSZ310-InfoFLUX per il calcolo della conduttanza termica con i metodi delle “medie progressive” o “Black- box”.

Per maggiori informazioni su sonde *BST124* e *BSR240*, si veda la scheda tecnica MW8501.

Kit tipico

		Sensori necessari al calcolo della conduttanza con programma InfoFLUX
1	BSR240	Sensore flussimetrico
3	BST124	Sonde temperatura contatto Pt100, cavo L. 10 m (con Babuc A è possibile utilizzare 4 sonde BST124)
		Data logger
1	BSA020	BabucM
	BSA010	Alternativa a BabucM
		BabucA
1	BSC010	Alimentatore 220 Vac
1	BSH100	Cavo serial
		Software
1	BSZ302	Programma <i>InfoGAP</i> o <i>InfoGAP K Edition</i>
1	BSZ310	Programma <i>InfoFLUX</i> per il calcolo della conduttanza termica.

1.2. Misura multipunto con sensori cordless e acquisitore

La LSI LASTEM dispone di sistemi di misura wireless multipunto che consentono la misura e calcolo della trasmittanza termica U di pareti di edifici industriali o residenziali utilizzando i seguenti strumenti:

- Una sonda flussimetrica da pareti *BSR240*;
- Una (o due) sonda di temperatura superficiale *BST124* per la parete interna (Tis);
- Due sonde di temperatura superficiale *BST124* per la parete esterna (Tes);
- Uno o più trasmettitori cordless *DME809* a cui collegare i sensori sopra indicati; esso provvede a trasmettere i segnali all'elaboratore per il calcolo della trasmittanza;
- Eventuali ripetitori di segnale radio *DEC401/2*;
- Un ricevitore radio *DEC301* per la ricezione delle misurazioni trasmesse dai sensori *DME809* ed il loro invio al sistema di elaborazione;
- Un sistema di elaborazione costituito da un acquisitore *BabucABC* oppure *E-Log* e da un PC in cui sono installati i programmi *InfoGAP (K Edition)* ed *InfoFLUX* per il calcolo della trasmittanza oppure, in alternativa all'acquisitore, lo stesso PC con in funzione il programma *SCRicIG* (vedi §1.3). in quest'ultimo caso il PC è utilizzato per memorizzare i dati acquisiti dai sensori e viene perciò necessariamente lasciato acceso per questa funzione, per tutta la durata del rilievo;
- L'acquisitore *E-Log* o *BabucABC* può anche essere connesso con sensori via cavo (sonda flussimetrica *DPE240* e sonde di temperatura superficiale *DLE124*).

Kit tipico

	N punti di misura, formati ciascuno da:
1	<i>DME809</i> Trasmettitore Cordless (trasmissione radio del segnale)
1	<i>DEC252</i> Antenna
1	<i>BSR240</i> Sensore flussimetrico
3	<i>BST124</i> Sonde temperatura contatto Pt100, cavo L. 10 m
	Ricevitore Cordless
1	<i>DEC301</i> Ricevitore sensori cordless
1	<i>DEC252</i> Antenna
1	<i>DWA601</i> Cavo collegamento ricevitore -- <i>E-Log</i> / <i>BabucABC</i>
	Data logger E-Log
1	<i>ELO310</i> Data logger <i>E-Log</i> da banco
1	<i>DEA260</i> Alimentatore per <i>E-Log</i>
	Data logger Babuc ABC (in alternativa ad E-Log)
1	<i>DGB107</i> Data logger <i>BabucABC</i> , in valigetta portatile
1	<i>DEA260</i> Alimentatore per <i>BabucABC</i>
1	<i>DEB515</i> Cavo seriale
	Programmi
1	<i>BSZ302</i> Programma <i>InfoGAP K Edition</i> per la gestione dei dati acquisiti
1	<i>BSZ310</i> Programma <i>InfoFLUX</i> calcolo della conduttanza della parete
	Opzione:
	Punto di misura con sensori collegati direttamente via cavo all'acquisitore
3	<i>DLE124</i> Sonde temperatura contatto, cavo L. 10 m
1	<i>DPE240</i> Sonda flussimetrica, cavo L. 5 m

1.3. Soluzione con utilizzo di PC locale collegato a sensori via radio (senza data logger)

Questa soluzione prevede l'utilizzo del PC, in alternativa all'acquisitore, per ricevere via radio le misure dalle unità DME809 e memorizzarle per mezzo dei programmi *SCRicIG* (BSZ330) e *InfoGAP* (BSZ302); tale PC viene lasciato acceso per tutta la durata del rilievo.

Le misure memorizzate possono essere trattate successivamente per mezzo del programma BSZ310-InfoFLUX per il calcolo della trasmittanza.

Kit tipico

N punti di misura, formati ciascuno da:

- | | | |
|---|--------|---|
| 1 | DME809 | Trasmettitore Cordless (trasmissione radio del segnale) |
| 1 | DEC252 | Antenna |
| 1 | BSR240 | Sensore flussimetrico |
| 3 | BST124 | Sonde temperatura contatto Pt100, cavo L. 10 m |

Ricevitore Cordless

- | | | |
|---|--------|------------------------------------|
| 1 | DEC301 | Ricevitore sensori cordless |
| 1 | DEC252 | Antenna |
| 1 | DWA601 | Cavo seriale ricevitore-PC |
| 1 | BSC012 | Alimentatore per ricevitore DEC301 |

Software

- | | | |
|---|--------|---|
| 1 | BSZ330 | Programma <i>Scric-IG</i> per memorizzare i dati da sensori DME809 nel data base <i>InfoGAP</i> |
| 1 | BSZ302 | Programma <i>InfoGAP K Edition</i> per la gestione dati acquisiti |
| 1 | BSZ310 | Programma <i>InfoFLUX</i> per il calcolo della conduttanza termica |

2. Caratteristiche tecniche

Sensore BSR240 (o DPE240)

Campo di misura	-50 ÷ 50 W/m ² (quando connesso a Babuc o E-Log)
Elemento sensibile	Termopila
Campo di temperatura	-30 ÷ 70 °C
Diametro	80 mm
Spessore	5 mm
Sensibilità (tipica)	0.050 mV/W*m ²
Resistenza (nominale)	2 Ω
Tempo di risposta	4 min
Dipendenza dalla temperatura	< 0.1 %/°C

Sensore BST124:

Campo di misura	-50 ÷ 80 °C
Elemento sensibile	Pt100 DIN-A
Meccanica	Sonda piatta in bronzo fosforoso
Tempo di risposta (T90*)	10 s
Accuratezza	Vedi tab. <i>Accuratezza Pt100</i>
Cavo	piatto in PVC (-15 ÷ 75 °C)

T90*: misurato da aria a superficie con pasta conduttiva.

Accuratezza Pt100 DIN-IEC751:

Temperatura (°C)	DIN-A (±°C)
-100	0,35
0	0,15
20	0,19
40	0,23
100	0,35

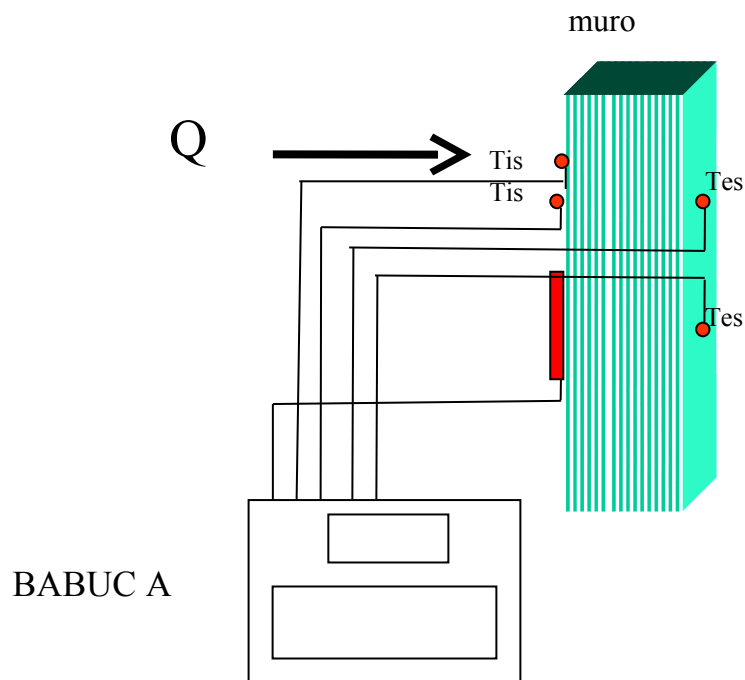
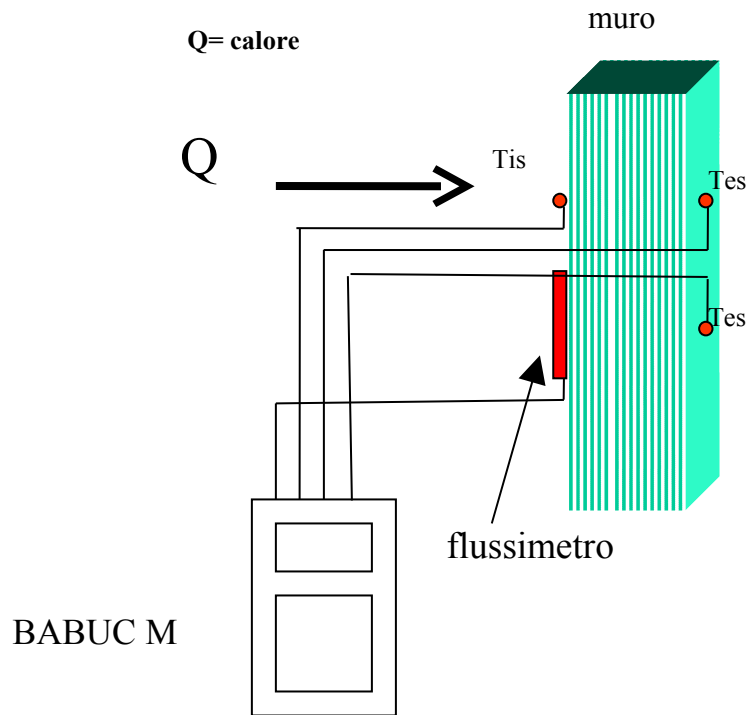
Trasmettitore cordless DME809:

Sezione temperatura esterne	
Campo di misura	-30 ÷ 70 °C
Ingressi 2, 3, 4 con connessione a 3 fili	Pt100
Accuratezza	0.1 %
Risoluzione	0.025 °C
Sezione flusso	
Campo di misura	-50 ÷ 50 W/m ²
Ingresso 1	-3.5 ÷ 3.5 mV
Accuratezza	1.75 μV
Risoluzione	0.1 W/m ²

3.Schemi di connessione

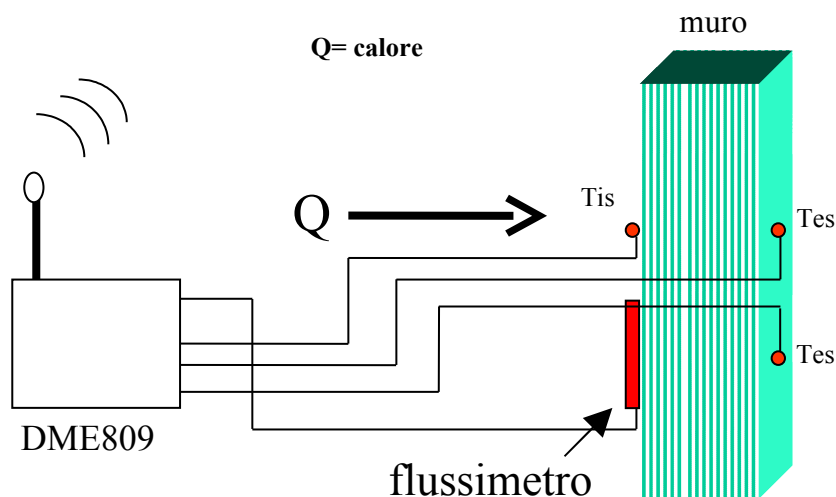
3.1.Connessione per BabucaA/M

Connettere le sonde all'acquisitore BABUC tramite il loro connettore "minidin" come indicato in figura.

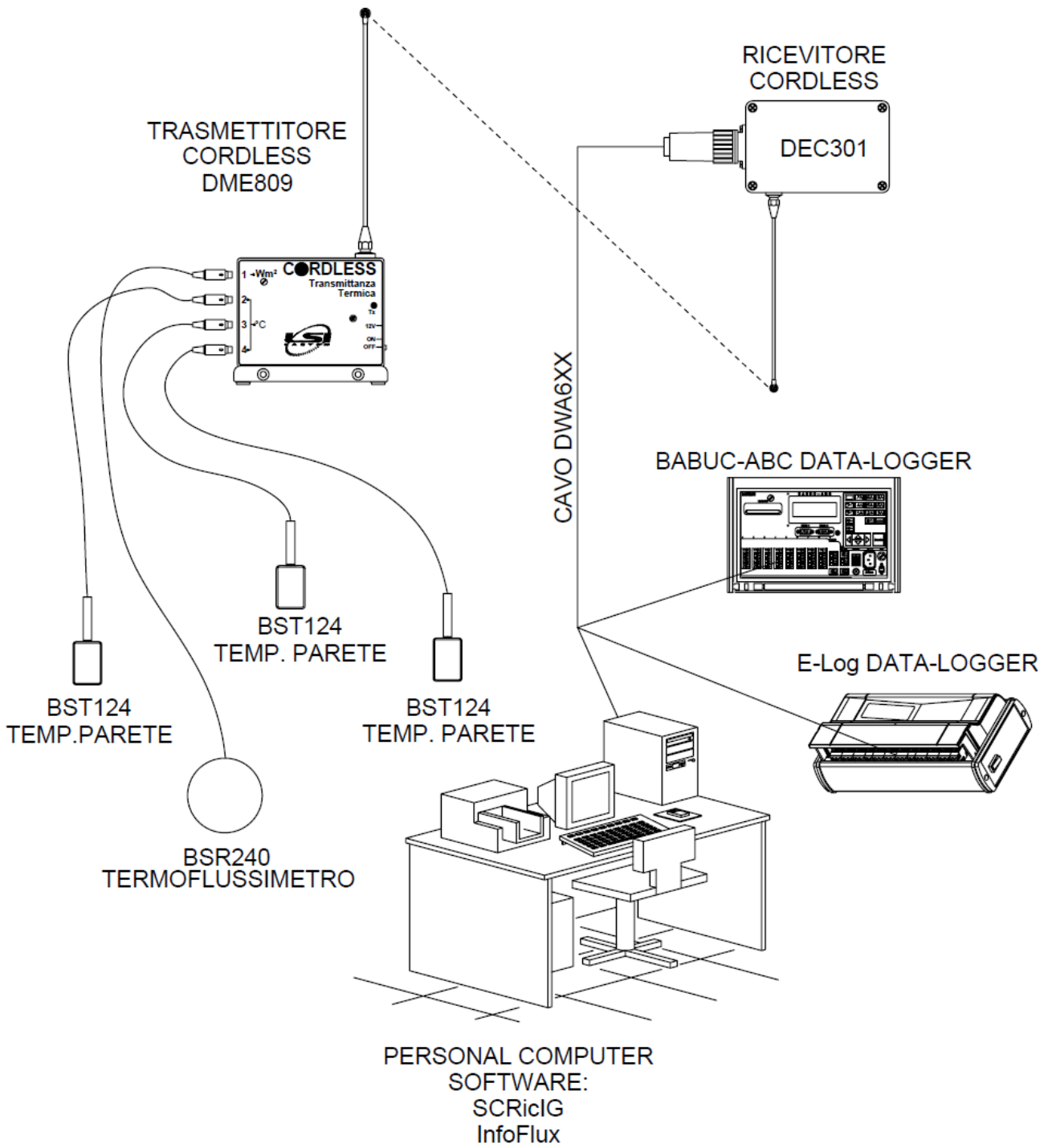


3.2. Schema di connessione per sensore cordless DME809

Connettere le sonde al trasmettitore DME809 tramite il loro connettore “minidin” come indicato in figura.



Il trasmettitore DME809 provvede all'invio dei dati acquisiti ad un PC, oppure verso acquisitori BabucABC e E-Log, tramite il ricevitore radio DME301. Ulteriori informazioni relativamente alla disposizione e caratteristiche degli apparati radio della linea LSI LASTEM “Cordless” sono disponibili nel relativo manuale utente (cod. MW6095).

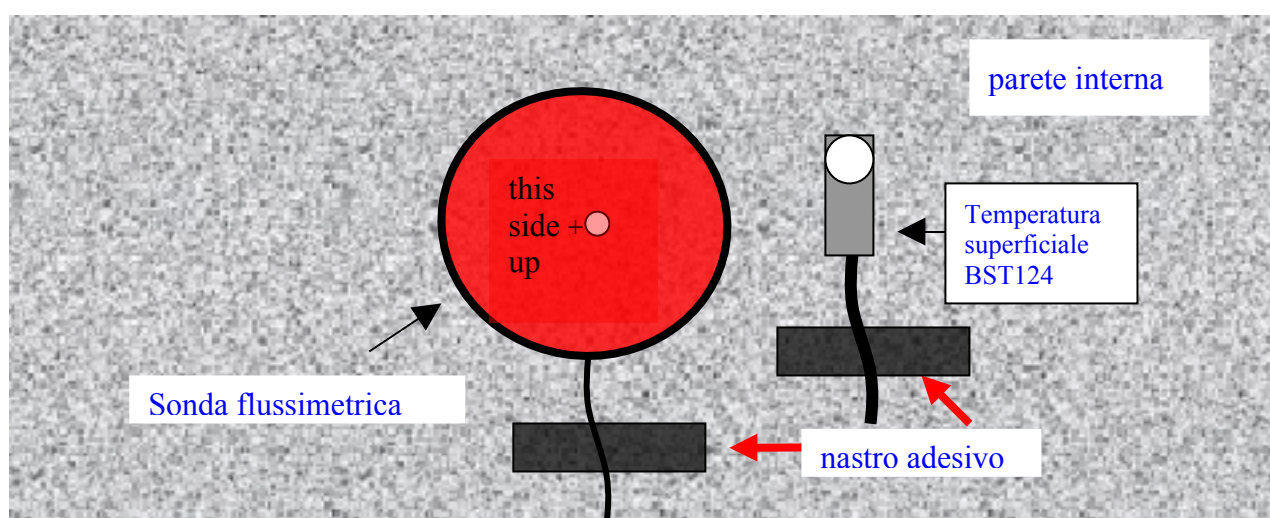


4. Modalità di misura

Posizionare sul lato esterno della parete n. 2 sonde di temperatura superficiale (BST124) e sul lato interno della parete il flussimetro e n. 1 o 2 sonde di temperatura superficiale (BST124).

Predisporre la strumentazione come indicato dai punti seguenti:

1) Il sensore di flusso termico va posizionato sulla parete interna, in una porzione di superficie rappresentativa della parete stessa e lontano da fonti dirette di calore. E' buona norma, infatti, posizionare il flussimetro sul lato interno della parete, per minimizzare gli effetti di disturbo della radiazione solare. La faccia blu del sensore deve essere posizionata sulla parete e la parte rossa con il lato positivo (+) risulterà come in figura. Infatti il flusso termico attraversa la parete (in condizioni invernali) dall'interno verso l'esterno.



La sonda va posizionata sulla parete interponendo la pasta conduttiva BF42 (cod. MM7500) tra il sensore e la parete, per facilitare la conduzione del calore. Il cavetto della sonda può essere fissato al muro in 2 o 3 punti con del nastro adesivo. La pasta conduttiva è molto grassa e quindi non utilizzabile su superfici delicate. Se impossibilitati ad usare la pasta termica, bisogna comunque avere cura che ci sia una buona trasmissione termica della sonda alla parete per evitare un errore della misura (che è comunque dell'ordine di qualche valore percentuale). E' possibile porre del nastro adesivo, preferibilmente scotch di carta, sul bordo del flussimetro, senza coprire l'elemento sensibile posto al centro della sonda.

Il sensore misura il flusso termico solo in corrispondenza del suo punto di posizionamento, risulta quindi fondamentale applicarlo in una porzione di superficie rappresentativa della "parete corrente". Per non avere effetti di bordo, è necessario evitare le zone vicine agli spigoli o con anomalie di carattere fisico o geometrico (pilastri, strutture portanti, condotti, interruzione dell'isolante, ponti termici); a riguardo, è opportuno effettuare un sopralluogo iniziale e visionare la planimetria dell'edificio, se disponibile. Si consiglia di rispettare una distanza di rispetto di 60 - 70 cm da qualsiasi tipo di discontinuità. E' necessario inoltre di effettuare uno screening iniziale delle temperature della parete (tramite sonde di temperatura superficiali a contatto, ad infrarossi o termocamere) al fine di assicurarsi di posizionare il sensore in una porzione di parete omogenea, con variazioni spaziali di temperatura limitate e di evitare i ponti termici.

2) Posizionare, in prossimità del flussimetro, n. 1 o 2 sonde superficiali di temperatura a contatto nel lato interno della parete e n. 2 sonde superficiali di temperatura a contatto nel lato esterno. E' necessario curare la perfetta adesione con la parete nella posa di tutti i sensori; utilizzare, quando possibile, della pasta conduttiva per il calore, al fine di ridurre la resistenza termica di contatto e fissare le BST124 ed i cavi con del nastro adesivo (preferibilmente scotch di carta). Il materiale di fissaggio impiegato per la posa dei sensori dovrebbe presentare le stesse caratteristiche radiative delle superfici delle pareti.

E' opportuno evitare che i sensori posizionati sulla parete esterna, siano investiti direttamente dalla radiazione solare; il diverso comportamento ottico indurrebbe, infatti, errori di misura. A riguardo si consiglia di scegliere, quando possibile, una parete orientata a nord o nord-est; collocare le BST124 in una zona di parete soggetta ad elevato ombreggiamento e rivestire le BST124 con materiali con caratteristiche ottiche simili a quelle della parete.

3) La misura della trasmittanza non è immediata ma richiede del tempo, da alcune ore a diversi giorni e delle determinate condizioni al contorno.

La sperimentazione deve essere effettuata durante una stagione in cui vi siano forti differenze di temperatura fra ambiente interno ed esterno (differenza di circa 8° - 10°C tra interno ed esterno) in modo da avere valori di flusso elevati ed un sistema meno sensibile ai disturbi esterni. Per utilizzare il metodo delle media progressive è necessario disporre di condizioni al contorno stazionarie. Per facilitare il raggiungimento di questa condizione favorevole, può risultare vantaggioso, ad esempio, tenere l'impianto di riscaldamento ambientale sempre acceso durante la misura nel periodo invernale.

I tempi di campionamento tipici della misura della trasmittanza termica sono di 15 minuti; la durata del rilievo varia dai 3 ai 7 giorni, o più, a seconda del tipo di parete e delle condizioni di temperatura. Si consiglia di scaricare i dati su PC e di visionare il risultato della misura, prima di interrompere il rilievo.

5. Programmazione di Babuc A/M

Impostare in BABUC il valore del fattore di calibrazione del flussimetro BSR240, ricavabile dal certificato di calibrazione del sensore (in certi casi è riportato sul cavo stesso). Il fattore di calibrazione deve essere inserito nella opzione "SISTEMA - FATTORE CALIBRAZIONE" con valore espresso in mV. Se il valore di calibrazione riportato sul certificato è espresso in μV , risulta quindi necessario dividerlo per 1000 prima di inserirlo in Babuc.

Avviare un *Rilievo Normale* con rata di acquisizione dei sensori di 15 minuti.

Per l'utilizzo dello strumento BABUC A/M si rimanda al Manuale utente dello strumento.

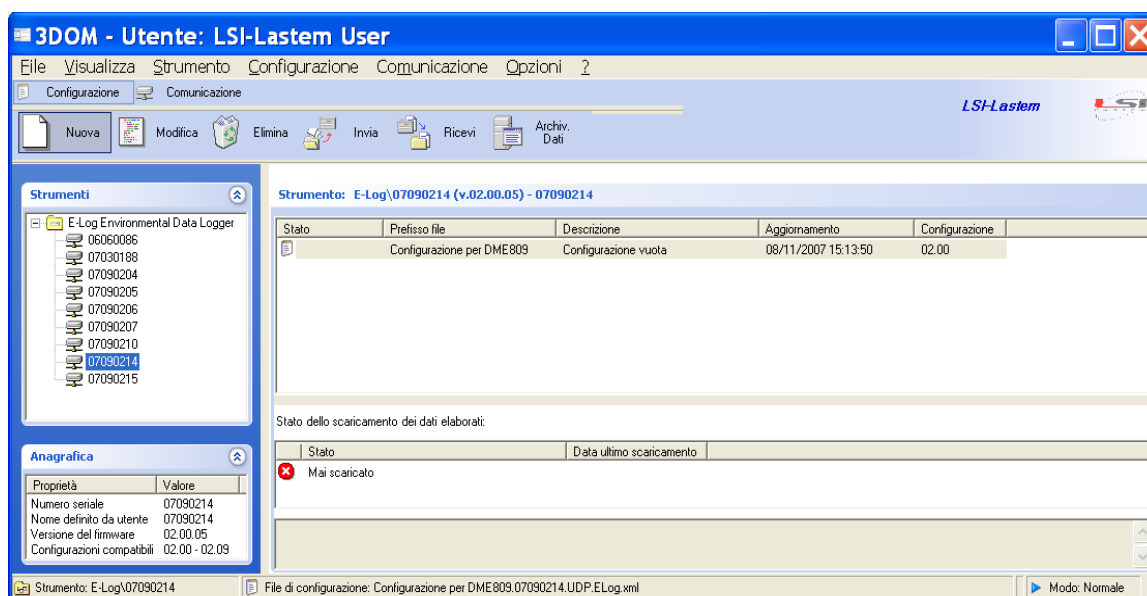
6. Configurazione di E-Log

Se l'acquisitore E-Log è utilizzato come sistema di acquisizione è necessario che esso sia correttamente configurato tramite il programma 3DOM per acquisire i dati trasmessi dai sensori cordless. Si faccia riferimento alla guida in linea del programma per i dettagli relativi alle procedure di trasferimento della configurazione, e ai manuali utente dell'acquisitore E-Log e della linea di sensori Cordless.

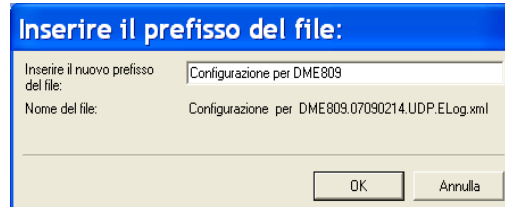
Qui di seguito sono indicate le operazioni necessarie per configurare lo strumento E-Log in modo appropriato.

6.1.1. Modifica della configurazione

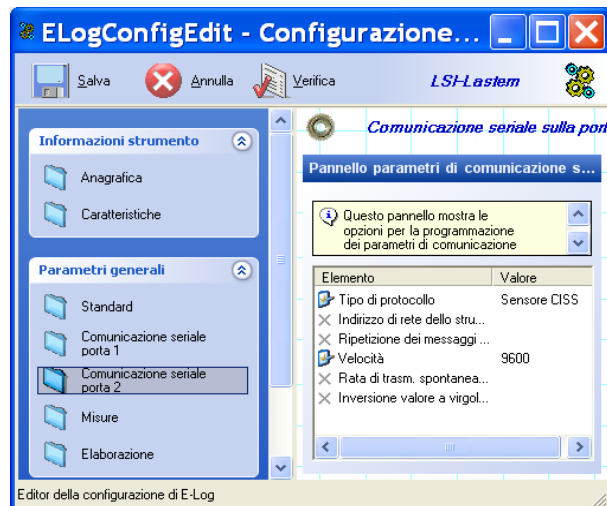
1. Avviare il programma 3DOM; selezionare lo strumento da configurare; premere *Configurazione, Nuova*;



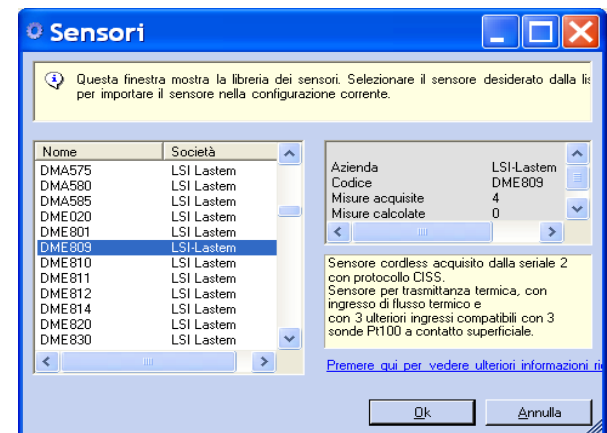
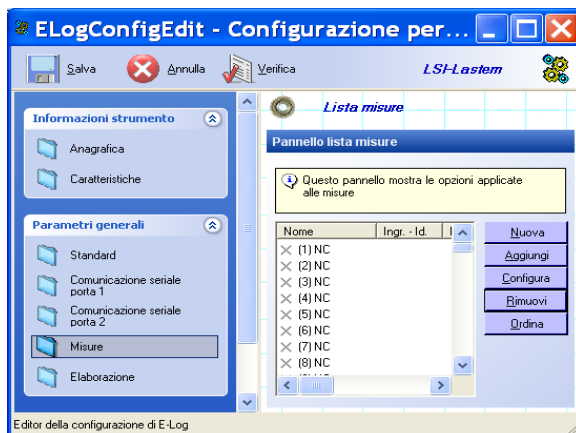
2. Selezionare il modello di configurazione vuota e premere *Ok*; Inserire il prefisso del file (per esempio *Configurazione per DME809*);



3. Selezionare la configurazione appena creata (vedi maschera al punto 1); e premere *Modifica*; selezionare *Comunicazione seriale porta 2*; e impostare i parametri come nella maschera sotto a destra (Tipo di protocollo: *Sensore CISS*, Velocità: *9600bps*);

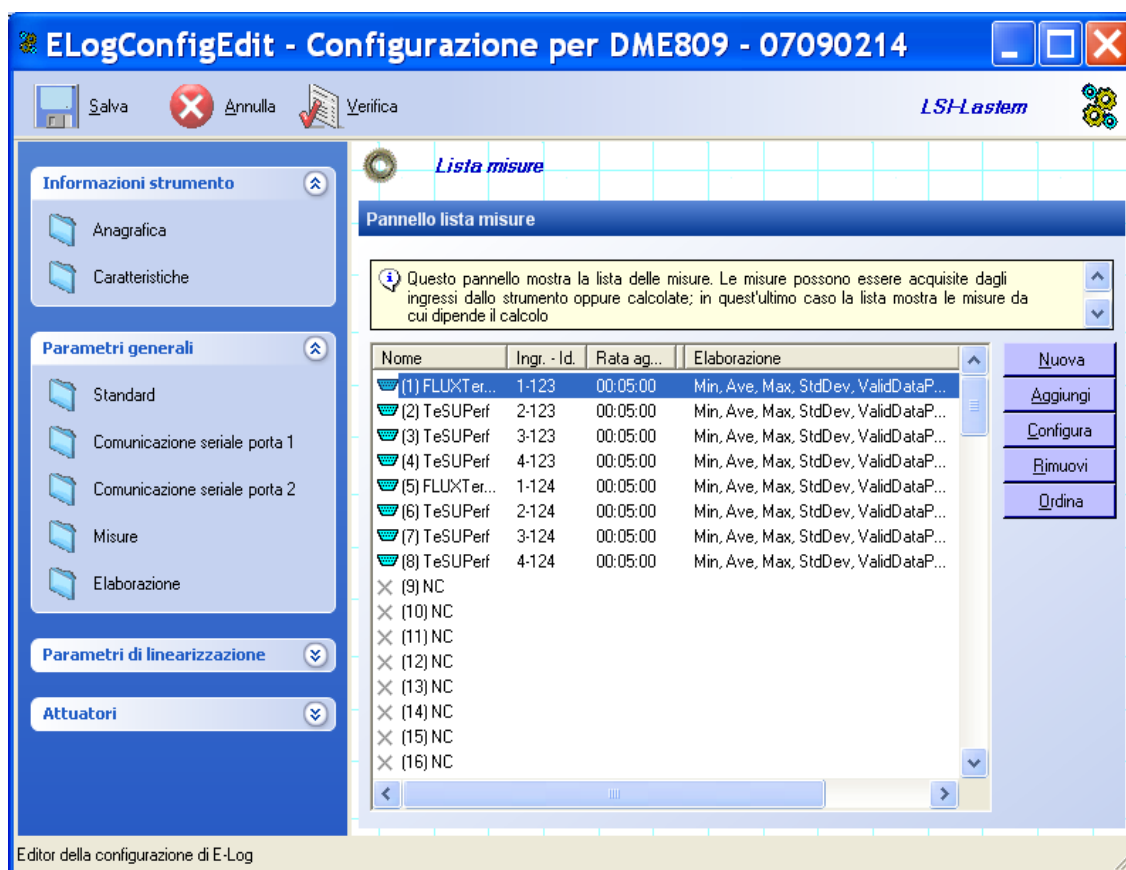
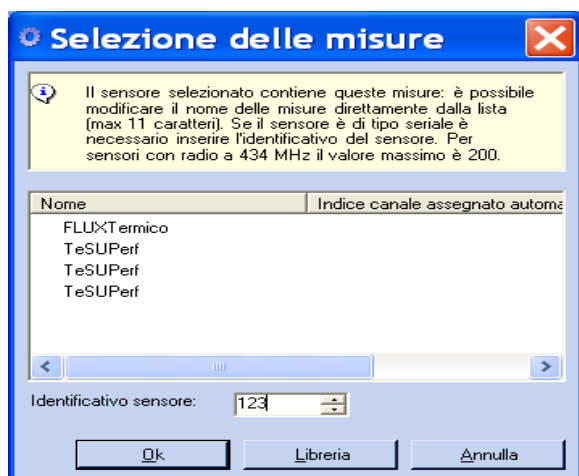


4. Selezionare *Misure*; premere *Aggiungi*, comparirà la maschera dei sensori prodotti dalla LSI LASTEM, selezionare il sensore DME809 e premere *Ok*;



5. Impostare l'*Identificativo sensore*: normalmente esso corrisponde alle ultime 3 cifre del numero di serie riportato sul contenitore del sensore (es. 123 se numero di serie 0709123);

premere *Ok*; ripetere il punto per tutti i sensori da configurare (max. 24 DME809); al termine premere *Salva*;



6.1.2. Trasferimento della configurazione

Per spedire la configurazione a E-Log procedere nel seguente modo:

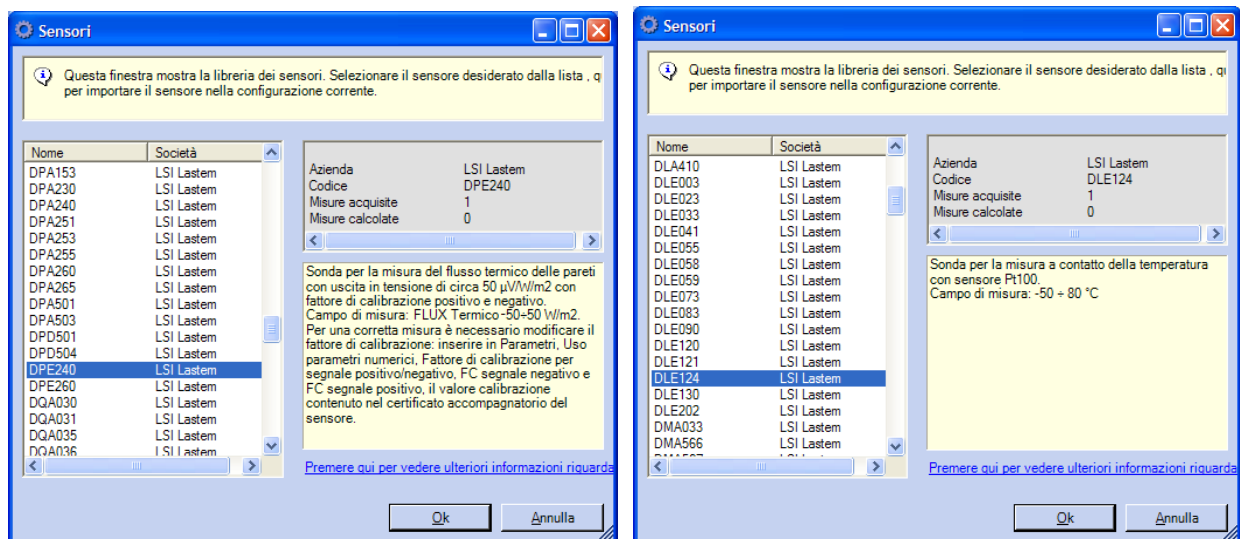
1. Collegare il cavo seriale alla RS232 del PC alla seriale 1 di E-Log, e verificare i parametri di comunicazione;
2. Alimentare lo strumento E-Log e accenderlo;

3. Dalla maschera principale, selezionare la nuova configurazione appena approntata, e premere *Configurazione - Invia*; attendere il termine del trasferimento; attenzione: questa operazione determina la cancellazione nello strumento dei dati precedentemente elaborati; se necessario procedere al loro scaricamento prima di avviare questa operazione;
4. Ora è possibile verificare, l'acquisizione dei dati: collegare il ricevitore DEC301 con apposito cavo, alimentarlo, accenderlo, collegare le sonde di flusso e di temperatura a tutti i sensori DME809 e accenderli (vedi manuale sistema cordless per le varie tipologie di connessione);
5. Al termine delle connessioni verificare sul display di E-Log i valori acquisiti dai sensori e dallo strumento.

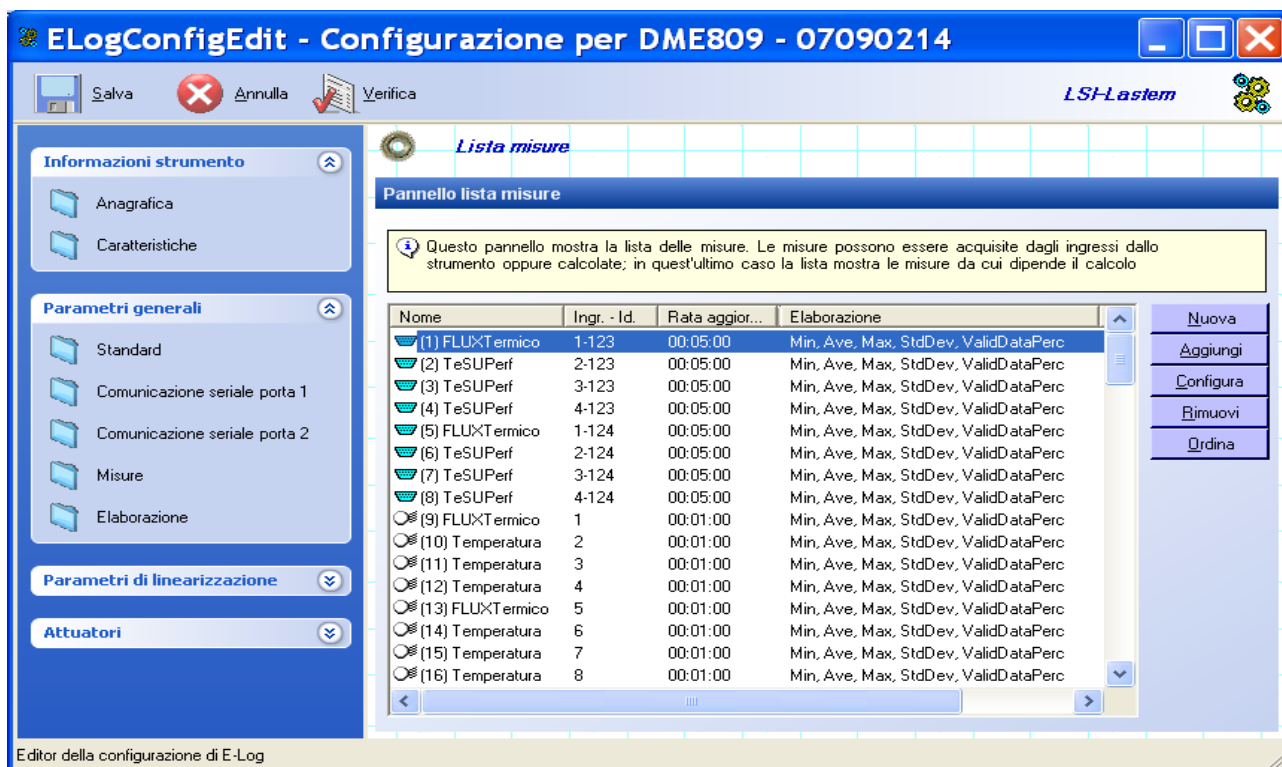
6.1.3. Configurazione degli ingressi da morsettiera

Se E-Log è utilizzato per acquisire sensori del tipo DPE240 e DLE124 connessi alla sua morsettiera (di tipo analogico), procedere alla modifica della configurazione come qui indicato:

1. Dalla maschera principale di 3DOM selezionare la configurazione da modificare, oppure crearne una nuova; procedere come descritto al §6.1.1;
2. Premere *Aggiungi* e selezionare il sensore di flusso DPE240; procedere seguendo le istruzioni della maschera per modificare il fattore di calibrazione del sensore da collegare all'ingresso 1 della morsettiera;
3. Premere *Aggiungi* e selezionare il sensore di temperatura DLE124 da collegare all'ingresso 2 e premere Ok; ripetere questa operazione per gli ingressi 3 e 4;
4. Ripetere il punti 2, 3 per le eventuali ulteriori sonde connesse;



5. Al termine della configurazione salvare la configurazione e trasferirla a E-Log;



6.1.4. Connessione delle sonde

Spegnere lo strumento e collegare le sonde configurate agli appositi morsetti, come da tabella allegata:

MORSETTIERA								
Ingresso analogico	Segnale				GND	Attuatore		
	A	B	C	D		Numero	+V	0 V
1	1	2	3	4	7	1	5	6
2	8	9	10	11				
3	12	13	14	15	18	2	16	17
4	19	20	21	22				
5	34	35	36	37	40	3	38	39
6	41	42	43	44				
7	45	46	47	48	51	4	49	50
8	52	53	54	55				

- Ingresso 1: collegare il filo bianco al morsetto B e il filo verde ai morsetti C e D della sonda di flusso DPE240.
- Ingresso 2: collegare i fili 1-1 ai morsetti A e B e i fili 2-2 ai morsetti C e D della sonda di temperatura DLE124.
- Ingresso 3: collegare i fili 1-1 ai morsetti A e B e i fili 2-2 ai morsetti C e D della sonda di temperatura DLE124.
- Ingresso 4: collegare i fili 1-1 ai morsetti A e B e i fili 2-2 ai morsetti C e D della sonda di temperatura DLE124.
- Ingresso 5: collegare il filo bianco al morsetto B e il filo verde ai morsetti C e D della sonda di flusso DPE240.

- Ingresso 6: collegare i fili 1-1 ai morsetti A e B e i fili 2-2 ai morsetti C e D della sonda di temperatura DLE124.
- Ingresso 7: collegare i fili 1-1 ai morsetti A e B e i fili 2-2 ai morsetti C e D della sonda di temperatura DLE124.
- Ingresso 8: collegare i fili 1-1 ai morsetti A e B e i fili 2-2 ai morsetti C e D della sonda di temperatura DLE124.
- Accendere E-Log e verificare i dati acquisiti, per maggiori informazioni vedi Manuale utente E-Log.

7. Programmazione di BabucABC

Il sensore DME809 deve essere abilitato al suo funzionamento con gli acquisitori BabucABC o E-Log. Dovendo utilizzare BabucABC come sistema di acquisizione, è necessario modificare la sua configurazione per mezzo del modulo *ABCSetup*; questo modulo è tipicamente installato insieme al programma *InfoGAP*.

Qui di seguito sono indicate le operazioni necessarie per configurare lo strumento BabucABC in modo appropriato.

7.1.1. Configurazione dei codici operativi

Per l'utilizzo dei sensori cordless DME809, i codici operativi già programmati più appropriati alle caratteristiche delle grandezze acquisite sono:

091 – Temperatura
092 – TeSUpeRFIC.

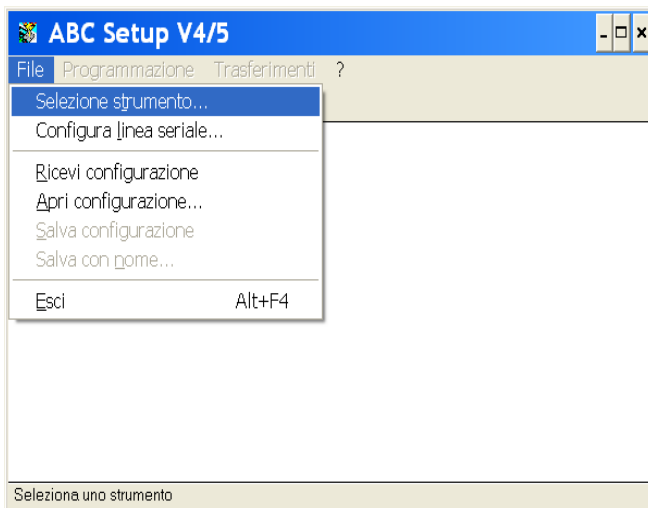
Questi codici operativi potranno essere utilizzati da tutti i sensori cordless con identica rata di acquisizione (5 min); in caso di bisogno di differenti rate di acquisizione o test differenti, sarà necessario scegliere ulteriori codici operativi e riprogrammarli di conseguenza; quelli più idonei per essere modificati con il programma *Setup* (come descritto sotto) sono:

011 – Temperatura
013 – TeSUpeRFIC.
014 – Temperatura
021 – Temperatura
022 – TeSUpeRFIC.
023 – Temperatura
024 – TeSUpeRFIC.
025 – Temperatura
026 – TeSUpeRFIC.
027 – Temperatura
028 – TeSUpeRFIC.
029 – Temperatura
030 – TeSUpeRFIC.
061 – FLUX TERMICO

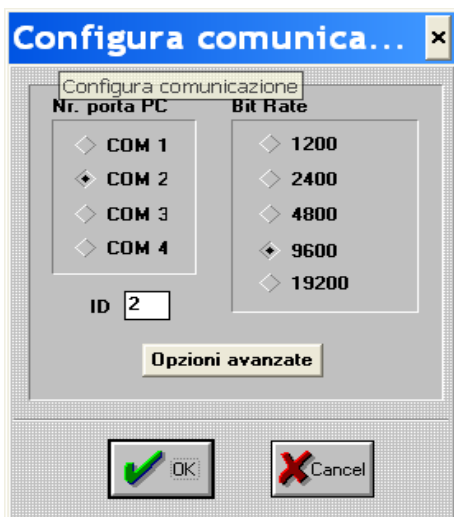
Nota: i codici operativi utilizzati per i sensori cordless non potranno essere contemporaneamente utilizzati da sensori con uscita analogica o digitale.

Per la programmazione di nuovi codici operativi operare come segue:

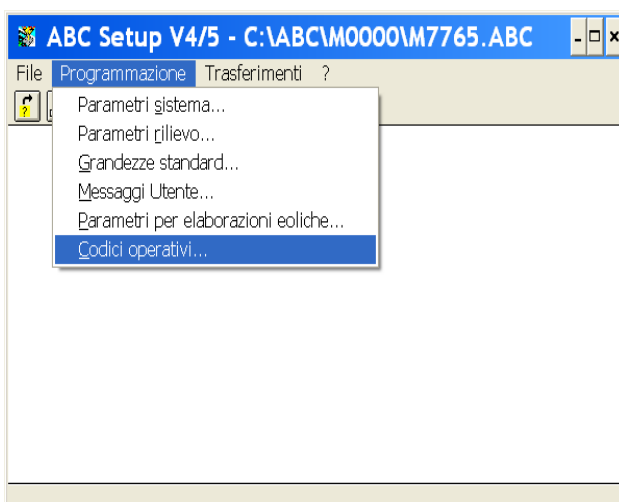
1. Verificare che sia installato su PC il modulo *ABCSetup* contenuto nel programma *InfoGAP* dal CD *Prodotti LSI LASTEM*;
2. Dal menu *Programmi* di Windows selezionare ed avviare il programma *LSI-Lastem – InfoGAP - Babuc ABC - Setup V4-5*;



3. Selezionare la matricola dello strumento e premere OK;



4. Dal menu iniziale selezionare *Configura linea seriale*;
5. Connettere il cavo DEB515 alla seriale 1 del BabucABC e alla seriale del PC prima selezionata;
6. Dal menu *File* selezionare *Ricevi configurazione* (BabucABC non deve avere il rilievo avviato); attendere la ricezione della configurazione;



7. Selezionare il menu *Programmazione - Codici operativi* ed aprire il 61 FLUX TERMICO e premere OK;

Codice operativo: 61 - FLUX TERMICO W/m2

Testo
 FLUX TERMICO
 Unita' di Misura
 W/m2

Temporizzazione
 oo mm ss
 0 15 0 Acquisizione
 oo mm ss
 0 0 0 Attuazione

Elaborazioni
 MinMedMaxDvStW
 MinMedMaxDvStW
 Nessuna
 Nessuna
 Nessuna
 Copia Elaborazioni ...

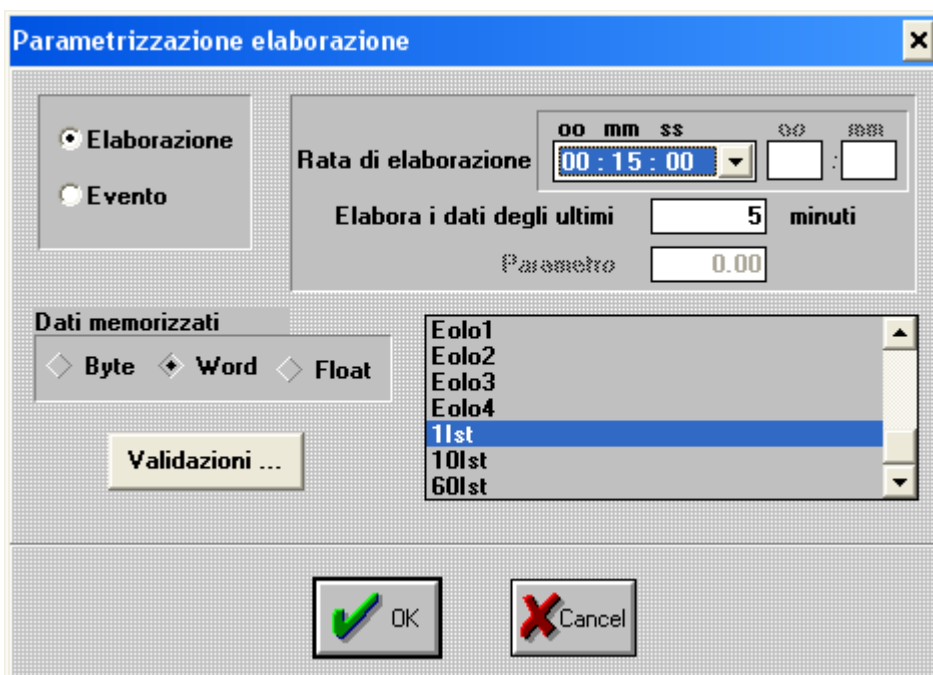
Visualizzazione
 0.
 0.0
 0.00
 0.000
 0.0000
 Invalidazioni ...

Ingegnerizzazioni
 Con limiti di scala
 Ingresso [] ÷ []
 Uscita [] ÷ []
 OFF Stato soglia ON
 [] [] []

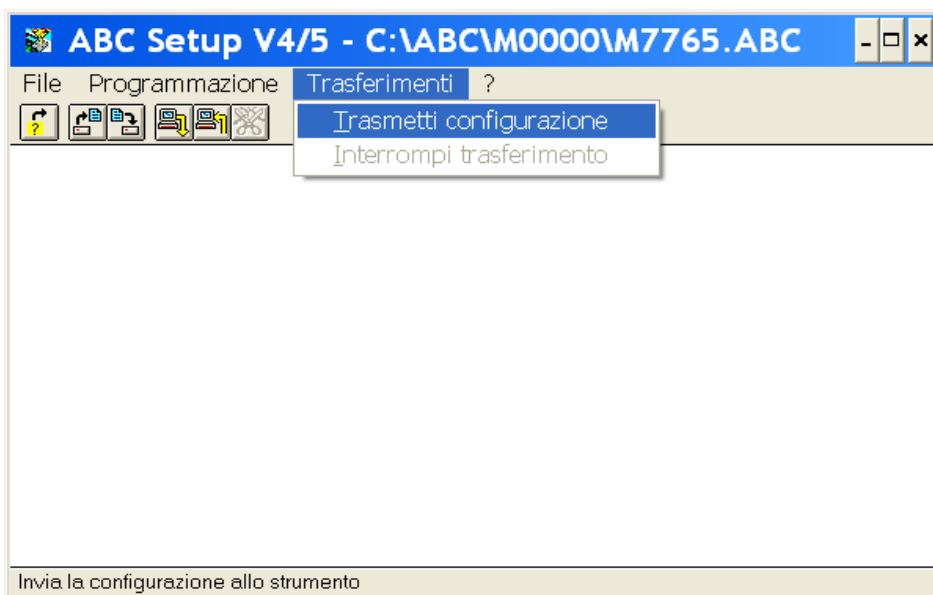
Tipo Fisico-Elettrico
 Sensore seriale LSI
 Tensione di batteria
 Sensore seriale LSI
 Sensore seriale Wivis
 Termores. -50÷500 °C
 OK Cancel

Linearizzazione/correzione
 Nessuna

8. Nella seguente maschera modificare:
- Testo* della grandezza (es. TeEXTNord1, TeINTSud2, max 12 caratteri);
 - Temporizzazione - Acquisizione*: corrispondente a quella programmata nel sensore cordless (def. 15 minuti);
 - Ingegnerizzazione Con limiti di scala*: non spuntata (disabilitata);
 - Tipo Fisico - Elettrico*. sensore seriale LSI;
 - Linearizzazione/correzione*: nessuna.
 - Per quanto riguarda le elaborazioni prodotte, è utile rimuovere l'elaborazione giornaliera, in quanto non utilizzata (togliere la spunta dalla casella della seconda riga *Elaborazioni*, sopra indicata con *MinMedMaxDvStW*), ed invece è necessario modificare l'elaborazione oraria (prima riga *MinMedMaxDvStW*), in modo che diventi un'elaborazione di tipo *Ist* con rata 15 minuti:



9. Con la stessa procedura è possibile modificare i nomi e le caratteristiche delle altre 3 temperature utilizzando i Codici Operativi prima consigliati;
10. Trasmettere la nuova configurazione a BabucABC.



7.1.2. Programmazione degli ingressi

Quando BabucABC è stato correttamente configurato dal programma Setup, è necessario procedere alla programmazione dei suoi ingressi, cioè bisogna indicare quali saranno i sensori che dovrà campionare ed elaborare. Questa operazione si svolge localmente allo strumento, mediante la sua tastiera ed il suo display.

1. Entrare nel menù di BabucABC *Sistema-Config. Ingressi*;
2. Selezionare il codice operativo precedentemente programmato;
3. Inserire il numero dell'identificativo ID (tipicamente corrispondente alle ultime 3 cifre della matricola del sensore cordless) ed il numero di canale della grandezza acquisita, come da tabella seguente (ID 123, 124 e 125 sono indicati come esempio; dovranno corrispondere agli effettivi ID dei sensori cordless utilizzati):

Cod. LSI LASTEM	Grandezza	N° canale Babuc con numerazione automatica	ID cordless	Ingresso cordless
<i>DME809</i> <i>ID 123</i>	Flusso ingr. 1	11	123	1
	Temperatura ingr. 2	12	123	2
	Temperatura ingr. 3	13	123	3
	Temperatura ingr. 4	14	123	4
<i>DME809</i> <i>ID 124</i>	Flusso ingr. 1	15	124	1
	Temperatura ingr. 2	16	124	2
	Temperatura ingr. 3	17	124	3
	Temperatura ingr. 4	18	124	4
<i>DME809</i> <i>ID 125</i>	Flusso ingr. 1	21	125	1
	Temperatura ingr. 2	22	125	2
	Temperatura ingr. 3	23	125	3
	Temperatura ingr. 4	24	125	4

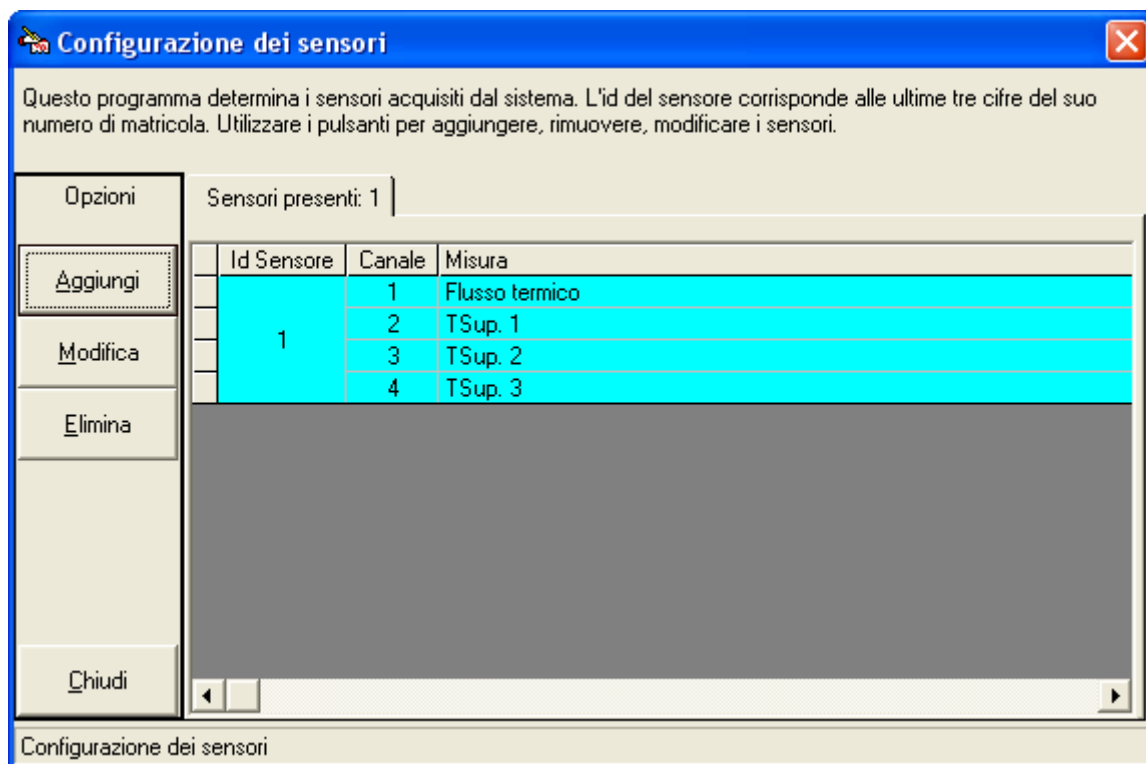
4. Avviare infine il rilievo e verificare la corretta acquisizione dei dati dai sensori tramite la visualizzazione dei valori istantanei delle misure (attendere il tempo necessario al sistema per il campionamento dei dati, tipicamente il doppio della rata di acquisizione impostata).

8. Uso di SCRicIG

L'applicazione *SCRicIG* può essere utilizzata in sostituzione dei datalogger *E-Log* ed *BabucABC*, qualora sia possibile lasciare il PC acceso presso il sito dove è in corso la rilevazione delle misure e, per sicurezza, garantendone la continuità di funzionamento anche in assenza di alimentazione da rete. Tipicamente un PC portatile rappresenta una soluzione idonea per questo scopo.

L'installazione del programma *InfoGAP K Edition* consente di ottenere facilmente una configurazione pronta all'uso, in cui sia già predisposto l'utilizzo di uno o più sensori *DME809*. Al termine della procedura di installazione del programma sarà avviato automaticamente il programma *KConfig*, che determina la configurazione dei sensori *DME809* utilizzati.

Prima di installare il programma *InfoGAP K Edition*, assicurarsi che nel PC non vi sia già installato *InfoGAP*.



Il programma considera già dall'inizio l'utilizzo di almeno un sensore *DME809*; volendo è possibile aggiungere altri sensori *DME809* premendo il bottone *Aggiungi*. In ogni caso è necessario specificare, per ogni sensore nella lista, il relativo *Id*, che lo contraddistingue in modo univoco; per fare ciò selezionare dapprima il sensore nella lista, quindi premere il bottone *Modifica*; l'*Id* del sensore corrisponde alle ultime tre cifre del numero di matricola, riportato sul retro del contenitore del sensore stesso.

Al termine della procedura chiudere l'applicazione *KConfig*. Il programma *SCRicIG* è ora pronto per essere avviato: come impostazione predefinita esso utilizza la linea seriale 1 del PC; nel caso si utilizzasse un'altra porta seriale, eseguire la modifica di questo parametro direttamente dall'applicazione *SCRicIG*; fare riferimento alla sua guida in linea per i relativi dettagli.

9. Utilizzo dei programmi di elaborazione InfoGAP e InfoFLUX

L'elaborazione dei dati raccolti dal sistema avviene per mezzo dei programmi *InfoGAP* e *InfoFLUX*. Il primo, disponibile anche nella versione *K edition*, esegue la registrazione in un archivio dei dati campionati dai sensori (sia essi provenienti dagli acquisitori *Babuc A/M*, *E-Log* e *BabucABC*, sia registrati dall'applicazione *SCRicIG*) e consente di farne una prima valutazione, in termini di andamento del tempo; il secondo è dedicato invece al calcolo della trasmittanza termica. L'accoppiamento dei due programmi avviene mediante l'esportazione su file ASCII dei dati da parte di *InfoGAP* ed importazione dello stesso file da parte di *InfoFLUX*.

InfoFLUX richiede una precisa sequenza delle colonne dei dati contenuti nel file ASCII:

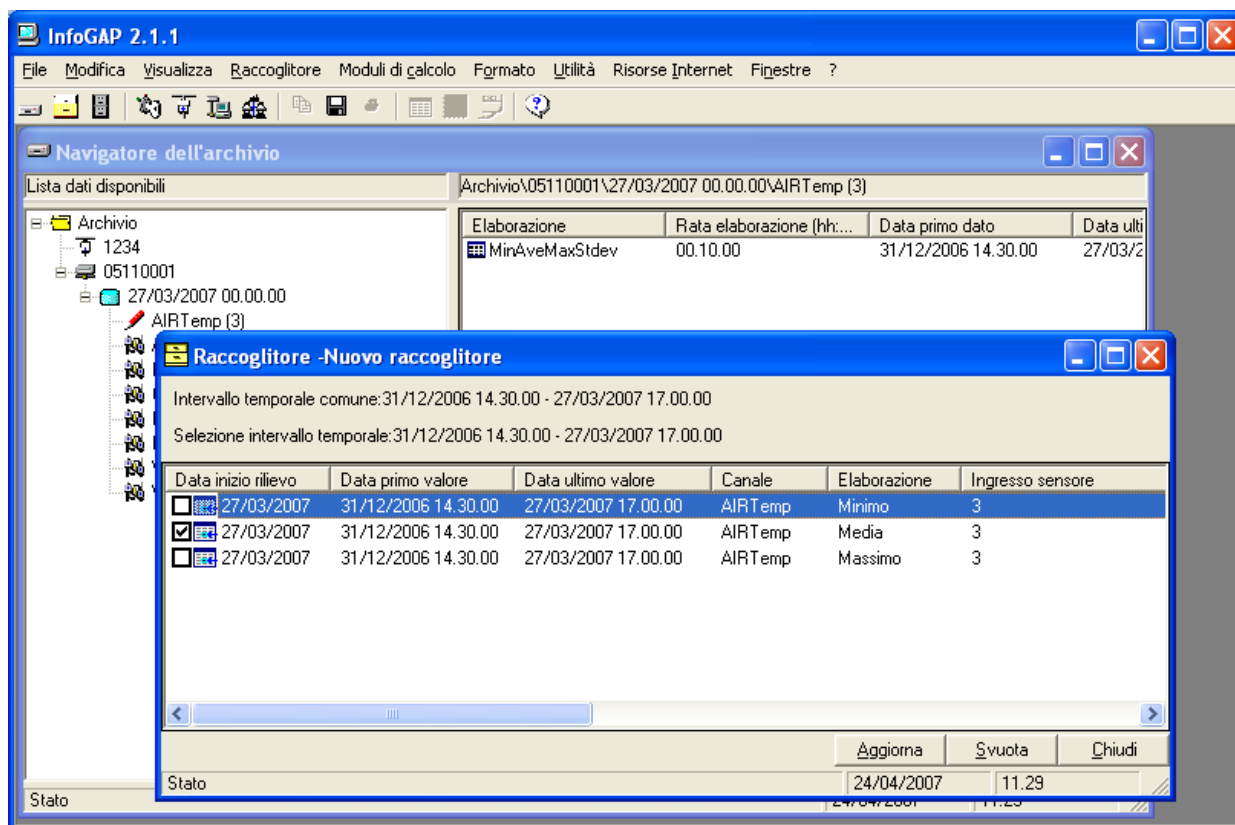
Colonna 1: data / ora;
Colonna 2: flusso;
Colonna 3: temperatura interna;
Colonna 4: temperatura esterna 1;
Colonna 5: temperatura esterna 2.

Se sono state utilizzate 4 sonde di temperatura, la sequenza delle colonne dei dati è la seguente:

Colonna 1: data / ora;
Colonna 2: flusso;
Colonna 3: temperatura interna 1;
Colonna 4: temperatura interna 2;
Colonna 5: temperatura esterna 1;
Colonna 6: temperatura esterna 2.

quindi l'esportazione da *InfoGAP* deve essere ottenuta seguendo le operazioni qui indicate:

- 1) Avviare il programma *InfoGAP*; si considera che i dati provenienti dagli strumenti di acquisizione siano già stati memorizzati nell'archivio del programma;
- 2) Selezionare dal navigatore dell'archivio lo strumento ed il relativo rilievo contenente i dati da analizzare;
- 3) Selezionare la grandezza *Flusso termico* e, tramite il tasto destro del mouse o dal menu *Modifica*, inserirla nel raccoglitore (*Inserimento nel raccoglitore*); una nuova finestra si aprirà indicando che tutti gli elementi di elaborazione di quella grandezza (tipicamente i valori minimi, medi e massimi) sono selezionati per le successive elaborazioni; di queste rendere attiva la casella di spunta per il solo valore medio (l'unico che interessa al programma *InfoFLUX*); oppure se l'acquisitore è stato programmato per memorizzare il solo valore istantaneo ogni 15 minuti, lasciare pure inalterata l'unica casella di spunta già selezionata;



- 4) Ritornare nel navigatore e ripetere la precedente operazione seguendo nell'ordine la scelta delle grandezze *Temperatura interna (due, se disponibili)*, e successivamente le due *Temperatura esterna*; le grandezze *Temperatura* possono essere state assegnate con lo stesso nome, quindi per determinare quale delle due è quella interna, utilizzare il numero di canale di acquisizione dello strumento; è inoltre possibile eseguire, direttamente dal programma *InfoGAP*, un'anteprima grafica dalla quale è possibile notare immediatamente l'andamento della grandezza nel tempo, caratteristico sia per la temperatura interna che per quella esterna;
- 5) Tornando al raccoglitore selezionare l'intervallo (*Seleziona Intervallo*) di elaborazione (menu *Raccoglitore* oppure premere il tasto destro del mouse sulla finestra del raccoglitore); se si desidera, impostare l'ora di inizio del periodo in modo che sia arrotondata al quarto d'ora (es. 15:00, 15:30, 15:45);
- 6) Selezionare l'opzione *Elabora i dati originali ogni*, indicando un periodo di elaborazione di 15 minuti (0-0-15-0) ed assicurandosi che sia spuntata la casella *Rielabora solo la media dei dati istantanei*; Selezionare l'opzione *Utilizza i dati originali* nel caso in cui siano stati memorizzati i valori istantanei ad intervalli di 15 minuti.
- 7) Eseguire l'estrazione dei dati e, al fine di una rapida verifica, visualizzarne il contenuto in una tabella (premendo il tasto destro del mouse sulla finestra del raccoglitore e selezionando *Tabella*); essa dovrà mostrare i dati raccolti dal sistema nel periodo specificato;
- 8) Se la tabella mostra i dati attesi, eseguirne l'esportazione: ritornare nel raccoglitore e, premendo il tasto destro del mouse sulla sua finestra, selezionare il comando *Salva su file...* (il comando è disponibile per versioni di *InfoGAP* uguali o successive alla 2.1.2.0); indicare il nome di un file di testo, nuovo o esistente, che al termine dell'operazione di esportazione conterrà i dati rilevati; si consiglia di salvare il file di testo all'interno della cartella Programmi/InfoFlux/DATI.

- 9) Avviare l'applicazione *InfoFLUX*; eseguire tramite il bottone *Importa dati* l'importazione del file precedentemente creato; operare quindi nel programma per ottenere le elaborazioni richieste.

Per ulteriori informazioni sulle operazioni sopra elencate fare riferimento ai manuali dei rispettivi programmi.

9.1.Programma InfoFlux

InfoFlux è un programma, realizzato in collaborazione con ANIT (Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico), per la valutazione della trasmittanza termica di una struttura, a partire da misure in opera del flusso termico e delle temperature superficiali del lato interno ed esterno della struttura. Il programma permette di importare i dati misurati con gli acquisitori ed i sensori LSI LASTEM, elaborarli e calcolare la conduttanza della struttura per mezzo di due metodi: il metodo delle medie progressive e un metodo di identificazione di tipo black box.



9.1.1.Immissione dei dati

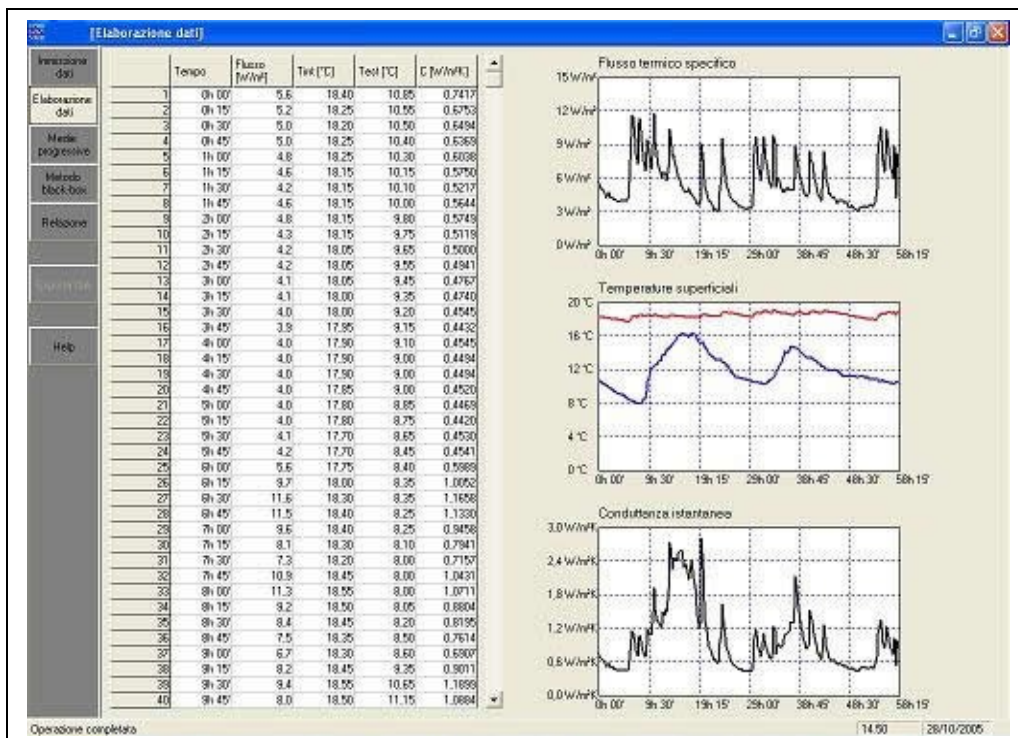
Premendo il pulsante *Importa dati*; apparirà la finestra *Numero canali* per selezionare il numero di canali utilizzati: 5 canali (flusso, 2 temperature interne, 2 temperature esterne) o 4 canali (flusso, 1 temperatura interna, 2 temperature esterne). Apparirà in seguito la finestra di dialogo *Apri* che permette di selezionare il file di testo dei dati generato con il programma InfoGAP, come descritto nel paragrafo precedente

The screenshot shows a software window titled "[W:\Tepa\www\KICLAUDIA\SOFTWARE\SUBIDA\TP\Prova caso.TXT]". On the left, there is a menu with options like "Inserimento dati", "Elaborazione dati", "Metodo progressivo", "Metodo block-box", "Ritorno", and "Esportazione". The "Inserimento dati" option is highlighted with a red circle. The main area contains a table with the following columns: "Data", "Ora", "Flusso [W/m²]", "Tint.1 [°C]", "Tint.2 [°C]", "Test.1 [°C]", and "Test.2 [°C]". The table lists 40 rows of data for the date 06.04.05, with times ranging from 22:55 to 08:45. On the right side, there is a "Info misura" panel with fields for "Data:" (06.04.05), "Ora:" (22:55:54), "Temine misura:" (08.04.05), "Ora:" (08:10:54), "N° misurazioni:" (234), and "Passo temporale:" (15'). At the bottom, it says "Operazione completata" and shows the time "16:09" and date "27/10/2005".

La tabella mostra tutti i dati inseriti, in alto a destra compaiono i dati sintetici della misura: inizio e fine misurazione, numero di dati e intervallo di campionamento.

9.1.2. Elaborazione dei dati

Una volta immessi, i dati devono subire una prima elaborazione: per ogni passo temporale, si ricava un unico valore per la temperatura interna dato dalla media dei due valori misurati e, analogamente, uno per la temperatura esterna.



Vengono visualizzati i grafici del flusso Φ , delle temperature (in rosso l'interna e in blu l'esterna) e della conduttanza istantanea, data da:

$$C(t) = \frac{\Phi(t)}{T_i(t) - T_e(t)}$$

9.1.3. Esportazione dei dati

E' possibile esportare i dati in un file di Excel, selezionato dall'utente. Nel file vengono creati tre fogli di lavoro contenenti rispettivamente i dati misurati, quelli rielaborati ed i valori delle medie progressive.

Il tasto di esportazione si attiva solo dopo aver calcolate le medie.

9.1.4. Metodo delle Medie Progressive (Average Method ISO 9869)

Il metodo delle medie progressive consiste nel calcolare la conduttanza utilizzando, ad ogni istante, anziché i valori istantanei di flusso e temperatura, i valori medi calcolati su tutti gli istanti precedenti. Ad ogni istante di campionamento sono riportati i valori di flusso medio, temperature medie e conduttanza, sia sotto forma tabulare che grafica. Sono inoltre evidenziati i valori finali, calcolati utilizzando tutti i dati a disposizione.

Il valore finale della conduttanza dovrebbe essere quello che meglio approssima il valore reale della struttura in esame. Dalla rappresentazione grafica si può vedere se il sistema converge oppure se le oscillazioni sono ancora rilevanti (si può considerare convergente un sistema in cui il valore di conduttanza oscilla attorno all'asintoto orizzontale con ampiezza massima di 0.05 W/m²K).

La trasmittanza U si ricava dalla conduttanza aggiungendo il contributo delle resistenze liminari R_{se} (liminare esterno) e R_{si} (liminare interno), tramite la seguente formula:

$$U = \frac{1}{R_i + \frac{1}{C} + R_e}$$

Nel caso di flusso termico orizzontale, ossia per pareti verticali, si considerano R_i=0,13 m²K/W e R_e= 0,04 m²K/W, come da valori tabellari indicati nella norma UNI EN ISO 6946.

9.1.5. Metodo Black Box

Il metodo "Black-box" è un metodo di identificazione, così chiamato perchè non presuppone la conoscenza del sistema fisico in esame (nel nostro caso la parete), ma solo delle serie temporali dei dati di ingresso (la temperatura interna ed esterna) e di quelli in uscita (il flusso).



Figura 9 - Schema di modello black-box

Dai dati si risale, con un metodo statistico, alle caratteristiche fisiche della parete, ricavando quindi la conduttanza. Più in dettaglio, supponiamo che il flusso ad un certo tempo dipenda linearmente dal valore del flusso stesso nei precedenti na passi, dal valore della temperatura interna nei precedenti $nb1$ passi e dal valore della temperatura esterna nei precedenti $nb2$ passi. Possiamo quindi scrivere la formula che segue, in cui i coefficienti a , $b1$ e $b2$ sono incogniti.

$$\begin{aligned} \overline{\Phi}(t_n) + a_1 \Phi(t_{n-1}) + \dots + a_{na} \Phi(t_{n-na}) = \\ = b_{1,1} T_i(t_{n-1}) + \dots + b_{1,nb1} T_i(t_{n-nb1}) + \\ + b_{2,1} T_e(t_{n-1}) + \dots + b_{2,nb2} T_e(t_{n-nb2}) \end{aligned}$$

Fissato il numero di passi na , $nb1$ e $nb2$, si calcolano i coefficienti na , $b1$ e $b2$ che minimizzano lo scarto quadratico tra il valore del flusso calcolato e quello misurato.

Il programma calcola tutti i modelli di tipo al variare dei passi temporali na , $nb1$ e $nb2$ (rispettivamente flusso, temperatura interna e temperatura esterna), con:

$$\begin{aligned} na_{min} \leq na \leq na_{max} \\ nb1_{min} \leq nb1 \leq nb1_{max} \\ nb2_{min} \leq nb2 \leq nb2_{max} \end{aligned} \tag{7}$$

Per tutti i modelli validi, (la validità del modello dipende dalla tolleranza t) viene calcolata la conduttanza:

$$C = \frac{\sum_{n=1}^{nb1} b_{1,n}}{1 + \sum_{n=1}^{na} a_n} = \frac{-\sum_{n=1}^{nb2} b_{2,n}}{1 + \sum_{n=1}^{na} a_n}$$

Dai valori ottenuti, vengono calcolate la conduttanza media e la deviazione standard.

Per avviare il calcolo, l'utente deve inserire i seguenti parametri:

- na minimo e massimo;
- $nb1$ minimo e massimo;
- $nb2$ minimo e massimo;

- tolleranza t .

9.1.5.1. Selezione dei parametri

Seguono delle indicazioni qualitative circa la selezione dei parametri.

Nelle misure invernali generalmente la dipendenza del valore di flusso all'istante t dagli altri valori di temperatura e di flusso del numero di passi temporali precedenti si configura così:

na: i valori di flusso precedenti, solitamente variabili ma con ampiezze non eccessive, possono essere considerati fino a un massimo di 2.5 ore precedenti (1-10 passaggi temporali);

nb1: i valori di temperatura interna, che generalmente hanno un'ampiezza di oscillazione di 3-4°C, possono essere considerati fino a un massimo di 2.5 ore precedenti (1-10 passaggi temporali);

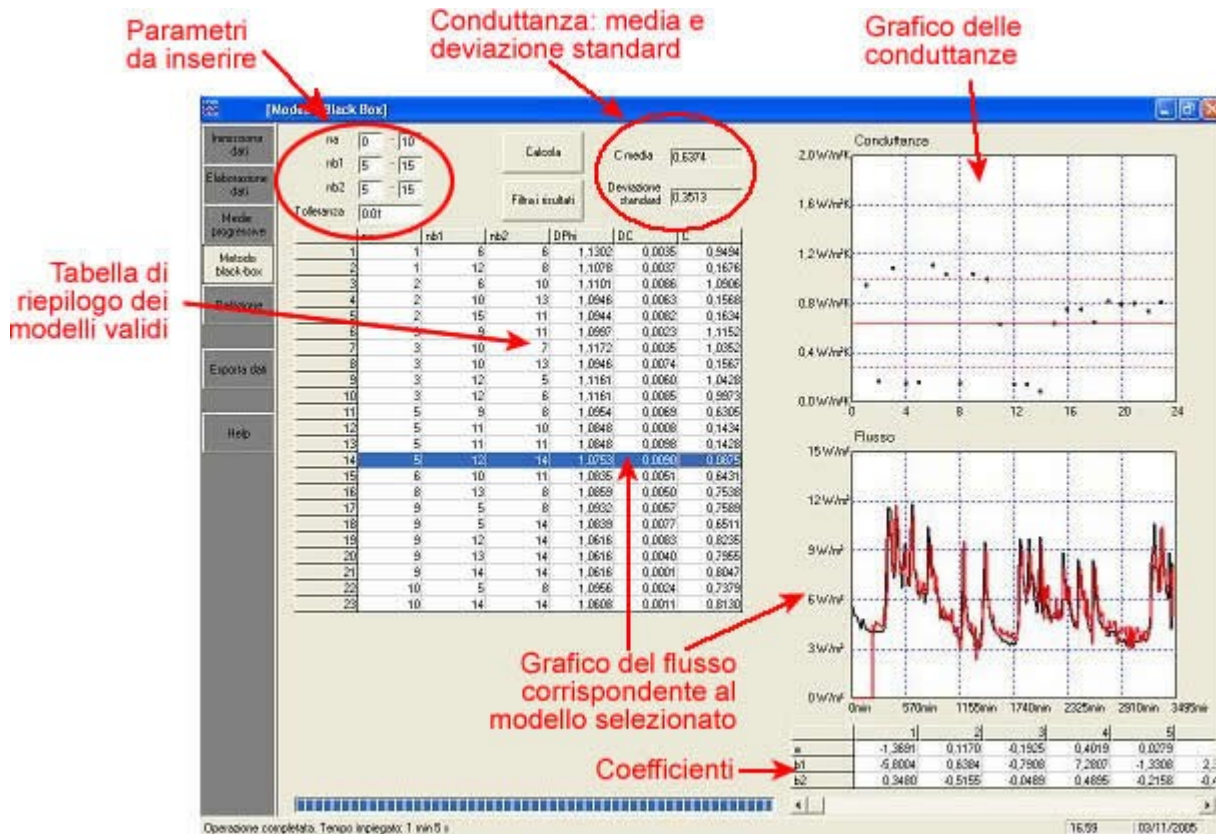
nb2: i valori di temperatura esterna, caratterizzati da ampie oscillazioni (>10°C) influenzano il flusso misurato all'istante t_0 nella misure del valore di sfasamento temporale della parete ipotizzato; tale valore può essere calcolato (UNI EN ISO 13786) oppure può essere stimato basandosi sulla tipologia di parete in esame. La tabella riassume alcuni valori generalmente validi di sfasamento temporale. I passaggi temporali da considerare valgono per l'intorno dello sfasamento ipotizzato, ovvero l'indicazione è per 8 ore da 30 - 32 passaggi e non da 1 - 32 passaggi temporali precedenti.

Tipologia di parete	Sfasamento temporale
Parete in mattoni pieni di elevato spessore (> 100 cm)	> 40 h
Parete in mattoni pieni di elevato spessore (> 50 cm)	20 - 40 h
Parete in mattoni pieni di medio spessore (> 25 cm)	8 - 20 h
Doppio tavolato in mattoni forati con intercapedine (30 cm)	6 - 10 h
Pannello prefabbricato in cls	4 - 6 h

In tutte le altre condizioni di misura che si discostano dalle ipotesi indicate i coefficienti sono da valutare caso per caso sulla base di quale parametro influenza il flusso misurato all'istante t .

Terminato l'inserimento dei parametri, si avvia il calcolo di tutti i modelli al variare dei parametri stessi, premendo il pulsante "Calcola". Nella tabella di riepilogo sono riportati i parametri *na*, *nb1* e *nb2* per i quali si hanno modelli validi, ed inoltre le seguenti quantità:

- D_{phi} = scarto quadratico tra il flusso calcolato e quello misurato;
- DC = differenza tra la conduttanza calcolata usando i coefficienti *b1* e quella calcolata con i coefficienti *b2*;
- C = valore medio delle due conduttanze al punto sopra.



Vengono calcolate media C_m e deviazione standard s delle conduttanze C . Queste sono riportate nel grafico in alto a destra, la linea rossa continua segnala il valore medio C_m e le due linee tratteggiate sono a livello $C_m - s$ e $C_m + s$.

Selezionando una riga della tabella dei risultati, viene disegnato il grafico del flusso calcolato con il modello corrispondente (in rosso il flusso calcolato, in nero quello misurato) e vengono riportati nella tabella sottostante i coefficienti a , $b1$ e $b2$.

Il pulsante "Filtra i risultati" elimina tutti i modelli la cui conduttanza C cada all'esterno dell'intervallo $[C_m - s , C_m + s]$ e ricalcola media e deviazione standard sui modelli rimasti.

Perchè il risultato possa essere considerato valido, selezionando un valore di tolleranza $t = 0.05$ si dovrebbero ottenere almeno 50 modelli funzionanti.

Anche in questo caso, la trasmittanza U si ricava dalla conduttanza aggiungendo il contributo delle resistenze liminarie R_{se} (liminare esterno) e R_{si} (liminare interno), tramite la seguente formula:

$$U = \frac{1}{R_i + \frac{1}{C} + R_e}$$

Nel caso di flusso termico orizzontale, ossia per pareti verticali, si considerano $R_i = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ e $R_e = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$, come da valori tabellari indicati nella norma UNI EN ISO 6946.

9.1.6. Condizioni di impiego dei due metodi di calcolo della conduttanza

Le condizioni di impiego dei due metodi di calcolo proposti, sono:

- Flusso termico con valori non troppo ridotti: mediamente valore del flusso $\Phi > 5 \text{ W/mq}$;
- Differenza di temperatura mediamente $\Delta T > 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Se il regime che si sviluppa prima e durante la misura è di tipo stazionario e la parete in funzione del suo sfasamento temporale è “andata a regime” è consigliato l’impiego del metodo delle medie progressive.

Se il regime è variabile e la parete ha uno sfasamento temporale dell’ordine massimo di 10 ore è possibile impiegare entrambi i metodi.

Se il regime è altamente variabile e/o la parete è caratterizzata da elevati valori di sfasamento temporale è consigliato l’impiego del metodo black box.

L’impiego di entrambi i metodi, se possibili restituisce valori di conduttanza con differenze dell’ordine del 5% massimo.

9.1.7. Relazione

Il programma *InfoFlux* produce un relazione in cui l'utente può inserire le informazioni per l'intestazione e selezionare le tabelle di dati e i grafici che desidera includere. La relazione può essere stampata e salvata in formato DOC o HTML.