



**Rapporti OM**

**N. 152**

Franco Stravisi  
Stefano Cirilli

## **Confronto tra diversi schermi passivi per sensori di temperatura**



## Indice

	pag.
RIASSUNTO	3
Introduzione	3
Confronto tra la capanna tradizionale ed uno schermo attuale	6
Confronto tra schermi passivi attuali	7
Conclusioni	9

# Confronto tra diversi schermi passivi per sensori di temperatura

Franco Stravisi, Stefano Cirilli (\*)

(\*) Università di Trieste, Dipartimento di Matematica e Geoscienze

**RIASSUNTO.** Sono studiati gli errori introdotti da alcuni modelli di schermi passivi impiegati per la protezione dei sensori di temperatura dalla radiazione solare e la loro corrispondenza con le capanne meteorologiche tradizionali; il caso in esame è quello della stazione meteorologica di Trieste.

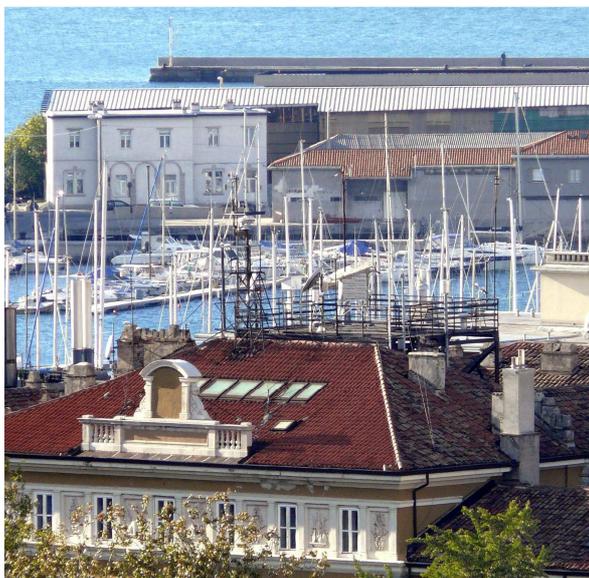
## Introduzione

La misura della temperatura dell'aria in una stazione meteorologica ha sempre presentato problemi ben noti che possiamo così riassumere:

- a) *rappresentatività del sito,*
- b) *taratura del termografo,*
- c) *protezione dei termometri dalla radiazione solare.*

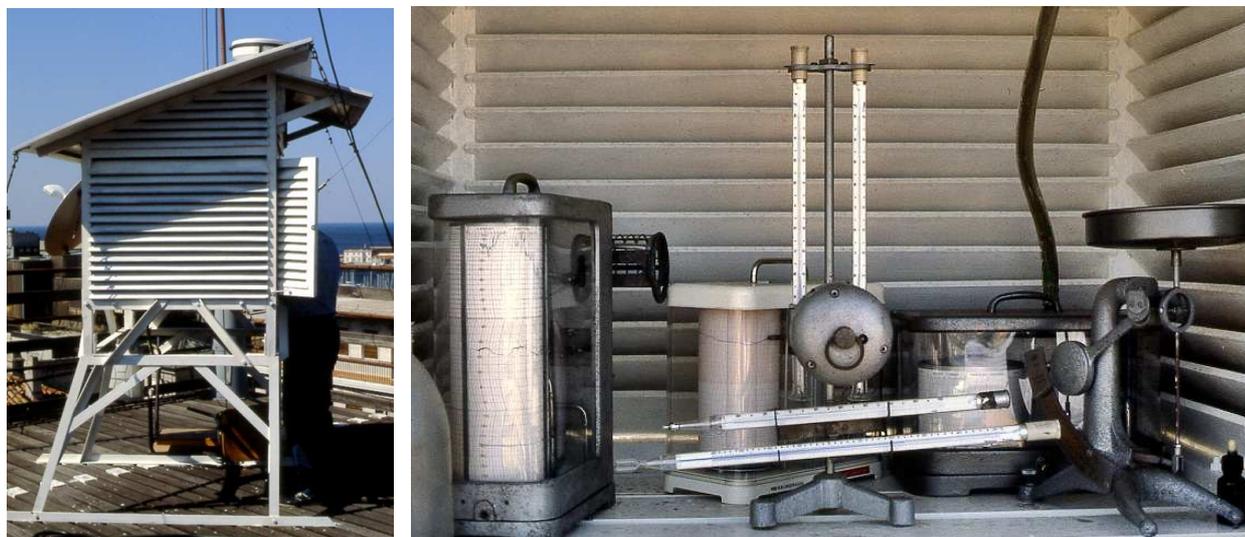
Per il punto (a) la stazione prescelta rappresenta un'area più o meno vasta a seconda dell'omogeneità del terreno; visto il caratteristico gradiente termico verticale, per convenzione il termometro è posto ad 1.5 m dal suolo. La stazione meteorologica di Trieste della locale Università è collocata in ambiente urbano, sul tetto dell'ISIS Nautico in piazza Hortis, 1. Il "suolo" è rappresentato dalla terrazza panoramica situata sul tetto della scuola e dalla quota media dei tetti degli edifici circostanti (fig. 1; Stravisi, 2006). Al di là della rappresentatività del sito, ai fini climatici è importante che nel tempo la sistemazione dei termometri non subisca cambiamenti e, nel caso questi fossero inevitabili, siano ben documentati e si provveda alle correlazioni indispensabili per poter rendere omogenea la serie di temperatura. La taratura (b) dei termografi è di norma garantita dai confronti giornalieri con le temperature minime e massime lette sui corrispondenti termometri, precedentemente tarati in laboratorio e accurati a 0.1 °C. Gli attuali sensori di temperatura sono tarati in laboratorio per confronto con termometri campione prima della messa in stazione; successivamente sono ricontrollati per eliminare eventuali variazioni introdotte con il cablaggio, spesso presenti anche con i

(Pt100) collegati a 4 fili. Vista la stabilità di questi sensori è sufficiente eseguire in seguito solo occasionali controlli. La protezione dalla radiazione solare (c) è ottenuta per mezzo di appositi schermi che devono soddisfare due opposte esigenze: far circolare l'aria e bloccare la luce. Tradizionalmente si impiegano le capanne meteorologiche, comparse in svariati modelli e dimensioni; le più comuni sono a persiane in legno, singole o doppie, verniciate di bianco. Con l'uso recente di sensori di piccole dimensioni sono stati adottati schermi passivi simili alle capanne ma di dimensioni opportunamente ridotte, ed eventualmente modelli a ventilazione forzata. Sfortunatamente, come già per le capanne, non esiste un modello di



**Fig. 1.-** La stazione meteorologica di Trieste sulla terrazza panoramica dell'ISIS Nautico.

schermo standard; in assenza di accurati confronti, il cambio di strumentazione può creare discontinuità non precisate nelle serie termiche. E' questo il punto che abbiamo voluto approfondire a Trieste nel periodo di passaggio dai metodi di misura convenzionali (capannina, registratori meccanici; fig. 2) a quelli attuali (sensori elettronici, acquisitori automatici di dati).

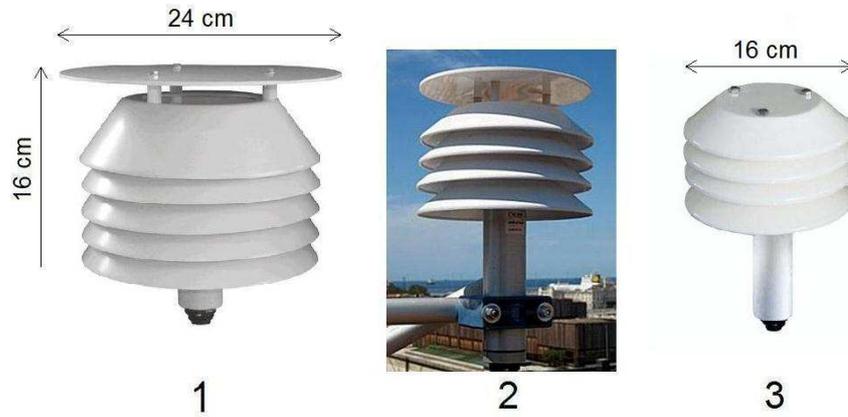


**Fig. 2.-** Stazione di Trieste (1992): capanna meteorologica e strumentazione convenzionale (dal 1978).

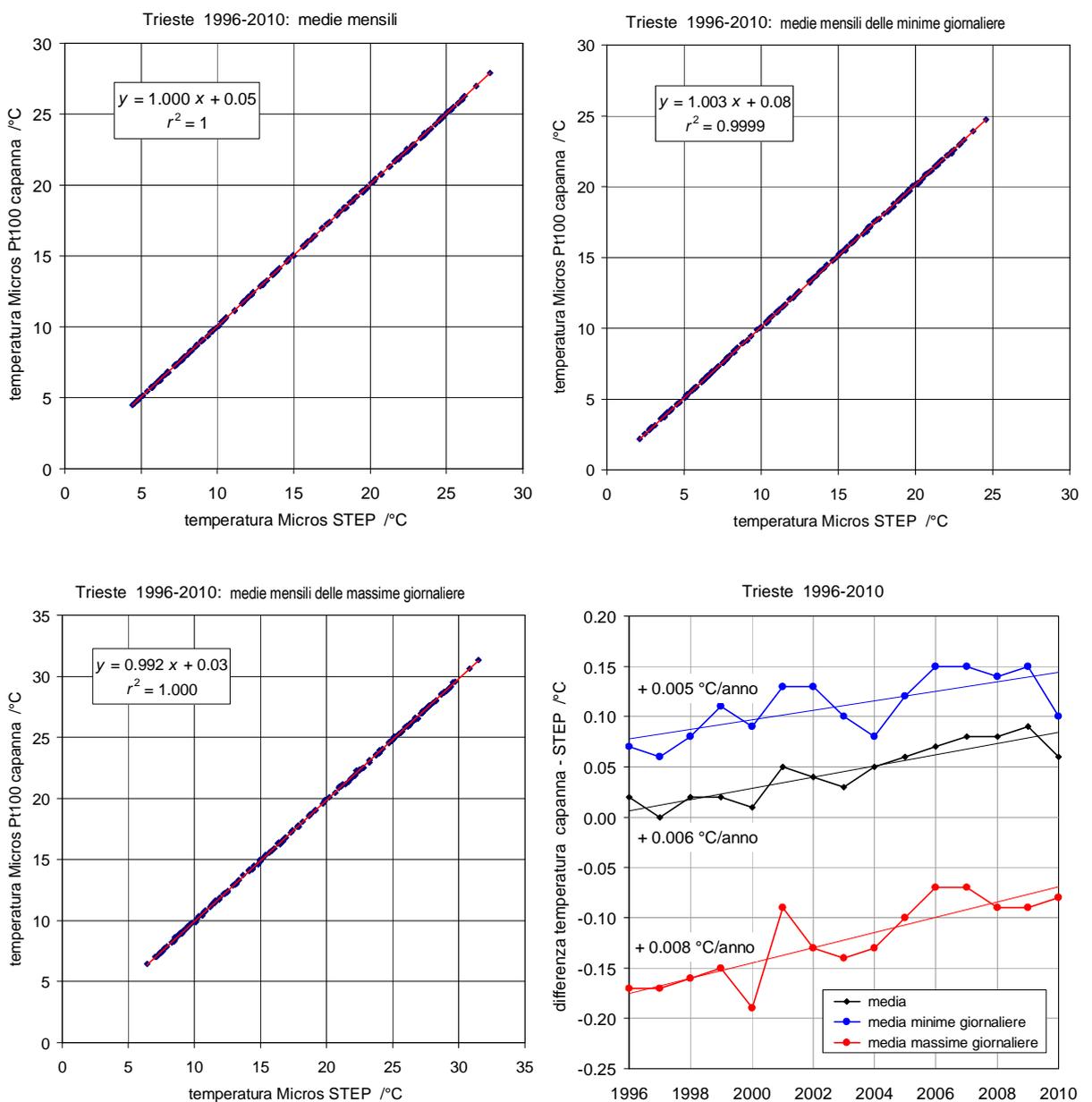
La stazione meteorologica di Trieste è dotata dal 1992 di apparecchiature per l'acquisizione automatica dei dati (Stravisi e Badina, 1993). Una unità di acquisizione Micros UCS ha funzionato regolarmente con il suo corredo di sensori sino al 2011, quando è stata gradualmente sostituita da analoghe apparecchiature della Nesa s.r.l. (fig. 3) che permettono un più attuale collegamento (via internet invece che tramite modem telefonico) alla sede centrale, Dipartimento di Matematica e Geoscienze (Stravisi e Cirilli, 2012). In particolare i sensori di temperatura dell'aria (Pt100) e di umidità relativa (Vaisala Humitter), entrambi alloggiati in uno schermo passivo Micros STEP (costruito in PVC anti-UV, fig. 4-1), sono stati affiancati dai corrispondenti sensori Nesa tipo UTA (in metallo verniciato, fig. 4-3). Da alcuni anni anche la scuola che ospita la stazione, L'ISIS Nautico, ha rinnovato la sua stazione con una centralina Micros DA7000 e relativi strumenti. Tutti i dati sono acquisiti in continuo e memorizzati come medie ed estremi su intervalli di 10 minuti. La ridondanza degli strumenti garantisce la continuità delle serie e la possibilità di effettuare i necessari controlli.



**Fig. 3.-** Stazione di Trieste: centraline di acquisizione dati Micros UCS (1992-2011; sinistra) e Nesa (dal 2011; destra).



**Fig. 4-** Schermi per sensori di temperatura e umidità:  
 (1) Micros STEP, (2) Nesa UTA modificato, (3) Nesa UTA standard.



**Fig. 5-** Stazione di Trieste (1996-2010): correlazione tra le temperature mensili medie e medie degli estremi giornalieri registrate da termometri Pt100 nello schermo STEP e nella capanna tradizionale. Tendenza delle medie annuali.

## Confronto tra la capanna tradizionale ed uno schermo attuale

Nella stazione di Trieste sono stati fatti per anni continui confronti tra le temperature misurate nella capanna meteorologica dotata di termoigrografi meccanici e di termometri di controllo a massima e minima (fig. 2), ai quali è stato successivamente aggiunto un sensore Micros Pt100, ed il Pt100 esterno "ufficiale" nello schermo Micros STEP (fig. 4-1). Tenendo presente che tra punti diversi all'interno della stessa capanna si riscontrano normalmente differenze di alcuni decimi di grado Celsius, le differenze con lo schermo STEP sono sempre rimaste trascurabili. I grafici in fig. 5 mostrano la correlazione tra le temperature mensili medie, medie delle minime e medie delle massime giornaliere misurate con i sensori Pt100 nella capanna grande e nello schermo STEP (anni dal 1996 al 2010). La capanna tradizionale, di massa maggiore rispetto allo STEP, restituisce un ciclo medio giornaliero ritardato di circa 10 min. L'ultimo grafico della fig. 5 mostra la tendenza delle differenze termiche: l'aumento è dovuto allo stato della verniciatura bianca del tetto e delle pareti. Il fatto che si mantenga contenuto anche dopo una decina d'anni ci fa ritenere che le condizioni di manutenzione di una capanna convenzionale non sono poi tanto critiche.



Fig. 6.- Stazione di Crogole (San Dorligo della Valle, 2012): capannina tradizionale in legno e schermo STEP, muniti di termoigrometri registratori (dataloggers).

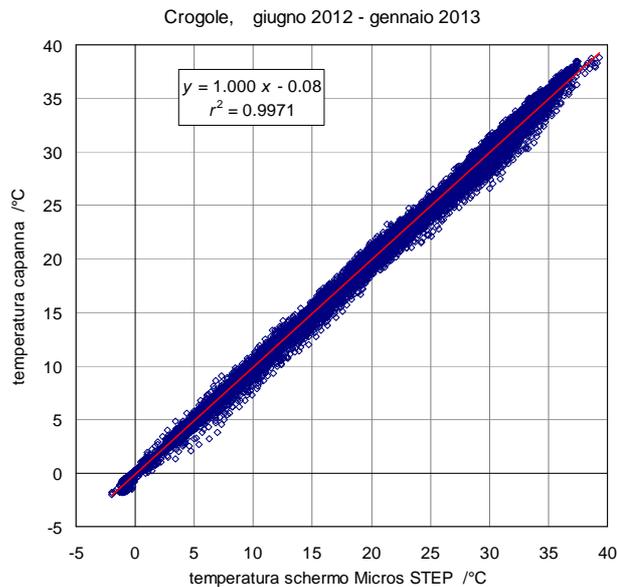
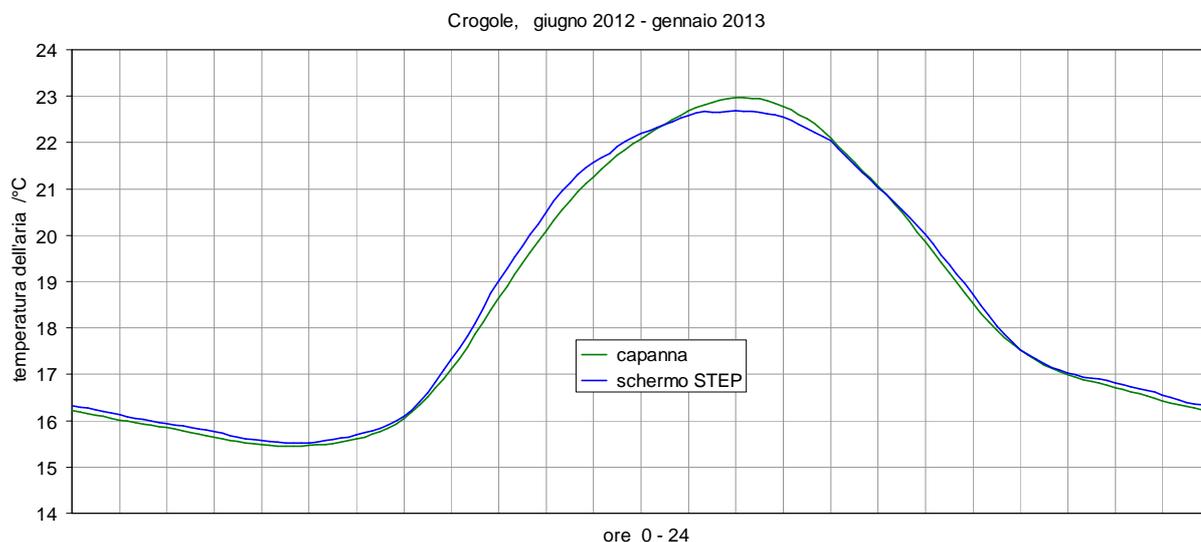


Fig. 7.- Stazione di Crogole: correlazione tra le temperature rilevate nei due schermi ogni 10 min.

Analoghe prove sono state fatte nel corso del 2012, confrontando la temperatura misurata ogni 10 minuti con due termoigrometri digitali registratori (dataloggers) tarati posti in una capannina tradizionale di piccole dimensioni ed in uno schermo STEP all'esterno: i risultati sono del tutto equivalenti (fig. 5).

*Riteniamo quindi lo schermo Micros STEP bene aerato ed equivalente ai sistemi tradizionali di protezione dei termometri.*



**Fig. 8.-** Stazione di Crogole: cicli giornalieri medi delle temperature rilevate nei due schermi ogni 10 min.

### Confronto tra schermi passivi attuali



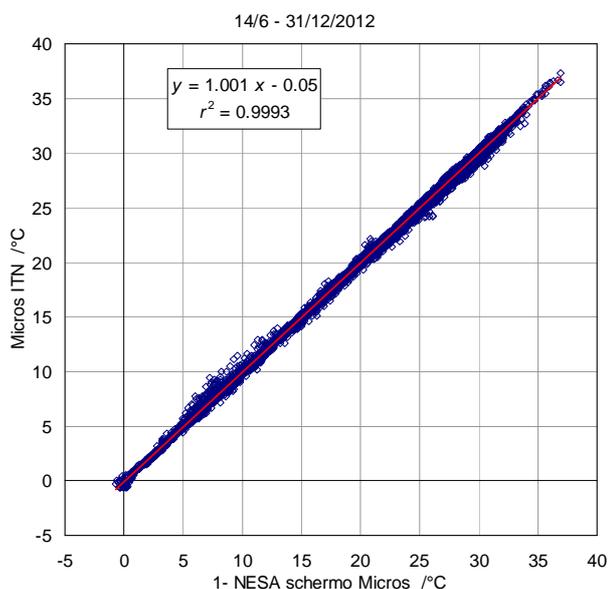
**Fig. 9-** Schermi passivi alla stazione di Trieste. (Micros) STEP Istituto Nautico. Stazione dell'Università, sensori Nesa: (1) schermo STEP, (2) schermo UTA modificato, (3) schermo UTA standard.

Nel corso del 2012 il termoigrometro dell'ISIS Nautico (fig. 9, "Micros") ha fornito la serie di controllo omogenea a quelle degli anni precedenti. All'unità di acquisizione Nesa TMF500 sono stati collegati diversi sensori di temperatura (Pt100) (fig. 9):

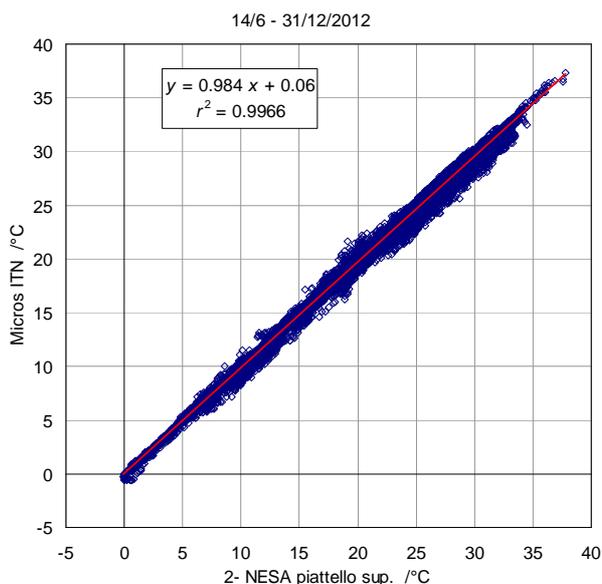
- (1) sensori Nesa in uno schermo Micros STEP,
- (2) sensori Nesa in uno schermo Nesa UTA modificato con un piattello superiore piano per aumentare l'aerazione,
- (3) sensori Nesa nello schermo standard UTA.

Tutti gli schermi sono stati posizionati come quelli degli anni precedenti, sul bordo di una ringhiera, affacciati e protesi sopra un cortile profondo ed ombreggiato, per evitare eventuali correnti ascensionali dal tetto sottostante. La ringhiera circonda un terrazzo in legno elevato sul tetto della scuola.

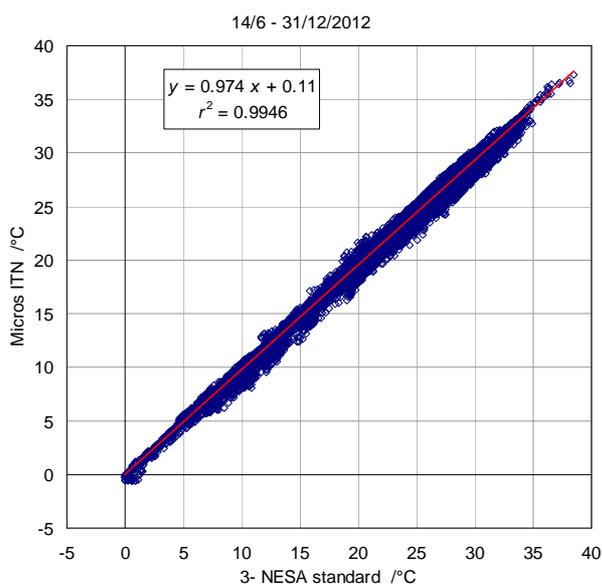
Lo schermo UTA originale (n. 3), simile e a prima vista migliore di altri schermi prodotti dalle maggiori ditte del settore, è apparso subito "poco aerato". Il coperchio tronco conico superiore è stato quindi sostituito da un piattello piano per aumentare la circolazione dell'aria (n. 2); infine gli stessi sensori sono stati alloggiati in un "vecchio" schermo STEP (n. 1).



**Fig. 10.-** Confronto tra schermi Micros STEP con acquisitori e sensori Micros e Nesa (1).

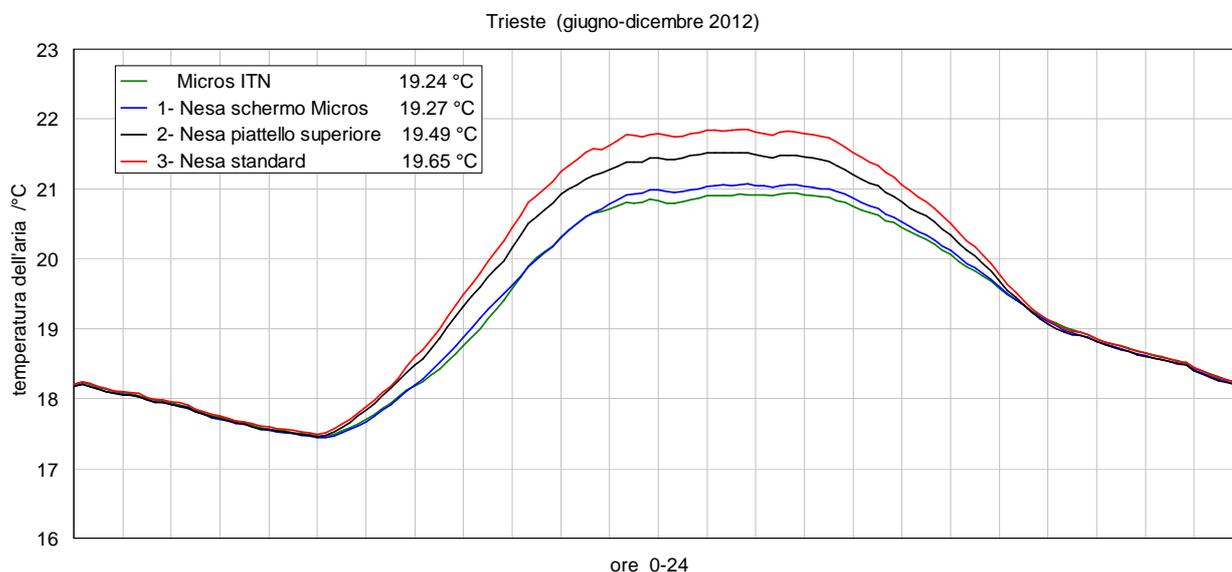


**Fig. 11.-** Confronto tra lo schermo Micros STEP ed il Nesa UTA modificato (2).



**Fig. 12.-** Confronto tra lo schermo Micros STEP ed il Nesa UTA standard (3).

Le correlazioni sono state fatte tra le serie di temperatura registrate da giugno a dicembre 2012; i dati sono medie su intervalli successivi di 10 min. Lo schermo n. 1 (Micros STEP), che abbiamo provato essere equivalente alla capanna tradizionale, non presenta differenze significative in funzione del Pt100 o datalogger impiegato (fig. 10). Lo schermo standard UTA (schermo n. 3) sovrastima le temperature più alte (fig. 12); la modifica (schermo n. 2) migliora appena le prestazioni (fig. 11).



**Fig. 13.-** Ciclo giornaliero medio ottenuto con i diversi schermi solari passivi.

La fig. 13 mostra il ciclo giornaliero medio ottenuto con gli schermi di cui sopra; con riferimento alla temperatura media:

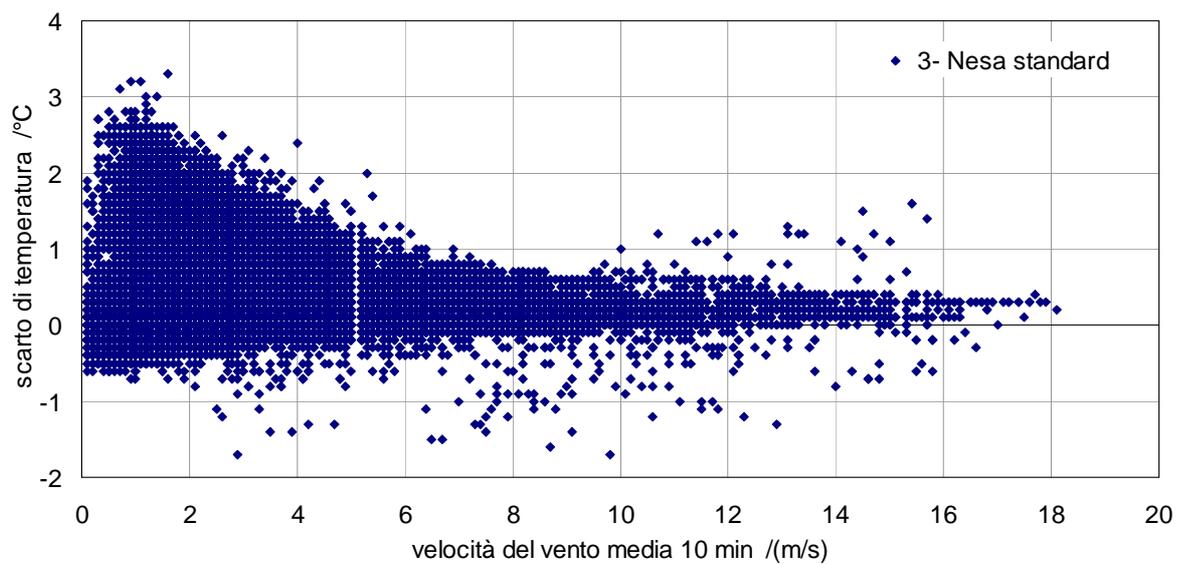
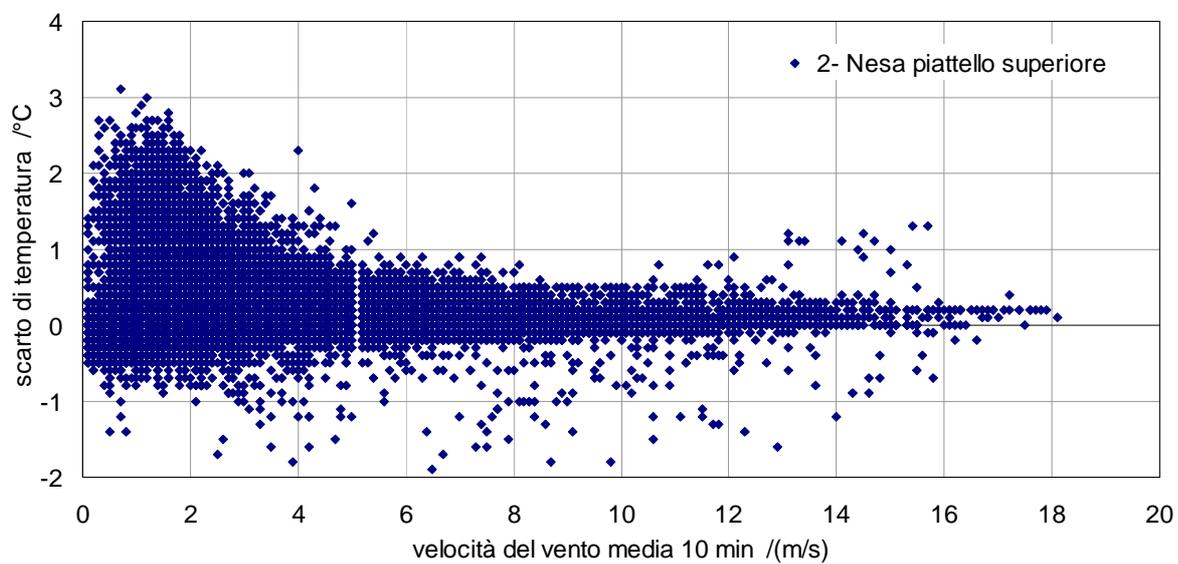
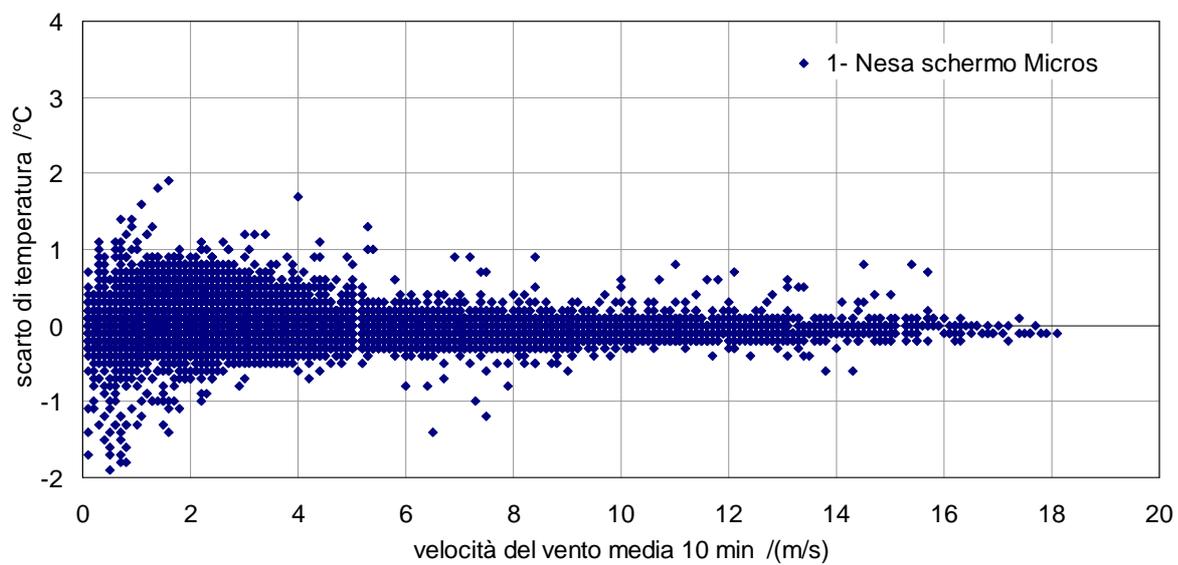
- 1) STEP Nesa = STEP Micros (= "capanna")
- 2) UTA modificato: +0.2 °C
- 3) UTA standard: +0.4 °C

La fig. 14 mostra le differenze tra le temperature (ogni 10 min) degli schermi (1,2,3) e lo STEP Micros in funzione della corrispondente velocità del vento: le differenze si accentuano in aria calma e tendono ad annullarsi con vento forte. L'uso del medesimo STEP tende a rendere le differenze tra i due sensori (Nesa e Micros) simmetriche rispetto allo zero.

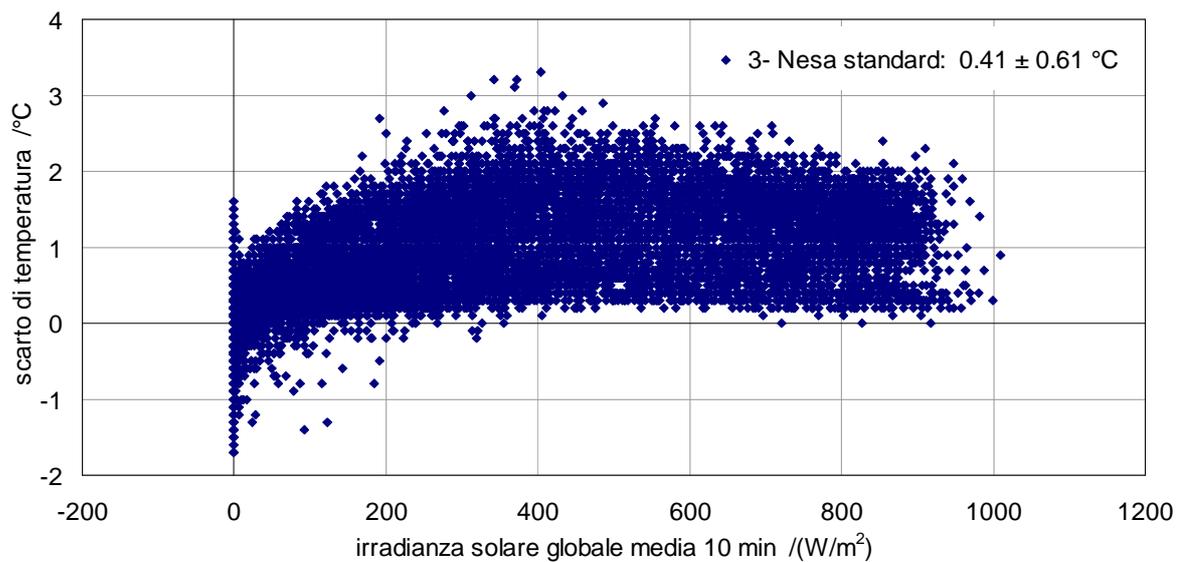
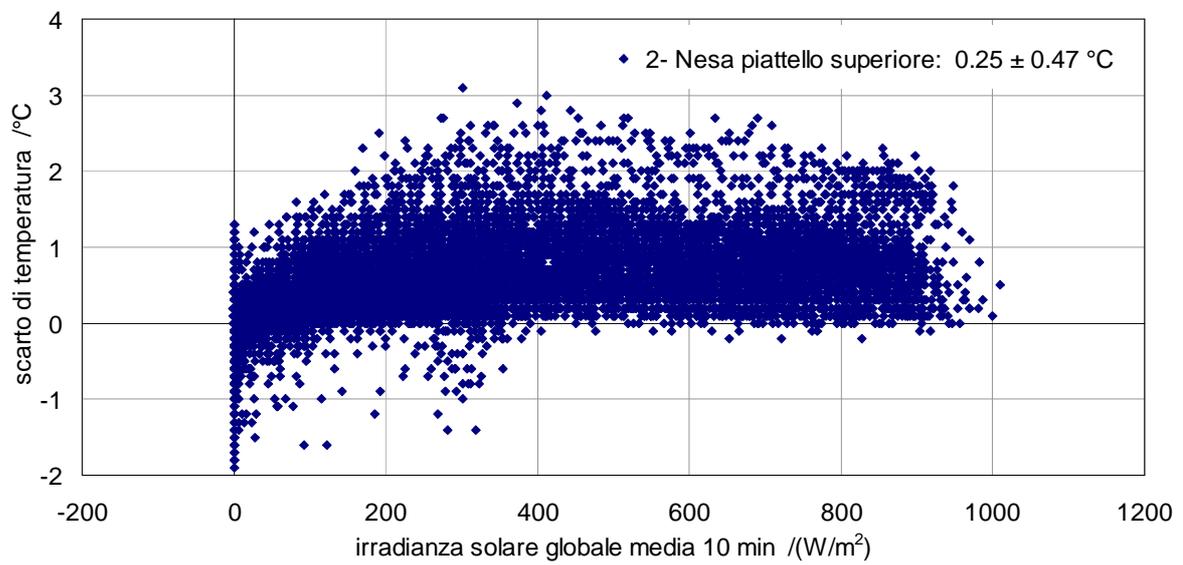
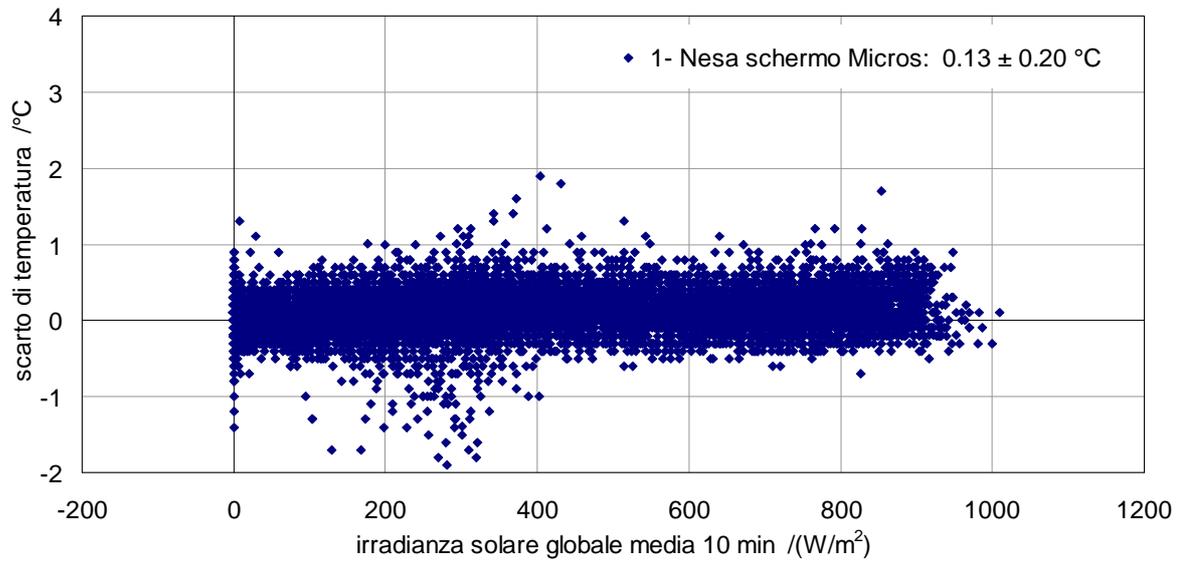
La fig. 15 mostra le stesse differenze termiche in funzione dell'irradianza solare del momento: queste sono mediamente nulle per lo schermo (1), e costantemente positive per lo schermo (2) e soprattutto (3) non appena l'irradianza supera pochi watt al metro quadro. In effetti lo schermo (3) può indicare una temperatura dell'aria 3 °C e più superiore a quella della capanna tradizionale. Differenze medie dell'ordine del mezzo grado dovute al solo cambio di strumentazione e non opportunamente corrette possono causare significativi errori nella determinazione delle tendenze climatiche.

## Conclusioni

Le prestazioni dello schermo passivo tipo "STEP" sono equivalenti a quelle di una capanna convenzionale. Le prestazioni degli schermi passivi tipo "UTA" devono essere migliorate. Resta da stabilire se i problemi riscontrati sono da attribuire alle dimensioni ridotte o piuttosto all'impiego di piattelli metallici anziché di materiale plastico. Per compensare meglio l'effetto della radiazione senza richiedere un'apposita alimentazione, sarebbe inoltre interessante provare con un'aspirazione forzata tramite una ventolina alimentata da una cella solare.



**Fig. 14.-** Differenza di temperatura tra gli schermi (1,2,3) e lo schermo Micros STEP in funzione della velocità del vento.



**Fig. 15.-** Differenza di temperatura tra gli schermi (1,2,3) e lo schermo Micros STEP in funzione dell'irradianza solare.

## Riferimenti

STRAVISI F., BADINA G. (1993): *Dati della Stazione Meteorologica di Trieste - Istituto Tecnico Nautico: anno 1992*, Rapporto UNITS-DIGE-OM n. 30, 39 pag., II ed. 2002, 40 pag.

STRAVISI F. (2006): *La meteorologia a Trieste*, in: G.C. Cortemiglia, "La variabilità del clima locale relazionata ai fenomeni di cambiamento globale", Pàtron ed. Bologna, 245-288.

STRAVISI F., CIRILLI S. (2012): *Dati meteorologici di Trieste - anno 2011*, Rapporto UNITS-DIGE-OM n.147, 47 pag.