

MANUALE DI ISTRUZIONI

HD32.3TC

Microclima termico



IT
V2.1

 **senseca**

Indice

1	Introduzione.....	3
2	Descrizione.....	5
3	Microclima termico	7
3.1	Indice WBGT	7
3.2	Voto medio previsto PMV e percentuale prevista di insoddisfatti PPD	8
3.3	Temperatura media radiante	17
3.4	Intensità di turbolenza TU e disturbo da correnti d'aria DR	18
3.5	Indice di calore HI	19
3.6	Temperatura UTCI.....	20
3.7	Temperatura equivalente percepita TEP	20
4	Monitoraggio dei composti organici volatili (VOC).....	21
5	Funzionamento.....	22
6	Menu	26
6.1	Menu INFO	27
6.2	Menu MEASURE	28
6.3	Menu PROJECTS.....	28
6.4	Menu SETUP	29
6.5	Menu PMV SETUP	35
6.6	Menu LOGGING.....	36
6.7	Menu PHOTO	37
7	Grafici.....	38
8	Preparazione e manutenzione delle sonde per la misura di indici microclimatici	41
9	Manutenzione	45
10	Istruzioni per la sicurezza	45
11	Caratteristiche tecniche.....	46
12	Codici di ordinazione sonde e accessori.....	52

1 Introduzione

HD32.3TC è uno strumento portatile indicato per l’analisi del microclima e della qualità dell’aria in ambienti interni (Indoor Air Quality, IAQ).

A seconda delle sonde collegate, lo strumento misura:

- **T** temperatura di bulbo secco
- **T_{nw}** temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale
- **T_g** temperatura di globotermometro
- **UR** umidità relativa
- **V_a** velocità dell’aria
- **CO₂** biossido di carbonio
- **P_{atm}** pressione atmosferica
- **PM1.0, PM2.5, PM10** polveri sottili
- Indice **VOC** (Composti Organici Volatili)

e calcola:

- Indice **WBGT indoor** (Wet Bulb Globe Temperature: temperatura a bulbo umido e del globo-termometro) in assenza di irraggiamento solare
- Indice **WBGT outdoor** (Wet Bulb Globe Temperature: temperatura a bulbo umido e del globo-termometro) in presenza di irraggiamento solare
- Temperatura media radiante **Tr**
- Indice **PMV** (Predicted Mean Vote: Voto Medio Previsto)
- Indice **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied: Percentuale Prevista di Insoddisfatti)
- Indice **TU** (Turbulence: intensità locale di turbolenza)
- Indice **DR** (Draft Rate: disagio da corrente d’aria)
- Indice di calore **HI** (Heat Index)
- Indice climatico termico universale **UTCI** (Universal Thermal Climate Index)
- Temperatura equivalente percepita **TEP**
- Stima del decadimento naturale del virus **SARS-CoV-2** sulle superfici

Ulteriori indici possono essere calcolati utilizzando il software **DeltaLog10**, per esempio:

- **IREQ** (isolamento termico richiesto)
- **DLE** (durata limite di esposizione)
- **RT** (tempo di recupero)
- **WCI** (indice di raffreddamento)
- Indici del metodo **PHS** (stress termico previsto)

Principali caratteristiche dello strumento:

- Datalogger con grande capacità di memoria per lunghi cicli di misurazione.
- Fotocamera interna per memorizzare immagini dell’ambiente monitorato.
- Batteria ricaricabile che garantisce un’autonomia operativa di almeno 24 ore.
- Display LCD grafico da 4” (area attiva 52x87 mm, 800x480 pixel) a colori retroilluminato con “touch” capacitivo.

- Connessione Wi-Fi per l'invio di dati a un server FTP.
- Tre ingressi per sonde con modulo SICRAM, che mantiene memoria dei dati di taratura della sonda. Le sonde possono essere inserite in uno qualunque degli ingressi: vengono riconosciute automaticamente all'accensione dello strumento.
- Porta seriale RS485 alla quale possono essere collegate sonde ausiliarie: per es. la sonda per la misura di particolato (PM).
- Porta mini-USB OTG per la connessione al PC e la carica della batteria.

Applicazioni in ambito **Microclima**:

- In **Ambiente Moderato** (in osservanza delle norme ISO 7730 e ASHRAE 55):
 - Misura degli indici di comfort globale **PMV**, **PPD** e **Tr**.
 - Misura dell'indice di disagio locale **DR**.
- In **Ambiente Severo Caldo** (in osservanza della norma ISO 7243):
 - Misura dell'indice **WBGT**.

Applicazioni in ambito **IAQ**:

- Misura delle condizioni di comfort e della qualità dell'aria in ambienti interni, per esempio in scuole, uffici, fabbriche, etc.
- Analisi della sindrome da edificio malato (Sick Building Syndrome).
- Verifica dell'efficienza di sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC - Heating, Ventilation and Air Conditioning).
- Building Automation.

Norme di riferimento:

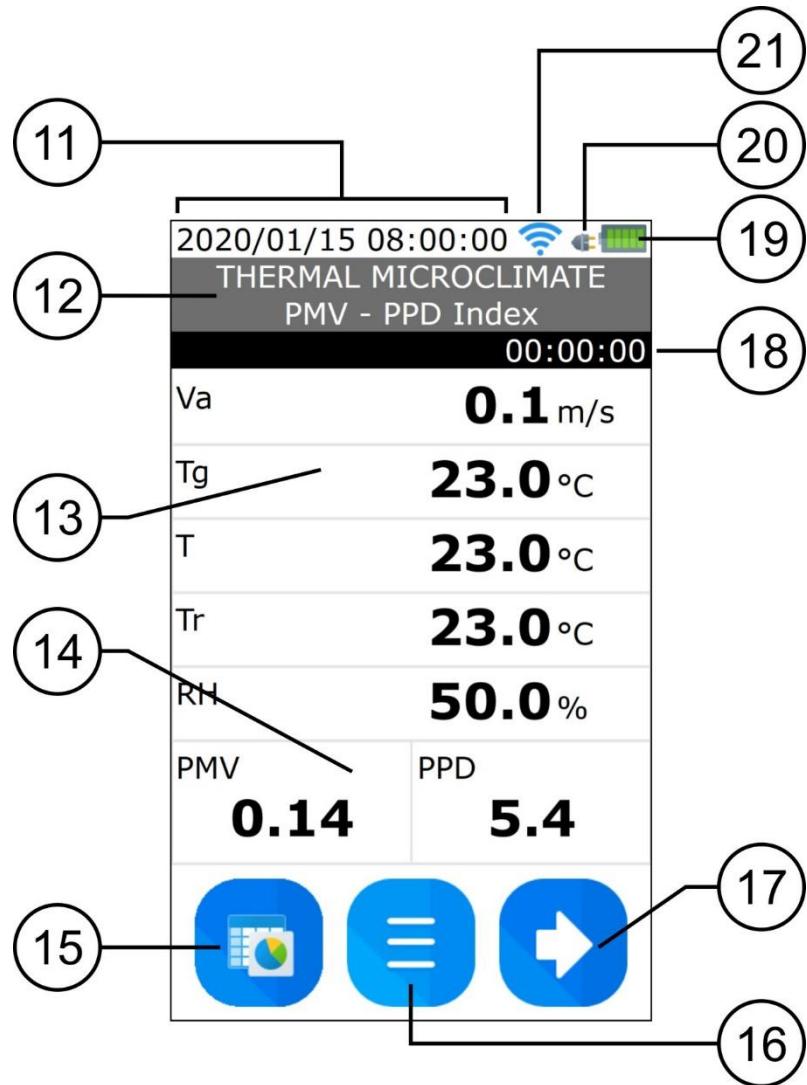
- **ISO 7726**: Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche.
- **ISO 7730**: Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.
- **ISO 7243**: Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dello stress da calore utilizzando l'indice WBGT (temperatura globo del bulbo bagnato).
- **ISO 9886**: Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche.
- **ISO 8996**: Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico.
- **ISO 11079**: Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione e interpretazione dello stress termico da freddo con l'utilizzo dell'isolamento termico dell'abbigliamento richiesto (IREQ) e degli effetti del raffreddamento locale.
- **ASHRAE Standard 55**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- **ASHRAE Standard 62.1-2019**: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

2 Descrizione



1. Ingressi per sonde **SICRAM**.
2. Ingresso mini-USB OTG per alimentazione, ricarica batteria, connessione al PC.
3. LED a tre colori (RGB): indica lo stato del logging. Lampeggia verde se la registrazione dati (logging) non è attiva; lampeggia alternativamente verde e blu se la registrazione dati è attiva.
4. Display LCD grafico retroilluminato con "touch" capacitivo.
5. Tasto **BACKLIGHT**: accende e spegne la retroilluminazione del display.
6. Tasto **REC**: avvia e arresta la memorizzazione dei dati (logging).
7. Tasto **ON/OFF**: accende e spegne lo strumento.
8. Attacco per treppiede.
9. Porta seriale RS485 per il collegamento di sonde ausiliarie (PMsense-P).
10. Fotocamera.

Display



11. Data e ora.
12. Tipo di misura.
13. Grandezze fisiche misurate dalle sonde collegate.
14. Indici calcolati.
15. Tasto per passare dalla visualizzazione numerica delle misure alla visualizzazione grafica, e viceversa.
16. Tasto per entrare nel menu.
17. Tasto per visualizzare la schermata successiva (lo scorrimento è ciclico).
18. Durata della sessione di logging in corso (il contatore viene aggiornato ad ogni acquisizione) o dell'ultima sessione di logging, se il logging è stato fermato.
19. Livello di carica della batteria.
20. Indicatore della presenza dell'alimentazione esterna.
21. Stato della connessione Wi-Fi. Quando la connessione è attiva, indica il livello del segnale. Il simbolo è in grigetto quando la connessione è disattiva o non c'è segnale.

3 Microclima termico

Con **Microclima termico** si intendono quei parametri ambientali che influenzano gli scambi termici tra un soggetto e l'ambiente negli spazi confinati, e che determinano il cosiddetto "benessere termico".

I fattori climatici microambientali, insieme al tipo di lavoro svolto, condizionano nel lavoratore una serie di risposte biologiche legate a situazioni di benessere (Comfort) o disagio termico (Discomfort). L'organismo umano, infatti, tende a mantenere il bilancio termico in condizioni di equilibrio, in modo da mantenere la temperatura corporea su valori ottimali.

Lo strumento rileva le seguenti grandezze:

Nella visualizzazione **Indice WBGT**:

- **T_{nw}**: temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale
- **T_g**: temperatura di globotermometro
- **T_a**: temperatura ambiente

L'indice **WBGT** viene calcolato sia in presenza di irraggiamento solare (**outdoor**) che in assenza di irraggiamento solare (**indoor**).

Nelle visualizzazioni **Indici PMV – PPD, Temperatura UTCI e Temperatura TEP**:

- **V_a**: velocità dell'aria
- **T_g**: temperatura di globotermometro
- **T_a**: temperatura ambiente
- **RH**: umidità relativa

Oltre agli indici PMV, PPD, UTCI e TEP, viene calcolata la temperatura media radiante **T_r**.

Nella visualizzazione **Turbolenza**:

- **V_a**: velocità dell'aria
- **T_a**: temperatura ambiente

Vengono calcolati l'intensità locale di turbolenza **TU** e il fattore di rischio da corrente d'aria **DR** (Draft Rate).

Nella visualizzazione **Indice di calore**:

- **T_a**: temperatura ambiente
- **RH**: umidità relativa

3.1 Indice WBGT

WBGT (Wet Bulb Globe Temperature: temperatura di bulbo umido e del globotermometro) è uno degli indici utilizzato per la determinazione dello stress termico a cui è soggetto un individuo in un ambiente caldo. Rappresenta il valore, in relazione al dispendio metabolico associato ad una particolare attività lavorativa, oltre il quale il soggetto viene a trovarsi in una situazione di stress termico. L'indice WBGT combina la misura della temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale **T_{nw}** con la temperatura di globotermometro **T_g** e, in alcune situazioni, con la temperatura dell'aria **T_a**. La formula per il calcolo è la seguente, e si riferisce a un soggetto con abbigliamento di riferimento di lavoro in cotone ($I_{cl} = 0,6$ e $i_m = 0,38$):

- all'interno di edifici e all'esterno di edifici in **assenza di irraggiamento solare**:

$$\mathbf{WBGT_{indoor} = 0,7 T_{nw} + 0,3 T_g}$$

- all'esterno di edifici in **presenza di irraggiamento solare**:

$$\mathbf{WBGT_{outdoor} = 0,7 T_{nw} + 0,2 T_g + 0,1 T_a}$$

dove:

T_{nw} = temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale

T_g = temperatura del globo termometro

T_a = temperatura dell'aria

I dati rilevati devono essere confrontati con i valori limite prescritti dalla norma; qualora vengano superati occorre:

- ridurre direttamente lo stress termico sul posto di lavoro preso in esame;
- procedere ad un'analisi dettagliata dello stress termico.

Tabella 3.1: valori limite dell'indice di stress termico WBGT indicati nella norma ISO 7243

CLASSE DI TASSO METABOLICO	TASSO METABOLICO, M		VALORE LIMITE DI WBGT		
	RELATIVO A UN'AREA UNITARIA DI SUPERFICIE DELLA PELLE (W/m ²)	TOTALE (PER UN'AREA MEDIA DI SUPERFICIE DELLA PELLE DI 1,8 m ²) (W)	PERSONA ACCLIMATATA AL CALORE (°C)	PERSONA NON ACCLIMATATA AL CALORE (°C)	
0 (A RIPOSO)	M ≤ 65	M ≤ 117	33		32
1	65 < M ≤ 130	117 < M ≤ 234	30		29
2	130 < M ≤ 200	234 < M ≤ 360	28		26
3	200 < M ≤ 260	360 < M ≤ 468	ARIA STAGNANTE 25	ARIA NON STAGNANTE 26	ARIA STAGNANTE 22
4	M > 260	M > 468	23	25	18
NOTA: I VALORI SONO STATI STABILITI PRENDENDO COME RIFERIMENTO UNA TEMPERATURA RETTALE MASSIMA DI 38 °C.					

Per il calcolo dell'indice WBGT è necessario collegare le seguenti sonde:

- Sonda di temperatura a bulbo umido a ventilazione naturale **HP3201.2**, **HP3201** o **TP3204S**.
- Sonda globotermometro **TP3276.2** o **TP3275**.
- Sonda di temperatura a bulbo secco **TP3207.2** o **TP3207** nel caso in cui il rilievo venga effettuato in presenza di irraggiamento solare.

Alternativamente alle sonde di sola temperatura TP3207.2/TP3207 è possibile utilizzare una sonda combinata, per es. HP3217.2R/HP3217R o HP3217B4/HP3217BV4.

Per la misura dell'indice WBGT si fa riferimento alle norme:

- **ISO 7726**
- **ISO 7243**

3.2 Voto medio previsto PMV e percentuale prevista di insoddisfatti PPD

Il comfort termico viene definito dalla ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers INC) come una condizione di benessere psicofisico dell'individuo rispetto all'ambiente in cui vive e opera.

La valutazione di tale stato soggettivo può essere oggettivata e quantificata mediante l'utilizzo di indici integrati che tengono conto sia dei parametri microclimatici ambientali (T_a , T_r , V_a , RH), sia del dispendio energetico (dispendio metabolico MET) connesso all'attività lavorativa, sia della tipologia di abbigliamento (isolamento termico CLO) comunemente utilizzato.

L'indice che con maggiore precisione rispecchia l'influenza delle variabili fisiche e fisiologiche sopracitate è l'indice **PMV** (Predicted Mean Vote).

Sinteticamente esso deriva dall'equazione del bilancio termico il cui risultato viene rapportato ad una scala di benessere psicofisico ed esprime il parere medio (voto medio previsto) sulle sensazioni termiche di un campione di soggetti che si trovano nel medesimo ambiente.

Dall'indice PMV è derivato un secondo indice denominato **PPD** (Predicted Percentage of Dissati-

sfied) che quantifica percentualmente i soggetti comunque "insoddisfatti" in rapporto a determinate condizioni microclimatiche.

La norma ISO 7730 raccomanda l'uso dell'indice PMV in presenza dei seguenti ambiti di variazione delle variabili condizionanti il bilancio termico:

- Dispendio energetico = 1 ÷ 4 met
- Impedenza termica da abbigliamento = 0 ÷ 2 clo
- Temperatura del bulbo secco = 10 ÷ 30 °C
- Temperatura radiante media = 10 ÷ 40 °C
- Velocità dell'aria = 0 ÷ 1 m/s
- Pressione di vapore = 0 ÷ 2,7 kPa

L'indice PMV risulta quindi un indice particolarmente adatto alla valutazione di **ambienti lavorativi a microclima moderato**, quali abitazioni, scuole, uffici, laboratori di ricerca, ospedali, etc.; esso è utile nel rilevare anche limitati gradi di disagio termico nei residenti in tali ambienti.

La norma ISO 7730 suggerisce per il comfort termico valori di PMV compresi tra +0,5 e -0,5, cui corrisponde una percentuale di insoddisfatti delle condizioni termiche (PPD) inferiore al 10% (vedi tabella seguente).

Tabella 3.2: scala di sensazione termica

PMV	PPD (%)	SENSAZIONE TERMICA
+3	100	Molto caldo
+2	75,7	Caldo
+1	26,4	Abbastanza caldo
+0,85	20	Ambiente termico accettabile
-0,5...+0,5	< 10	Benessere termico
-0,85	20	Ambiente termico accettabile
-1	26,8	Abbastanza freddo
-2	76,4	Freddo
-3	100	Molto freddo

Per il calcolo degli indici PMV e PPD è necessaria la conoscenza:

- del carico di lavoro (dispendio energetico);
- dell'impedenza termica del vestiario.

Il carico di lavoro può essere quantificato utilizzando le seguenti unità di misura:

- **kcal/h (1 kcal/h = 1,163 W):** con questa unità viene espressa la potenza media oraria erogata da un soggetto durante una attività lavorativa;
- **MET (1 MET = 58,15 W/m²):** con questa unità viene espressa la potenza totale media erogata da un individuo durante una attività lavorativa divisa per la superficie corporea dell'individuo.

Impedenza termica del vestiario:

L'impedenza termica del vestiario è misurata in CLO.

1 CLO = gradiente termico di 0,18 °C su un'area di 1 m² attraversata da un flusso termico di 1 kcal/h.

Le tabelle seguenti sono di aiuto per determinare i valori dell'impedenza termica del vestiario e del carico di lavoro (metabolismo).

Tabella 3.3: impedenza termica di alcune combinazioni tipiche di abbigliamento (ISO 9920)

Abbigliamento	CLO	m ² K/W
Abbigliamento da lavoro		
Mutande, tuta, calzini, scarpe	0,70	0,110
Mutande, camicia, pantaloni, calzini, scarpe	0,75	0,115
Mutande, camicia, tuta, calzini, scarpe	0,80	0,125
Mutande, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	0,85	0,135
Mutande, camicia, pantaloni, grembiule, calzini, scarpe	0,90	0,140
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,00	0,155
Biancheria intima a gambe e maniche corte, camicia, pantaloni, tuta, calzini, scarpe	1,10	0,170
Biancheria intima a gambe e maniche lunghe, giacca termica, calzini, scarpe	1,20	0,185
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca termica, calzini, scarpe	1,25	0,190
Biancheria intima a maniche e gambe corte, tuta, giacca termica e pantaloni, calzini, scarpe	1,40	0,220
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca termica e pantaloni, calzini, scarpe	1,55	0,225
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe	1,85	0,285
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, giacca, giacca con imbottitura pesante e tuta, calzini, scarpe, berretto, guanti	2,00	0,310
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica e pantaloni, giacca termica per esterno e pantaloni, calzini, scarpe	2,20	0,340
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, giacca termica e pantaloni, parka con imbottitura pesante, tuta con imbottitura pesante, calzini, scarpe, berretto, guanti	2,55	0,395
Abbigliamento giornaliero		
Slip, maglietta, pantaloncini, calzini leggeri, sandali	0,30	0,050
Slip, sottoveste, calze, abito leggero con maniche, sandali	0,45	0,070
Mutande, camicia con maniche corte, pantaloni leggeri, calzini leggeri, scarpe	0,50	0,080
Slip, calze, camicia a maniche corte, gonna, sandali	0,55	0,085
Mutande, camicia, pantaloni leggeri, calzini, scarpe	0,60	0,095
Slip, sottoveste, calze, abito, scarpe	0,70	0,105
Biancheria intima, camicia, pantaloni, calzini, scarpe	0,70	0,110
Biancheria intima, completo da corsa (maglia e pantaloni), calzini lunghi, scarpe da corsa	0,75	0,115
Slip, sottoveste, camicia, gonna, calzettoni spessi al ginocchio, scarpe	0,80	0,120
Slip, camicia, gonna, maglione a girocollo, calzettoni spessi al ginocchio, scarpe	0,90	0,140
Mutande, camiciola a maniche corte, pantaloni, maglione con scollo a V, calzini, scarpe	0,95	0,145
Slip, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,00	0,155
Slip, calze, camicia, gonna, gilet, giacca	1,00	0,155
Slip, calze, blusa, gonna lunga, giacca, scarpe	1,10	0,170
Biancheria intima, camiciola con maniche corte, camicia, pantaloni, giacca, calzini, scarpe	1,10	0,170
Biancheria intima, camiciola a maniche corte, camicia, pantaloni, gilet, giacca, calzini, scarpe	1,15	0,180
Biancheria intima a maniche e gambe lunghe, camicia, pantaloni, maglione con scollo a V, giacca, calzini, scarpe	1,30	0,200
Biancheria intima a maniche e gambe corte, camicia, pantaloni, gilet, giacca, cappotto, calzini, scarpe	1,50	0,230
Maglieria intima		
Slip	0,30	0,047
Mutande lunghe	0,10	0,016
Camiciola	0,04	0,006

Abbigliamento	CLO	m ² K/W
Maglia a maniche corte	0,09	0,014
Maglia a maniche lunghe	0,12	0,019
Slip e reggiseno	0,03	0,005
Maglie - bluse		
Maniche corte	0,15	0,023
Leggera, a maniche lunghe	0,20	0,031
Normale, a maniche lunghe	0,25	0,039
Di flanella, a maniche lunghe	0,30	0,047
Blusa leggera, a maniche lunghe	0,15	0,023
Pantaloni		
Corti	0,06	0,009
Leggeri	0,20	0,031
Normali	0,25	0,039
Di flanella	0,28	0,043
Abiti -gonne		
Gonna leggera (estiva)	0,15	0,023
Gonna pesante (invernale)	0,25	0,039
Abito leggero, a maniche corte	0,20	0,031
Abito invernale, a maniche lunghe	0,40	0,062
Tuta	0,55	0,085
Maglioni		
Gilet	0,12	0,019
Maglione leggero	0,20	0,031
Maglione	0,28	0,043
Maglione pesante	0,35	0,054
Giacche		
Leggera, giacca estiva	0,25	0,039
Giacca	0,35	0,054
Grebiule	0,30	0,047
Ad alto isolamento termico, imbottitura pelliccia sintetica		
Tuta	0,90	0,140
Pantaloni	0,35	0,054
Giacca	0,40	0,062
Panciotto	0,20	0,031
Abbigliamento per esterno		
Cappotto	0,60	0,093
Sotto-giacca	0,55	0,085
Parka	0,70	0,109
Tuta	0,55	0,085
Accessori		
Calzini	0,02	0,003
Calzini pesanti alla caviglia	0,05	0,008
Calzini pesanti lunghi	0,10	0,016
Calze di nylon	0,03	0,005
Scarpe (suola sottile)	0,02	0,003
Scarpe (suola spessa)	0,04	0,006
Stivali	0,10	0,016
Guanti	0,05	0,008

Tabella 3.4: attività metabolica – classificazione in base al tipo di occupazione

Occupazione		Metabolismo (W/m²)
Artigiani	Muratore	110 ÷ 160
	Falegname	110 ÷ 175
	Vetraio	90 ÷ 125
	Imbianchino	100 ÷ 130
	Panettiere	110 ÷ 140
	Macellaio	105 ÷ 140
	Orologiaio	55 ÷ 70
Industria mineraria	Addetto ai trasporti	70 ÷ 85
	Minatore di carbone	110
	Addetto al forno da coke	115 ÷ 175
Industria siderurgica	Addetto all'altoforno	170 ÷ 220
	Addetto al forno elettrico	125 ÷ 145
	Formatore a mano	140 ÷ 240
	Formatore alla macchina	105 ÷ 165
	Fonditore	140 ÷ 240
Industria metallurgica	Fabbro	90 ÷ 200
	Saldatore	75 ÷ 125
	Tornitore	75 ÷ 125
	Operatore alla fresa	80 ÷ 140
	Meccanico di precisione	70 ÷ 110
Professioni grafiche	Compositore a mano	70 ÷ 95
	Rilegatore	75 ÷ 100
Agricoltura	Giardiniere	115 ÷ 190
	Conduttore di trattore	85 ÷ 110
Traffico	Conducente d'auto	70 ÷ 100
	Conducente d'autobus	75 ÷ 125
	Conducente di tram	80 ÷ 115
	Conducente di gru	65 ÷ 145
Professioni varie	Assistente di laboratorio	85 ÷ 100
	Insegnante	85 ÷ 100
	Commessa	100 ÷ 120
	Segretaria	70 ÷ 85

Tabella 3.5: attività metabolica – classificazione per categoria

Classe	Campo di variazione M		Esempi
	W/m ²	W	
0 A riposo	65 (55 ÷ 70)	115 (100 ÷ 125)	Riposo
1 Tasso metabolico basso	100 (70 ÷ 130)	180 (125 ÷ 235)	<p>Seduto a proprio agio: lavoro manuale leggero (scrittura, battitura a macchina, disegno, taglio, contabilità); lavoro con mani e braccia (piccoli utensili, ispezione, montaggio o cernita di materiale leggero); lavoro con braccia e gambe (guida di un veicolo in condizioni normali, manovra di un pedale o di interruttore con i piedi).</p> <p>In piedi: lavoro con trapano (piccoli pezzi); fresatrice (piccoli pezzi); avvolgimento bobine; avvolgimento piccole armature; lavoro con macchine di piccola potenza; passeggiare (velocità fino a 3,5 km/h).</p>
2 Tasso metabolico moderato	165 (130 ÷ 200)	295 (235 ÷ 360)	Lavoro sostenuto con mani e braccia: (martellare chiodi, limeare); lavoro con braccia e gambe (guida di autocarri fuori strada, trattori o macchine per costruzione); lavoro con braccia e tronco (lavoro con martello pneumatico, montaggio trattori, intonacare, movimentazione intermittente di materiale moderatamente pesante, sarchiare, zappare, raccogliere frutta o verdura); spingere o tirare carri leggeri o carriole; camminare a velocità compresa tra 3,5 e 5,5 km/h; fucinare.
3 Tasso metabolico elevato	230 (200 ÷ 260)	415 (360 ÷ 465)	Lavoro intenso con braccia e tronco; portare materiale pesante; scavare con pala; lavorare con martello; segare, piallare o scalpellare legno duro; tosare l'erba a mano; scavare; camminare ad una velocità tra 5,5 e 7 km/h. Spingere o tirare carri e carriole con carichi pesanti; sbavare pezzi fusi; disporre blocchi di cemento.
4 Tasso metabolico molto elevato	290 (> 260)	520 (>465)	Attività molto intensa a ritmo da veloce a massimo; lavorare con la scure; scavare in modo intenso; salire scale o rampe; camminare velocemente a piccoli passi, correre, camminare a velocità superiore a 7 km/h.

Tabella 3.6: attività metabolica – classificazione per attività specifiche

Attività	W/m ²
Camminare in piano lungo il sentiero	
A 2 km/h	110
A 3 km/h	140
A 4 km/h	165
A 5 km/h	200
Camminare in salita a 3 km/h	
Pendenza di 5°	195
pendenza di 10°	275
Pendenza di 15°	390
Camminare in discesa a 5 km/h	
Pendenza di 5°	130
pendenza di 10°	115
Pendenza di 15°	120
Salire una scala (0,172 m/scalino)	
80 scalini al minuto	440
Scendere una scala (0,172 m/scalino)	
80 scalini al minuto	155
Trasportare un carico in piano a 4 km/h	
Massa 10 kg	185
Massa 30 kg	250
Massa 50 kg	360
Riposo	
Dormire	41
Disteso	46
Seduto rilassato	58
Riposo	65
In piedi rilassato	79
Varie	
Attività sedentaria (ufficio, casa, laboratorio, ind. leggera)	70
Attività leggera in piedi (compere, laboratorio, ind. leggera)	93
Attività media in piedi (commesso, lavori domestici, lavori a macchina)	116
Professioni – Industria delle costruzioni	
Posa di mattoni (costruzione di una parete uniforme)	
Mattone pieno (massa 3,8 kg)	150
Mattone forato (massa 4,2 kg)	140
Mattone forato (massa 15,3 kg)	125
Mattone forato (massa 23,4 kg)	135
Prefabbricazione di elementi in calcestruzzo	
Montare e smontare casseforme (calcestruzzo precompresso)	180
Inserire tondini di acciaio	130
Colare il calcestruzzo (calcestruzzo precompresso)	180
Costruzione di case per abitazione	
Mescolare il cemento	155
Colare il calcestruzzo per fondazioni	275
Compattare il calcestruzzo per vibrazione	220
Montare le casseforme	180
Caricare la carriola con pietre e calce	275

Attività	W/m ²
Professioni – Industria siderurgica	
Altoforno	
Preparare il canale di colata	340
Spillatura	430
Formatura (a mano)	
Formare pezzi di medie dimensioni	285
Martellare con martello pneumatico	175
Formatura di piccoli pezzi	140
Formatura (a macchina)	
Colare pezzi fusi	125
Formatura, siviera con un operatore	220
Formatura, siviera con due operatori	210
Formatura a partire da una siviera sospesa ad una gru	190
Rifinitura	
Lavoro al martello pneumatico	175
Molare. Tagliare	175
Professioni – Industria forestale	
Trasporto e lavoro di ascia	
Camminare e trasportare (7 kg) in un bosco, 4 km/h	285
Trasportare una sega elettrica (18 kg) a mano, 4 km/h	385
Lavorare con l'ascia (2 kg, 33 colpi/min)	500
Tagliare radici con l'ascia	375
Potare (abete)	415
Segare – tagliare controfilo con sega circolare azionata da due persone	
60 doppi colpi/min, 20 cm ² per doppio colpo	415
40 doppi colpi/min, 20 cm ² per doppio colpo	240
Segare – abbattere con la sega elettrica	
Sega azionata da un uomo	235
Sega azionata da due uomini	205
Segare – tagliare controfilo	
Sega azionata da un uomo	205
Sega azionata da due uomini	190
Segare – togliere la corteccia	
Valore medio estivo	225
Valore medio invernale	390
Professioni – Agricoltura	
Lavori Vari	
Vangare (24 colpi/min)	380
Arare con cavalli	235
Arare con un trattore	170
Zappettatura (massa della zappa 1,25 kg)	170
Concimare un campo	
Semina a mano	280
Semina con un spandiconcime tirato da cavalli	250
Semina con trattore	95
Professioni - Sport	
Corsa	
9 km/h	435
12 km/h	485
15 km/h	550

Attività	W/m ²
Sci – in piano neve buona	
7 km/h	350
9 km/h	405
12 km/h	510
Pattinaggio su ghiaccio	
12 km/h	225
15 km/h	285
18 km/h	360
Professioni – Lavori domestici	
Lavori vari	
Pulizie	100 ÷ 200
Cucina	100 ÷ 200
Lavare piatti, in piedi	145
Bucato a mano e stiratura	120 ÷ 220
Radersi, lavarsi e vestirsi	100

Per il calcolo degli indici PMV e PPD è necessario collegare le seguenti sonde:

- Sonda globotermometro **TP3276.2** o **TP3275**.
- Sonda combinata di umidità relativa e temperatura **HP3217.2R** o **HP3217R** (o alternativamente HP3217B4/HP3217BV4).
- Sonda di velocità dell'aria a filo caldo **AP3203.2** o **AP3203**.

Per la misura degli indici PMV e PPD si fa riferimento alle norme:

- **ISO 7726**
- **ISO 7730:2005**

3.3 Temperatura media radiante

La temperatura media radiante T_r è definita come la temperatura uniforme di una cavità nera fittizia nella quale un soggetto scambierebbe la stessa quantità di energia termica radiante che scambia nell'ambiente reale non uniforme.

Per valutare la temperatura media radiante si rilevano: la temperatura di globotermometro, la temperatura dell'aria e la velocità dell'aria misurate nelle vicinanze del globotermometro.

La formula per il calcolo della temperatura media radiante è la seguente:

- Nel caso di **convezione naturale**:

$$T_r = \left[(T_g + 273)^4 + \frac{0.25 \times 10^8}{\epsilon_g} \left(\frac{|T_g - T_a|}{D} \right)^{1/4} \times (T_g - T_a) \right]^{1/4} - 273$$

- Nel caso di **convezione forzata**:

$$T_r = \left[(T_g + 273)^4 + \frac{1.1 \times 10^8 \times V_a^{0.6}}{\epsilon_g \times D^{0.4}} (T_g - T_a) \right]^{1/4} - 273$$

dove:

D = diametro del globotermometro

ϵ_g = 0,95 emissività presunta del globotermometro

T_g = temperatura di globotermometro

T_a = temperatura dell'aria

V_a = velocità dell'aria

La temperatura media radiante non coincide con la temperatura dell'aria: se all'interno di una stanza ci sono delle superfici che presentano una temperatura molto più alta di quella dell'aria (si pensi, ad esempio, alla fiamma di un caminetto), la temperatura media radiante è una media nella quale la presenza di questa zona molto calda incide significativamente.

La temperatura media radiante si rileva con il globotermometro, che è una sonda di temperatura costituita da una sfera di rame verniciata con colore nero opaco, con emissività ϵ_g pari a 0,95 (secondo quanto previsto dalla norma ISO 7726), con all'interno un sensore Pt100.

La temperatura del globotermometro può essere significativamente più alta della temperatura dell'aria, come nel caso di una baita in montagna, in cui l'aria è a 0 °C, ma in cui la presenza di un caminetto acceso produce una temperatura media radiante di 40 °C, assicurando una situazione di comfort.

In condizioni normali, mantenere una temperatura media radiante significativamente più alta della temperatura dell'aria è un pregio dal punto di vista della qualità dell'ambiente. Nelle abitazioni, dove ormai non esistono più camini o stufe, generalmente la temperatura media radiante coincide con la temperatura dell'aria, o addirittura risulta inferiore. Queste situazioni (il caso principale è rappresentato dagli edifici con vaste superfici vetrate) non sono particolarmente salubri in quanto l'aria calda e umida facilita lo sviluppo di germi patogeni. Da questo punto di vista il riscaldamento con lampade o pannelli radianti è molto più salubre. E' più igienico garantire le condizioni di comfort con una temperatura media radiante maggiore della temperatura dell'aria. Le legislazioni stabiliscono in modo erroneo come parametro di valutazione per gli impianti di riscaldamento la temperatura dell'aria e non la temperatura media radiante.

Per il calcolo della temperatura media radiante è necessario collegare le seguenti sonde:

- Sonda globotermometro **TP3276.2** o **TP3275**.
- Sonda combinata di umidità relativa e temperatura **HP3217.2R** o **HP3217R** (o alternativamente **HP3217B4/HP3217BV4**).
- Sonda di velocità dell'aria a filo caldo **AP3203.2** o **AP3203**.

Per il calcolo della temperatura media radiante si fa riferimento alla norma **ISO 7726**.

3.4 Intensità di turbolenza TU e disturbo da correnti d'aria DR

L'intensità locale di turbolenza, in per cento, è definita come il rapporto fra la deviazione standard della velocità locale dell'aria e la velocità media locale dell'aria (ISO 7726):

$$\mathbf{TU} = \frac{\mathbf{SD}}{\mathbf{V_a}} \times 100$$

dove:

V_a = velocità media locale dell'aria

SD = deviazione standard della velocità locale dell'aria

$$\mathbf{SD} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (V_{a_i} - V_a)^2}$$

Dal calcolo della turbolenza, conoscendo i valori medi della velocità locale dell'aria e della temperatura ambiente, si ricava il disagio da corrente d'aria **DR** (Draft Rate), secondo la norma ISO 7730:

$$\mathbf{DR} = (34 - T_a) \cdot (V_a - 0,05)^{0,62} \cdot (0,37 \cdot V_a \cdot TU + 3,14)$$

Il disagio da corrente d'aria è definito come un indesiderato raffreddamento locale del corpo dovuto al movimento dell'aria. Il rischio da corrente d'aria DR indica la percentuale di persone insoddisfatte a causa della corrente d'aria.

L'indice DR viene calcolato quando la temperatura è compresa tra 20 e 26 °C e la velocità media dell'aria è minore di 0,5 m/s.

Per il calcolo dell'intensità di turbolenza è necessario che sia collegata la sonda di velocità dell'aria a filo caldo **AP3203.2** o **AP3203**.

Per il calcolo dell'intensità di turbolenza TU e del fattore di rischio da corrente d'aria DR si fa riferimento alle norme:

- **ISO 7726**
- **ISO 7730**

3.5 Indice di calore HI

L'indice di calore **HI** (Heat Index) è calcolato in funzione della temperatura e dell'umidità relativa ambientale e stima il disagio fisiologico dovuto ad alte temperature in presenza di elevati tassi di umidità.

La condizione di caldo afoso limita infatti la dispersione del calore del corpo umano, ostacolando il processo di termoregolazione con possibili conseguenze per la salute dell'individuo, che possono arrivare fino al colpo di calore.

L'indice di calore è definito per temperature superiori o uguali a 27 °C e per tassi di umidità relativa superiori o uguali a 40%.

La "U.S. National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA)" classifica l'indice di calore in quattro livelli di rischio, evidenziati con una codifica a colori, come riportato nelle seguenti tabelle.

Tabella 3.7: indice di calore in funzione di temperatura e umidità relativa

Umidità relativa (%)	Temperatura (°C)															
	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43
40	27	27	28	29	31	33	34	36	38	41	43	46	48	51	54	58
45	27	28	29	31	32	34	36	38	40	43	46	48	51	54	58	
50	27	28	29	31	33	35	37	39	42	45	48	51	55	58		
55	27	29	30	32	34	36	38	41	44	47	51	54	58			
60	28	29	31	33	35	38	41	43	47	51	54	58				
65	28	29	32	34	37	39	42	46	49	53	58					
70	28	30	32	35	38	41	44	48	52	57						
75	29	31	33	36	39	43	47	51	56							
80	29	32	34	38	41	45	49	54								
85	29	32	36	39	43	47	52	57								
90	30	33	37	41	45	50	55									
95	30	34	38	42	47	53										
100	31	35	39	44	49	56										

Tabella 3.8: livelli di rischio in caso di prolungata esposizione e/o attività fisica

Colore	Livello	Indice di calore HI	Effetti
	Giallo chiaro	Cautela	27 °C ≤ HI < 33 °C
	Giallo scuro	Estrema cautela	33 °C ≤ HI < 40 °C
	Arancione	Pericolo	40 °C ≤ HI < 52 °C
	Rosso	Estremo pericolo	HI ≥ 52 °C
			Elevata probabilità di colpo di calore

3.6 Temperatura UTCI

La temperatura **UTCI** (Universal Thermal Climate Index) è definita come la temperatura dell'aria della condizione di riferimento che determina nel modello la stessa risposta delle condizioni effettive.

La commissione ISB (International Society of Biometeorology) sull'UTCI ha definito come condizione di riferimento:

- Persona che cammina a 4 km/h.
- Tasso di produzione di calore metabolico = 2,3 MET ($\approx 135 \text{ W/m}^2$).
- Velocità dell'aria (V_a) = 0,5 m/s a 10 m dal suolo.
- Temperatura media radiante (T_r) = Temperatura dell'aria (T_a).
- Umidità relativa (RH) = 50% ($T_a < 29^\circ\text{C}$); Pressione di vapore parziale = 2 kPa ($T_a > 29^\circ\text{C}$).

La temperatura UTCI dipende dai valori effettivi di temperatura dell'aria, velocità dell'aria e umidità relativa.

L'UTCI è valido in tutti i climi e stagioni ed è indipendente dalle caratteristiche dell'individuo.

La tabella seguente riporta lo stress termico in funzione della temperatura UTCI.

Tabella 3.9: livelli di stress termico UTCI

Level	UTCI
Estremo stress da calore	UTCI > 46 °C
Stress da calore molto forte	38 °C < UTCI < 46 °C
Forte stress da calore	32 °C < UTCI < 38 °C
Moderato stress da calore	26 °C < UTCI < 32 °C
Nessuno stress termico	9 °C < UTCI < 26 °C
Leggero stress da freddo	0 < UTCI < 9 °C
Moderato stress da freddo	-13 °C < UTCI < 0
Forte stress da freddo	-27 °C < UTCI < -13 °C
Stress da freddo molto forte	-40 °C < UTCI < -27 °C
Estremo stress da freddo	UTCI < -40 °C

3.7 Temperatura equivalente percepita TEP

La temperatura equivalente percepita **TEP** è definita come la temperatura che produce una sensazione termica equivalente a quelle della temperatura dell'aria di un ambiente di riferimento:

- Persona ferma in piedi.
- Aria ferma ($V_a = 0$).
- Temperatura media radiante (T_r) = Temperatura dell'aria (T_a).
- Umidità relativa (RH) = 50%.

La formula per il calcolo della temperatura equivalente percepita è la seguente:

$$\text{TEP} = -3,777 + 0,4828 T_a + 0,5172 T_r + 0,0802 \text{RH} - 2,322 V_a$$

dove:

T_a = temperatura dell'aria ($^\circ\text{C}$)

T_r = temperatura media radiante ($^\circ\text{C}$)

RH = umidità relativa (%)

V_a = velocità dell'aria (m/s)

4 Monitoraggio dei composti organici volatili (VOC)

I composti organici volatili (VOC – Volatile Organic Compounds) sono sostanze chimiche inquinanti in grado di evaporare facilmente a temperatura e pressione ambiente. Una concentrazione eccessiva di tali sostanze negli ambienti interni riduce la qualità dell'aria, determinando disagio o, nei casi più gravi, alterazioni dello stato di salute (irritazioni, difficoltà respiratorie, etc.) nelle persone presenti nell'ambiente. Il rilevamento dei composti organici volatili è pertanto un fattore di primaria importanza nella determinazione della qualità dell'aria in ambienti interni.

Le sorgenti di inquinamento da VOC negli ambienti interni sono molteplici, per esempio:

- colle, adesivi, solventi, vernici;
- prodotti cosmetici, deodoranti;
- prodotti per la pulizia;
- dispositivi di riscaldamento;
- stampanti, fotocopiatrici;
- fumo di sigaretta;
- materiali da costruzione;
- arredi (mobili, rivestimenti);
- gli "occupanti" stessi (respirazione, superficie corporea).

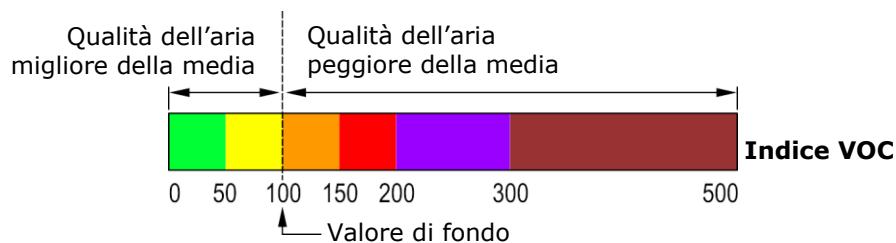
Il monitoraggio dei composti organici volatili può essere effettuato utilizzando la sonda **HP3217BV4**.

La misura VOC fornita non è una concentrazione assoluta, ma è una misura:

- relativa (rispetto alla situazione media dell'ambiente monitorato);
- qualitativa (indice di miglioramento o peggioramento rispetto alla situazione media).

La sonda deve pertanto "adattarsi" all'ambiente da monitorare, in modo che si possa determinare lo stato di inquinamento medio (valore di fondo) dell'ambiente. Affinché ciò avvenga, **è necessario lasciare la sonda in funzione (collegata allo strumento e con strumento acceso) nell'ambiente da monitorare per almeno 12 ore**.

Trascorso il tempo di adattamento all'ambiente, lo stato di inquinamento da VOC viene espresso come indice variabile da 1 a 500 (adimensionale). Il valore 100 corrisponde al valore di fondo dell'ambiente. Valori inferiori a 100 indicano che l'inquinamento da VOC è in miglioramento; valori superiori a 100 indicano che l'inquinamento da VOC è in peggioramento rispetto al valore di fondo determinato.



Indice VOC	Qualità dell'aria
Indice VOC < 50	Molto migliore della media
50 < Indice VOC < 100	Leggermente migliore della media
100 < Indice VOC < 150	Leggermente peggiore della media
150 < Indice VOC < 200	Alquanto peggiore della media
200 < Indice VOC < 300	Molto peggiore della media
300 < Indice VOC < 500	Pessima rispetto alla media

Il valore dell'indice VOC è una media riferita alle ultime 24 ore di monitoraggio.

Non essendo un'indicazione assoluta, la misura VOC non è adatta a confrontare ambienti diversi, perché ambienti con grado di inquinamento anche molto diverso potrebbero generare valori simili di indice VOC, essendo l'indice basato sul valore di fondo dell'ambiente.

5 Funzionamento

Prima di accendere lo strumento, collegare le sonde agli ingressi.

- Per la misura dell'indice **WBGT**, collegare le seguenti sonde SICRAM:
 - Sonda di temperatura a bulbo secco **TP3207.2** o **TP3207** (o alternativamente una sonda combinata HP3217.2R/HP3217R o HP3217B4/HP3217BV4).
 - Sonda globotermometro **TP3276.2** o **TP3275**.
 - Sonda di temperatura a bulbo umido a ventilazione naturale **HP3201.2** o **HP3201** o **TP3204S**.
- Per la misura degli indici **PMV/PPD** e della temperatura media radiante **T_r**, collegare le seguenti sonde SICRAM:
 - Sonda combinata di temperatura e umidità relativa **HP3217.2R** o **HP3217R** (o alternativamente HP3217B4/HP3217BV4).
 - Sonda di velocità dell'aria a filo caldo omnidirezionale **AP3203.2** o **AP3203**.
 - Sonda globotermometro **TP3276.2** o **TP3275**.
- Per la misura degli indici **TU/DR**, collegare la sonda SICRAM di velocità dell'aria a filo caldo omnidirezionale **AP3203.2** o **AP3203**.
- Per la misura dell'indice di calore **HI**, collegare una sonda combinata di temperatura e umidità relativa **HP3217.2R** o **HP3217R**, oppure una sonda di temperatura a bulbo secco e una sonda di temperatura a bulbo umido a ventilazione naturale.
- Per la misura di **CO₂**, collegare la sonda SICRAM **HP3217B[V]4**.
- Per la misura dell'indice **VOC**, collegare la sonda SICRAM **HP3217BV4**.
- Per la misura del particolato PM1.0 - PM2.5 - PM10, collegare alla porta RS485 il trasmettitore **PMsense-P**.
- Per la stima del decadimento naturale del virus **SARS-CoV-2** sulle superfici, collegare una sonda combinata di temperatura e umidità relativa.

Note:

- 1) **Le sonde SICRAM devono essere collegate a strumento spento. Se si collega una sonda a strumento già acceso, non viene riconosciuta: è necessario spegnere e riaccendere lo strumento.**
- 2) Se vengono inserite più sonde dello stesso tipo, viene presa in considerazione solo la prima sonda riconosciuta: la scansione delle sonde, per il riconoscimento, avviene a partire dall'ingresso A.

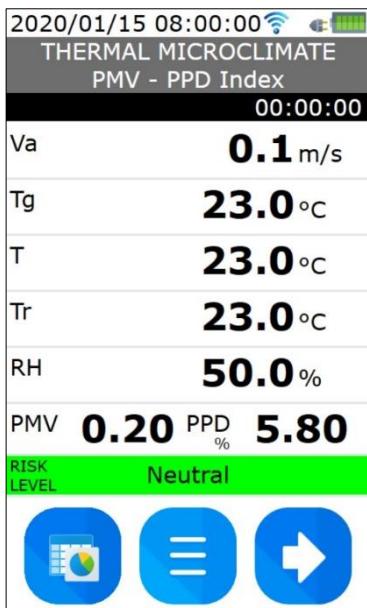
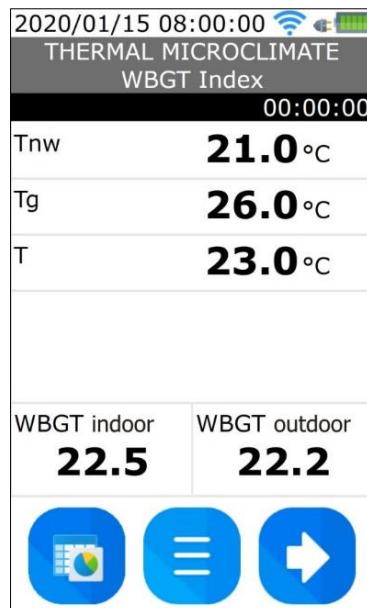
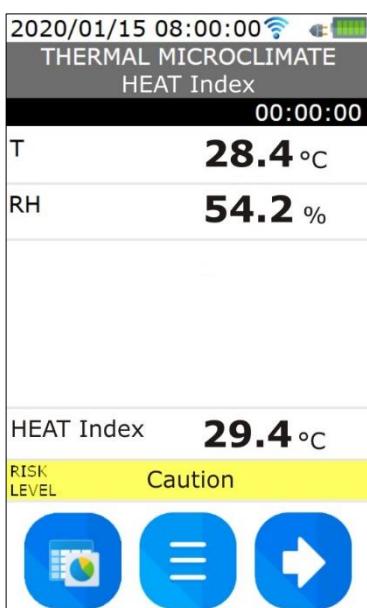
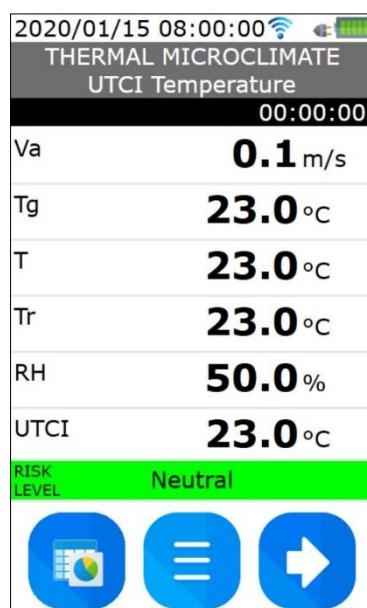
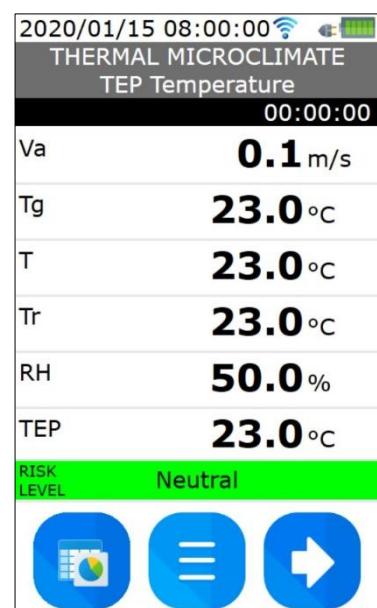
Per accendere e spegnere lo strumento, premere il tasto **ON/OFF**.

All'accensione vengono visualizzati, per alcuni secondi, il modello dello strumento e la versione del firmware (in basso a destra), per poi passare alla visualizzazione delle misure.

Se sono disponibili più schermate di misura, utilizzare il tasto "freccia a destra" sul display per passare da una schermata all'altra. Lo scorrimento è ciclico.

Di seguito sono illustrate le varie schermate di misura (le schermate effettivamente visibili dipendono dalle impostazioni di misura dello strumento, si veda il capitolo MENU).

La barra colorata nelle schermate degli indici PMV/PPD, dell'indice di calore, della temperatura UTCI e della temperatura TEP indica la valutazione dello stress termico.

Microclima termico
Indici PMV – PPDMicroclima termico
Indice WBGTMicroclima termico
Indici DR - TUMicroclima termico
Indice di caloreMicroclima termico
Temperatura UTCIMicroclima termico
Temperatura TEP**Grandezze misurate:****RH** = Umidità relativa**T** = Temperatura ambientale (di bulbo secco)**Tg** = Temperatura di globotermometro**Tnw** = Temperatura di bulbo umido**Va** = Velocità dell'aria**Indici calcolati:****DR** = Disagio da corrente d'aria**HI** = Indice di calore**PMV** = Voto medio previsto**PPD** = Percentuale prevista di insoddisfatti**TEP** = Temperatura equivalente percepita**Tr** = Temperatura media radiante**TU** = Turbolenza**UTCI** = Indice climatico termico universale**WBGT** = Wet Bulb Globe Temperature

2020/01/15 08:00:00		
AIR QUALITY		
Indoor Air Quality		
	00:00:00	
T	23.5 °C	
RH	45.7 %	
CO ₂	850 ppm	
VOC Index	90	
Patm	1010.5 hPa	

Qualità dell'aria interna (IAQ)

2020/01/15 08:00:00		
AIR QUALITY		
Particulate Monitor		
	00:00:00	
PM1.0	16.3 µg/m ³	
PM2.5	17.4 µg/m ³	
PM10	20.3 µg/m ³	

Grandezze misurate:

CO₂ = Biossido di carbonio

Patm = Pressione atmosferica

PM1.0 - PM2.5 - PM10 = Particolato

RH = Umidità relativa

T = Temperatura ambientale

VOC Index = Composti organici volatili

2020/01/15 08:00:00		
Estimated Surface Decay		
SARS-CoV-2		
	00:00:00	
T	23.3 °C	
RH	40.0 %	
% Virus Decay	Hours	Days
50% half-life	11.78	0.49
99.99%	156.57	6.52
99.9999%	234.85	9.79
99.999999%	313.13	13.05

Stima del tempo di decadimento SARS-CoV-2 sulle superfici

Sulla base dei valori di temperatura e umidità relativa ambientale, viene stimato il tempo di decadimento naturale del virus SARS-CoV-2 sulle superfici, secondo l'equazione pubblicata dal "U.S. Homeland Security department".

Vengono considerate le seguenti percentuali di decadimento:

- 50%
- 99,99%
- 99,9999%
- 99,666666%

Il tempo è visualizzato sia in ore che in giorni.

Calcolo degli indici DR e TU:

Per il calcolo degli indici TU e DR si considerano le misure rilevate nei precedenti 30 secondi. Pertanto, è necessario attendere 30 secondi (in alto a destra, sopra le misure, è presente un timer) per avere il primo dato valido dopo l'accensione dello strumento o l'attivazione della schermata degli indici TU e DR da menu. Il calcolo viene aggiornato in continuazione ogni secondo e può essere reinizializzato premendo il tasto **RESET**.

Logging:

Per avviare una sessione di memorizzazione (logging) premere il tasto **REC**.

Quando si avvia la registrazione dati, il LED frontale dello strumento lampeggia alternativamente verde e blu, si attiva il contatore della durata di registrazione e appare il nome del file (caratterizzato da data e ora di partenza della registrazione) in cui vengono memorizzati i dati.

La cadenza con cui i dati vengono memorizzati è impostata nel menu "LOGGING".

Per concludere la sessione di memorizzazione, premere nuovamente il tasto **REC**. In alternativa è possibile terminare automaticamente la registrazione dati impostando nel menu "LOGGING" la durata della sessione di memorizzazione.

I dati di ciascuna sessione di registrazione sono memorizzati in file diversi. I file vengono memorizzati nella cartella corrispondente al progetto attivo. Prima di avviare la registrazione, selezionare o creare il progetto desiderato nel menu "PROJECTS" (si veda il capitolo MENU). Se non ci sono progetti definiti dall'utente, i dati vengono memorizzati nella cartella di default.

L'elenco dei file relativi al progetto attivo presenti nella memoria dello strumento è visibile nel menu "PROJECTS >> FILES".

Nota: se il tasto REC viene premuto quando si è all'interno del menu, lo strumento esce automaticamente dal menu e torna in modalità misura, quindi viene avviata la registrazione.

Connessione al PC e visualizzazione dei dati registrati:

I dati possono essere visualizzati con il software **DeltaLog10** collegando lo strumento a una porta USB del PC con il cavo **CP31** (non è richiesta l'installazione di driver USB).

Lo strumento viene visto come un'unità disco contenente le varie cartelle corrispondenti ai progetti. Non è necessario eseguire procedure di connessione con il software, è sufficiente:

- visualizzare l'albero delle directory nella finestra principale del software DeltaLog10;
- selezionare la cartella desiderata nell'unità disco corrispondente allo strumento;
- fare doppio "click" sul nome del file di dati.

Quando lo strumento è connesso al PC, è possibile creare, rinominare e cancellare le cartelle dei progetti nell'unità disco corrispondente allo strumento direttamente dal PC utilizzando un file manager (alternativamente è possibile farlo tramite il menu dello strumento).

Nota: la connessione USB viene disattivata quando si entra nel menu o quando si avvia il logging, e viene automaticamente riattivata quando si esce dal menu o si arresta il logging.

Invio dati a un server FTP:

I file di dati possono essere inviati dallo strumento via FTP (menu "PROJECTS >> FILES >> FTP"). Per l'invio dei file via FTP è necessario connettere lo strumento a una rete Wi-Fi (menu "SETUP >> WI-FI").

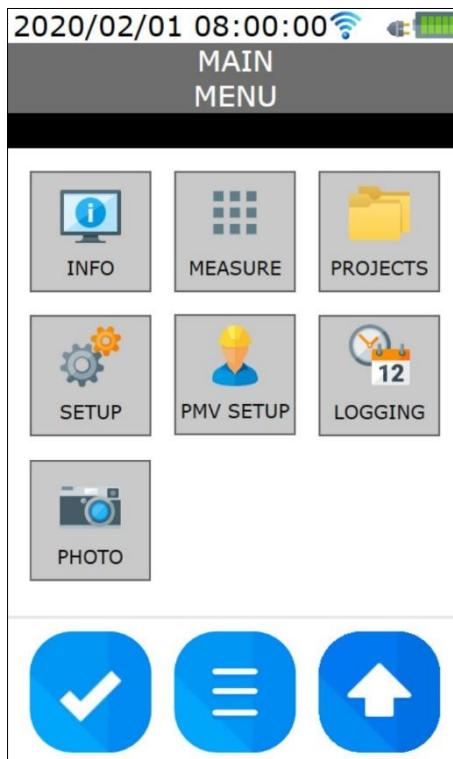
Memorizzazione di immagini dell'ambiente monitorato:

Lo strumento permette di scattare foto dell'ambiente monitorato. Le immagini vengono memorizzate nella cartella del progetto attivo. Per scattare foto, si veda la voce di menu "PHOTO".

Nota: scattare le foto prima o dopo il logging; durante il logging, la funzione fotocamera non è accessibile, in quanto non è possibile entrare nel menu.

6 Menu

A partire da una qualsiasi schermata di misura numerica, premere il tasto MENU (tasto centrale) sul display per accedere al menu principale (*Nota:* se il logging è in corso, non è possibile entrare nel menu).



INFO: informazioni generali dello strumento e delle sonde collegate.

MEASURE: scelta delle schermate di misura da visualizzare.

PROJECTS: gestione delle cartelle per la memorizzazione dei dati.

SETUP: impostazione delle connessioni Wi-Fi e FTP, della data e dell'ora, della lingua e dell'autospegnimento della retroilluminazione del display.

PMV SETUP: impostazione dei parametri per il calcolo dell'indice PMV.

LOGGING: impostazione dell'intervallo e della durata della registrazione.

PHOTO: acquisizione di foto / visualizzazione delle foto del progetto attivo.



Conferma l'impostazione visualizzata. Lampeggia per indicare che un'impostazione è stata modificata ma non ancora confermata.



Esce direttamente dal menu (a qualsiasi livello).

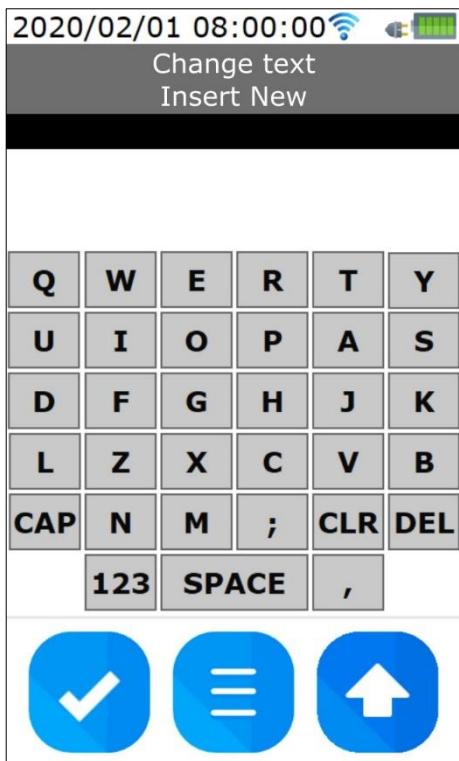


Torna su di un livello all'interno del menu.

Nota: lo strumento esce automaticamente dal menu dopo 5 minuti di inattività.

Tastiera virtuale:

Alcune impostazioni richiedono l'inserimento di una stringa. In questo caso sul display dello strumento appare una tastiera virtuale, come illustrato nell'immagine seguente.



- **CAP**: maiuscolo ⇔ minuscolo.
- **CLR**: cancella tutta la stringa.
- **DEL**: cancella l'ultimo carattere.
- **123**: caratteri alfabetici ⇔ numeri/simboli.

Premere il tasto “spunta” per confermare la stringa inserita.

6.1 Menu INFO

Il menu INFO riporta le informazioni generali dello strumento e delle sonde collegate.

Per scorrere le pagine di informazioni, far scorrere il dito orizzontalmente sul display. Nella terza riga del display, a sinistra, è indicata la pagina che si sta visualizzando.

Informazioni strumento: modello, numero di serie, indirizzo MAC, versione del firmware, carica della batteria, capacità di memoria e codice utente (modificabile premendo sul campo corrispondente).

Informazioni sonde: tipo di sonda, data di calibrazione e numero di serie.



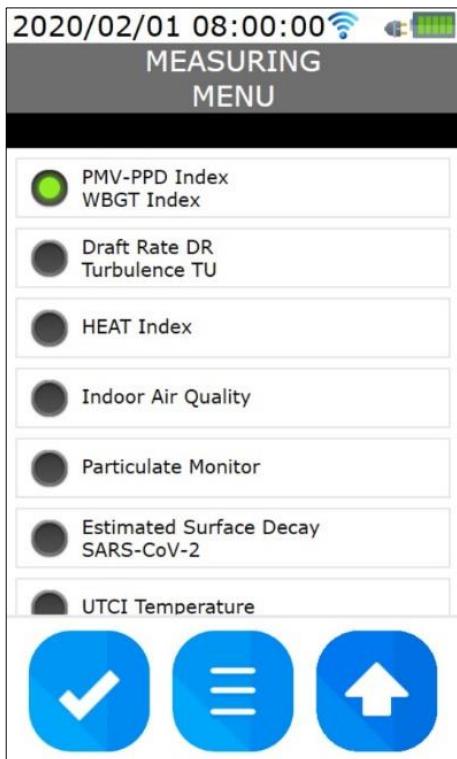
Info strumento



Info sonde

6.2 Menu MEASURE

Il menu MEASURE permette di scegliere le schermate di misura da visualizzare.



Per salvare l'impostazione, premere il tasto "spunta".

6.3 Menu PROJECTS

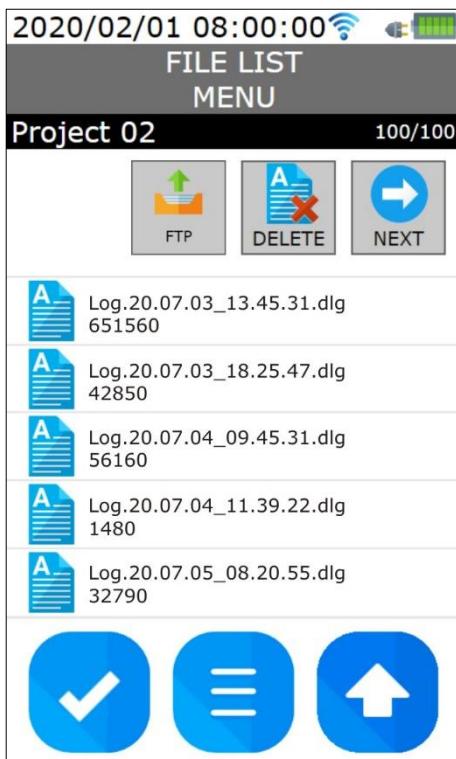
Lo strumento permette di salvare i dati di registrazioni distinte in progetti diversi. Ad ogni progetto corrisponde una cartella nella memoria dello strumento. Quando si avvia una registrazione o si scatta una foto, i dati vengono salvati nel progetto attivo.

Entrando nel menu PROJECTS, il riquadro ACTIVE PROJECT indica il nome del progetto attivo.

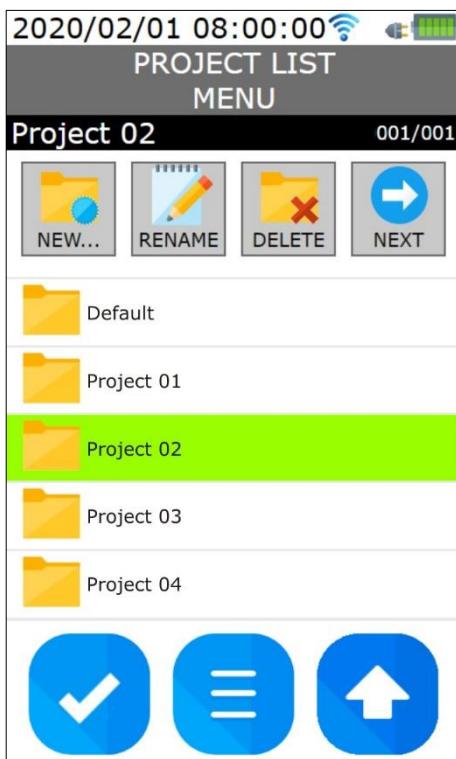


- **PROJECTS:** permette di cambiare il progetto attivo e di creare, rinominare e cancellare le cartelle dei progetti.
- **FILES:** visualizza l'elenco dei file del progetto attivo. Permette di inviare via FTP singoli file.

Per visualizzare l'elenco dei file del progetto attivo, premere il tasto FILES.



Per cambiare il progetto attivo e per creare, rinominare e cancellare le cartelle dei progetti, premere il tasto PROJECTS.



- **FTP**: invia il file selezionato via FTP (possono essere inviati solo i file di logging "dlg", non le foto "jpg").
- **DELETE**: cancella il file selezionato.
- **NEXT**: passa alla schermata successiva dell'elenco (scorrimento ciclico).

Per selezionare un file, premere sulla riga del file. Il file selezionato è evidenziato da una barra blu.

Durante l'invio di un file via FTP vengono visualizzati la barra di avanzamento, la dimensione del file in bytes e il numero di bytes inviati. Al termine dell'invio, premere OK nella finestrella che si è aperta. L'invio può essere annullato premendo il tasto ABORT.

- **NEW...**: crea un nuovo progetto.
- **RENAME**: rinomina il progetto selezionato (evidenziato da una barra blu).
- **DELETE**: cancella il progetto selezionato (evidenziato da una barra blu). Prima della cancellazione definitiva di un progetto viene chiesta conferma.
- **NEXT**: passa alla schermata successiva dell'elenco (scorrimento ciclico).

Per selezionare un progetto, premere sulla riga del progetto. Il progetto selezionato è evidenziato da una barra blu.

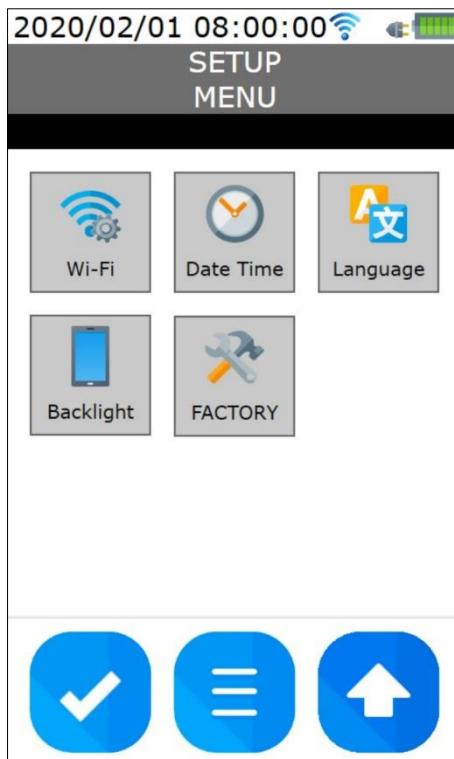
Il progetto evidenziato dalla barra verde è il progetto attivo. Per cambiare il progetto attivo, premere sulla riga del progetto da attivare (verrà evidenziato da una barra blu) e quindi confermare con il tasto "spunta".

Per rinominare o cancellare il progetto attivo è necessario prima selezionarlo (la barra verde diventa blu).

Nota: se si cancella il progetto attivo, viene cancellato solo il contenuto della cartella ma non la cartella.

6.4 Menu SETUP

Il menu SETUP permette di impostare le connessioni Wi-Fi e FTP (tasto **"Wi-Fi"**), la data e l'ora dello strumento (tasto **"Date Time"**), la lingua dello strumento (tasto **"Language"**) e l'autospegnimento della retroilluminazione del display (tasto **"Backlight"**).



Il sotto-menu FACTORY include funzioni di sistema avanzate per la manutenzione tecnica dello strumento ed è accessibile previo inserimento di una password numerica.

Configurazione Wi-Fi:

Selezionando Wi-Fi si può attivare/disattivare la connessione Wi-Fi e configurare la connessione FTP.



- **ON o OFF:** attiva o disattiva la connessione Wi-Fi. Quando la connessione è attiva, lo sfondo del tasto è verde e l'indicazione è ON. Quando la connessione è disattiva, lo sfondo del tasto è rosso e l'indicazione è OFF.
- **SCAN:** rieffettua la scansione delle reti Wi-Fi.
- **FTP:** configurazione della connessione FTP.
- **NEXT:** passa alla schermata successiva dell'elenco (scorrimento ciclico).
- **ADD NETWORK:** permette di aggiungere manualmente una rete Wi-Fi, nel caso non venga rilevata automaticamente.

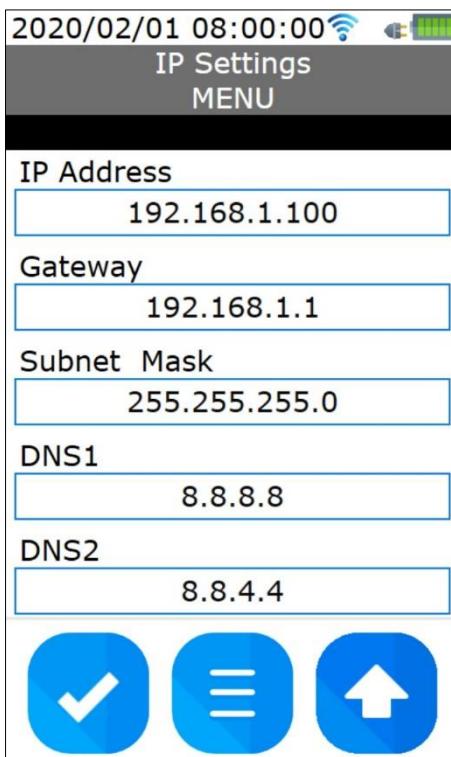
Quando si attiva la connessione Wi-Fi, lo strumento effettua automaticamente la scansione delle reti disponibili e si connette automaticamente alla rete con segnale più forte (il livello del segnale è indicato dal simbolo accanto al nome della rete) tra quelle alle quali ha possibilità di connettersi (reti la cui password è memorizzata nello strumento). La rete alla quale lo strumento si connette

è evidenziata in blu ed è riportata nella superiore del display.

Per inserire la password di una rete, selezionare la rete nell'elenco; nella schermata che appare, selezionare il campo "Password", scrivere la password con la tastiera virtuale e confermare premendo il tasto "spunta". La password di rete inserita resta memorizzata nello strumento.

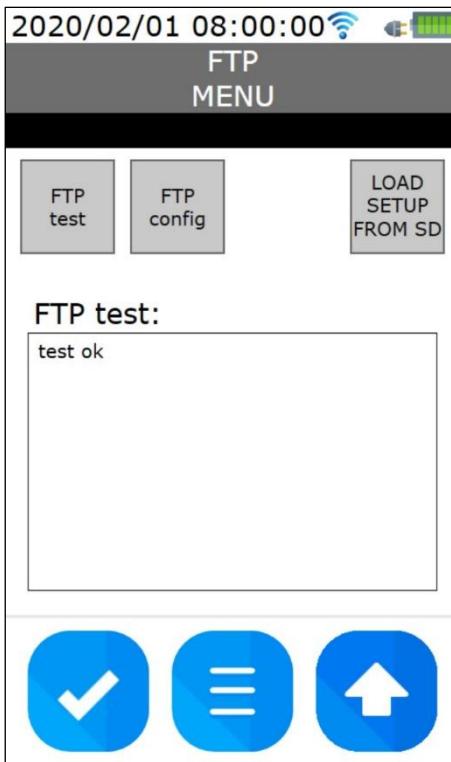


Selezionare DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) per ottenere automaticamente un indirizzo IP dinamico dalla rete. Dopo la connessione, l'indirizzo dinamico assegnato dalla rete allo strumento è visibile premendo "IP Settings". Per inserire un indirizzo IP statico manualmente, de-selezionare DHCP e premere "IP Settings", quindi configurare l'indirizzo e confermare premendo il tasto "spunta".



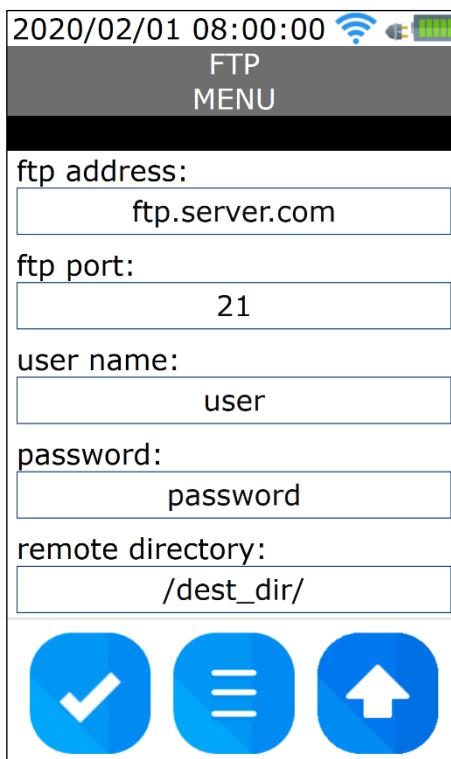
Configurazione FTP:

Selezionando FTP nel menu Wi-Fi è possibile configurare e verificare la connessione FTP.



La configurazione della connessione FTP può essere inserita utilizzando la tastiera virtuale dello strumento oppure è possibile caricare la configurazione da un file di testo presente nella memoria dello strumento.

Per configurare la connessione FTP utilizzando la tastiera virtuale dello strumento, selezionare "FTP Config", quindi compilare i campi: indirizzo FTP, numero della porta, nome utente, password (premendo sulla parola "Password", la password può essere visualizzata in chiaro o nascosta) e cartella di destinazione dei dati. Premere il tasto "spunta" per confermare.



Per caricare la configurazione della connessione FTP da un file di testo presente nella memoria dello strumento:

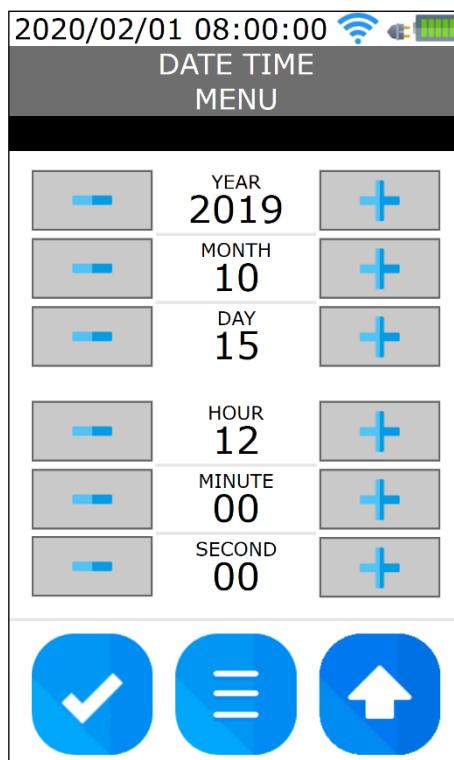
- collegare lo strumento al PC via USB;
- aprire con un editor di testo il file “setup_wifi.txt” che si trova nella cartella radice dell’unità disco corrispondente allo strumento;
- compilare le righe *ftp_host* (indirizzo FTP), *ftp_username* (nome utente), *ftp_password*, *ftp_folder* (cartella di destinazione dei dati) e *ftp_port* (numero della porta);
- chiudere il file di testo;
- nel menu FTP dello strumento, premere il tasto LOAD SETUP FROM SD.

Nota: la connessione Wi-Fi, se attiva, viene disattivata durante il caricamento del file di testo con la configurazione FTP; se necessario, riattivare la connessione Wi-Fi manualmente premendo il tasto ON nel menu Wi-Fi.

Dopo aver configurato la connessione FTP, selezionare “FTP test” per eseguire una verifica della connessione: viene inviato un file “txt” di test con le informazioni dello strumento.

Impostazione della data e dell’ora:

Premere “Date Time” nel menu SETUP.



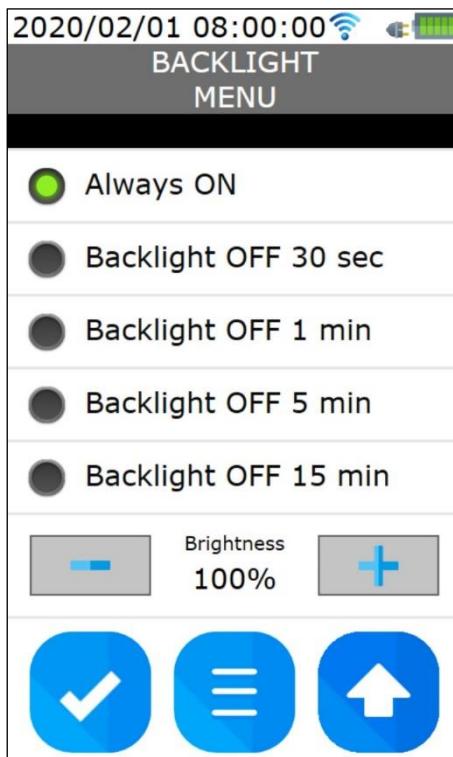
Impostare anno (YEAR), mese (MONTH), giorno (DAY), ora (HOUR), minuti (MINUTE) e secondi (SECOND) utilizzando i tasti +/--. Premere il tasto “spunta” per confermare.

Impostazione della lingua:

Premere "Language" nel menu SETUP, quindi selezionare la lingua e premere il tasto "spunta" per confermare.

**Impostazione della retroilluminazione del display:**

Premere "Backlight" nel menu SETUP.



Utilizzare i tasti +/- per regolare la luminosità del display. Minore è la luminosità del display, maggiore sarà l'autonomia della batteria.

Per impostare l'autospegnimento dopo 30 s, 1 min, 5 min o 15 min di inattività, selezionare la

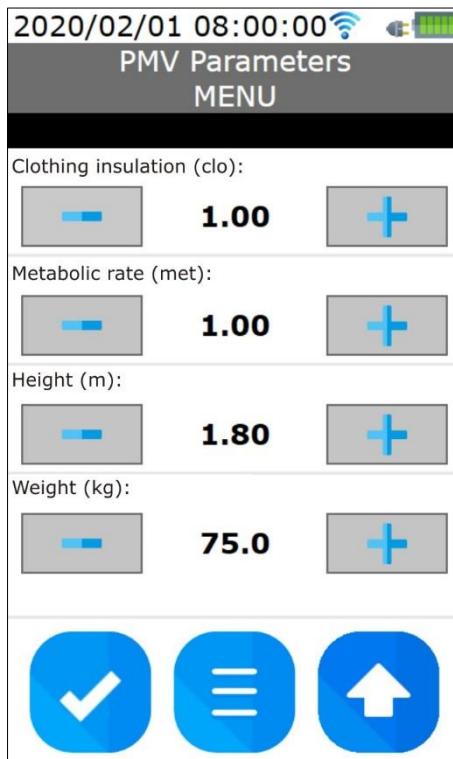
voce "Backlight OFF ..." corrispondente. Selezionare "Always ON" per disattivare l'autospegnimento.

Nota: La retroilluminazione del display può essere spenta e accesa manualmente con il tasto BACKLIGHT sullo strumento (tasto in basso a destra).

Premere il tasto "spunta" per confermare.

6.5 Menu PMV SETUP

Il menu PMV SETUP permette di impostare i parametri per il calcolo dell'indice PMV.



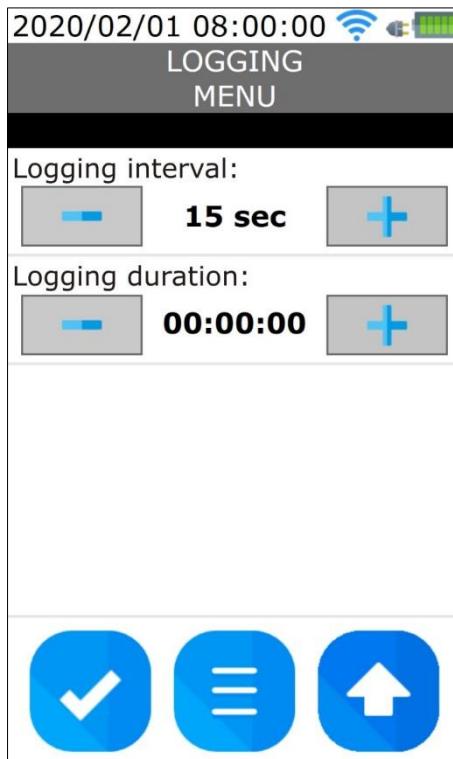
Impostare l'isolamento del vestiario (in CLO), l'attività metabolica (in MET), l'altezza e il peso dell'individuo utilizzando i tasti +/-.

Per i valori da immettere si veda il paragrafo 3.2 "Voto Medio Previsto PMV e Percentuale Prevista di Insoddisfatti PPD".

Premere il tasto "spunta" per confermare.

6.6 Menu LOGGING

Il menu LOGGING permette di impostare l'intervallo e la durata del logging.



Utilizzare i tasti +/- per cambiare l'intervallo e per impostare un'eventuale durata del logging.

L'intervallo è impostabile da 1 secondo a 1 ora.

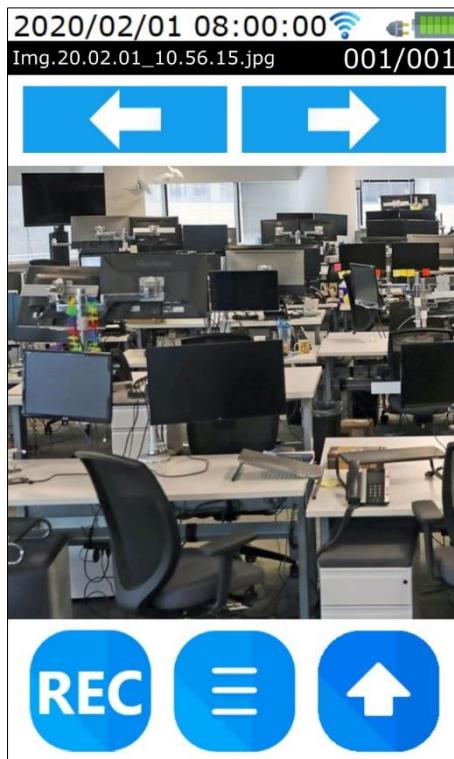
Se la durata del logging è "00:00:00", la memorizzazione termina quando si preme il tasto **REC**.

Se la durata del logging è diversa da "00:00:00", la memorizzazione termina allo scadere del tempo impostato (dall'avvio della memorizzazione con il tasto **REC**). La memorizzazione può essere terminata manualmente prima dello scadere del tempo impostato premendo il tasto **REC**.

Per salvare l'impostazione, premere il tasto "spunta".

6.7 Menu PHOTO

Il menu PHOTO permette di scattare foto e di visualizzare le foto acquisite.



Entrando nel menu PHOTO, vengono visualizzate le foto eventualmente già presenti, relative al progetto attivo. Per scorrere le foto, utilizzare i tasti freccia destra/sinistra. Se non ci sono foto relative al progetto attivo, appare il messaggio "No Image".

Per scattare una nuova foto, puntare la fotocamera dello strumento verso l'ambiente da riprendere e premere il tasto **REC**. La foto viene salvata in formato "jpg" nella cartella del progetto attivo.

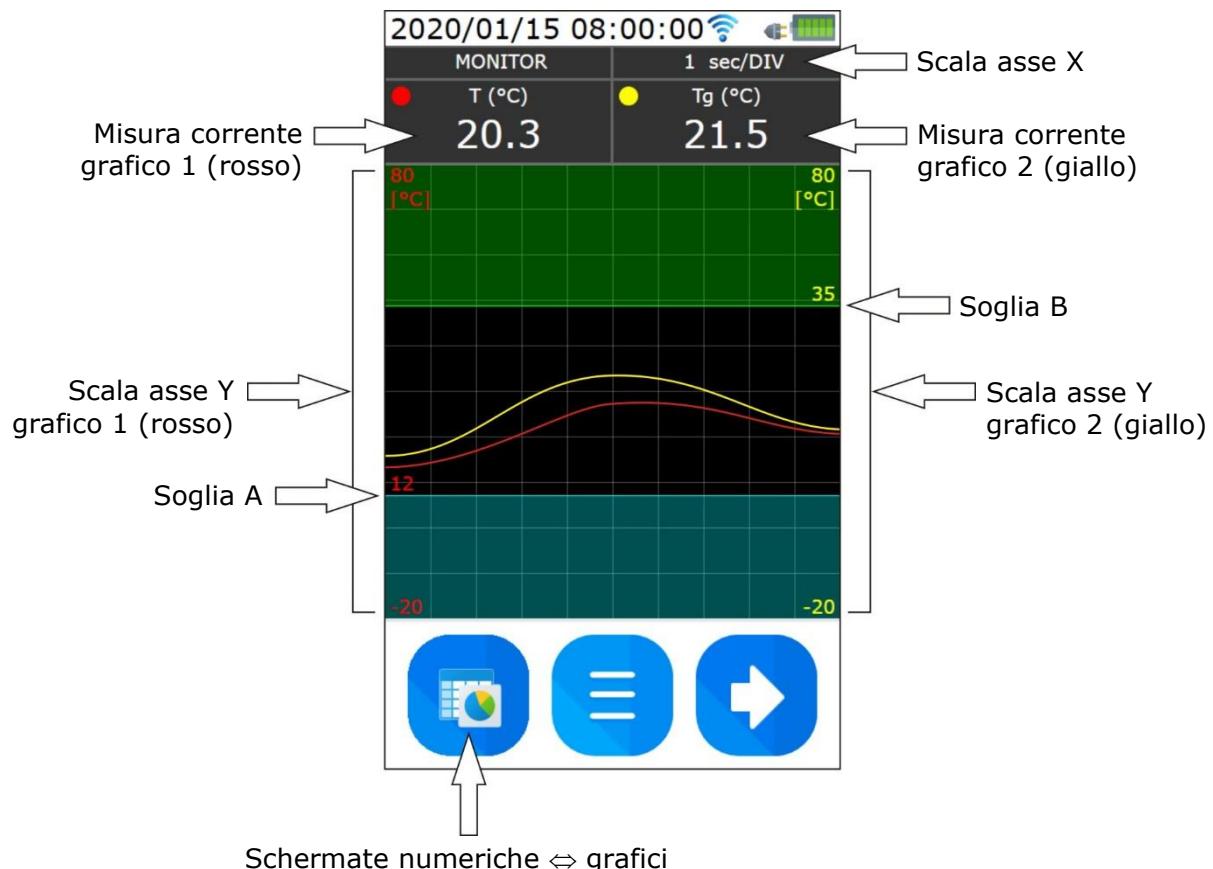
Attenzione: non viene visualizzata l'anteprima della foto da scattare; la foto sarà visibile dopo aver premuto il tasto REC.

7 Grafici

Lo strumento può visualizzare simultaneamente il grafico di due grandezze in tempo reale, oltre a una visualizzazione grafica dei valori correnti degli indici PMV e PPD.

È possibile abilitare fino a due soglie di riferimento (allarme visivo), ciascuna configurabile come soglia bassa (evidenzia se la misura scende sotto la soglia) o soglia alta (evidenzia se la misura sale sopra la soglia). Le due soglie possono essere associate allo stesso grafico oppure a grafici diversi.

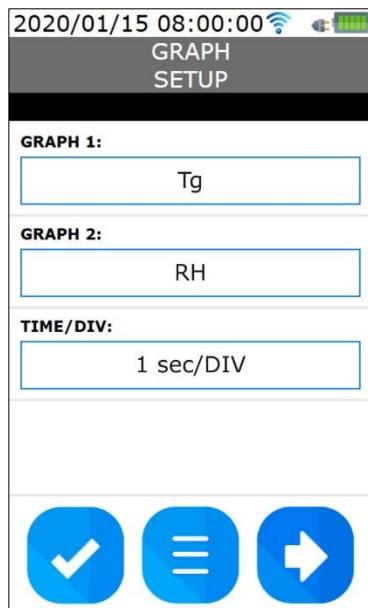
Per passare dalla visualizzazione numerica delle misure alla visualizzazione grafica (e viceversa), premere il tasto in basso a sinistra sul display.



Le soglie sono rappresentate da una linea azzurra (soglia A) e da una linea verde (soglia B). Il valore di una soglia è riportato sull'asse Y della grandezza alla quale la soglia è associata. L'area del grafico che eccede i valori delle soglie può essere optionalmente evidenziata con un'ombreggiatura.

Per scegliere quali grandezze rappresentare graficamente e per impostare l'area dei grafici, premere il tasto MENU (tasto centrale) sul display durante la visualizzazione grafica. Sono presenti quattro schermate di configurazione, selezionabili ciclicamente con il tasto "freccia a destra" sul display:

1. Schermata di selezione delle grandezze da graficare e impostazione della scala temporale dell'asse X.
2. Schermata di impostazione della scala dell'asse Y.
3. Schermata di impostazione della soglia di riferimento (allarme) A.
4. Schermata di impostazione della soglia di riferimento (allarme) B.

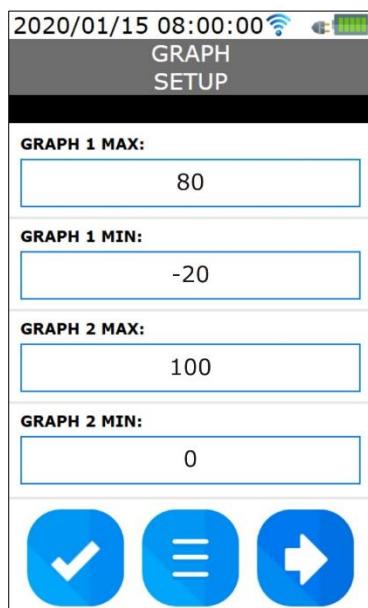


Selezione grandezze e impostazione scala asse X:

Per associare una grandezza a un grafico, premere sul campo corrispondente al grafico 1 (rosso) o al grafico 2 (giallo): appare la lista delle grandezze disponibili. È possibile scorrere la lista trascinando il dito in su e in giù. Premere sulla grandezza desiderata (premere su DISABLED per non associare nessuna grandezza), quindi premere il tasto “spunta” per confermare.

Per impostare la scala temporale dell’asse X, premere sul campo TIME/DIV: appare la lista delle scale disponibili. È possibile scorrere la lista trascinando il dito in su e in giù. Premere sulla scala desiderata, quindi premere il tasto “spunta” per confermare. Il valore temporale impostato corrisponde a una divisione (quadrato) della griglia del grafico.

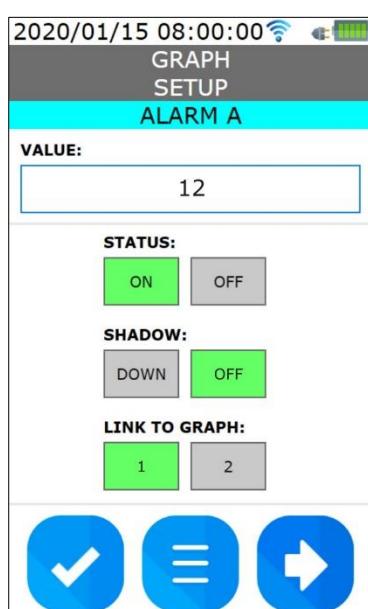
Nota: dato che l’intervallo di misura dello strumento è sempre di 1 s e la risoluzione orizzontale del display è di 480 pixel (48 pixel/DIV), se si imposta per l’asse X una scala maggiore o uguale a 1 min/DIV i punti del grafico saranno una decimazione dei valori misurati.



Impostazione scala asse Y:

È possibile impostare il minimo e il massimo della scala dell’asse Y indipendentemente per i due grafici.

Premendo su un campo, appare un tastierino numerico: inserire il valore e premere il tasto “spunta” per confermare. È possibile inserire solo valori interi.



Impostazione soglie di riferimento A e B:

Premendo sul campo del valore di soglia, appare un tastierino numerico: inserire il valore e premere il tasto “spunta” per confermare. È possibile inserire solo valori interi.

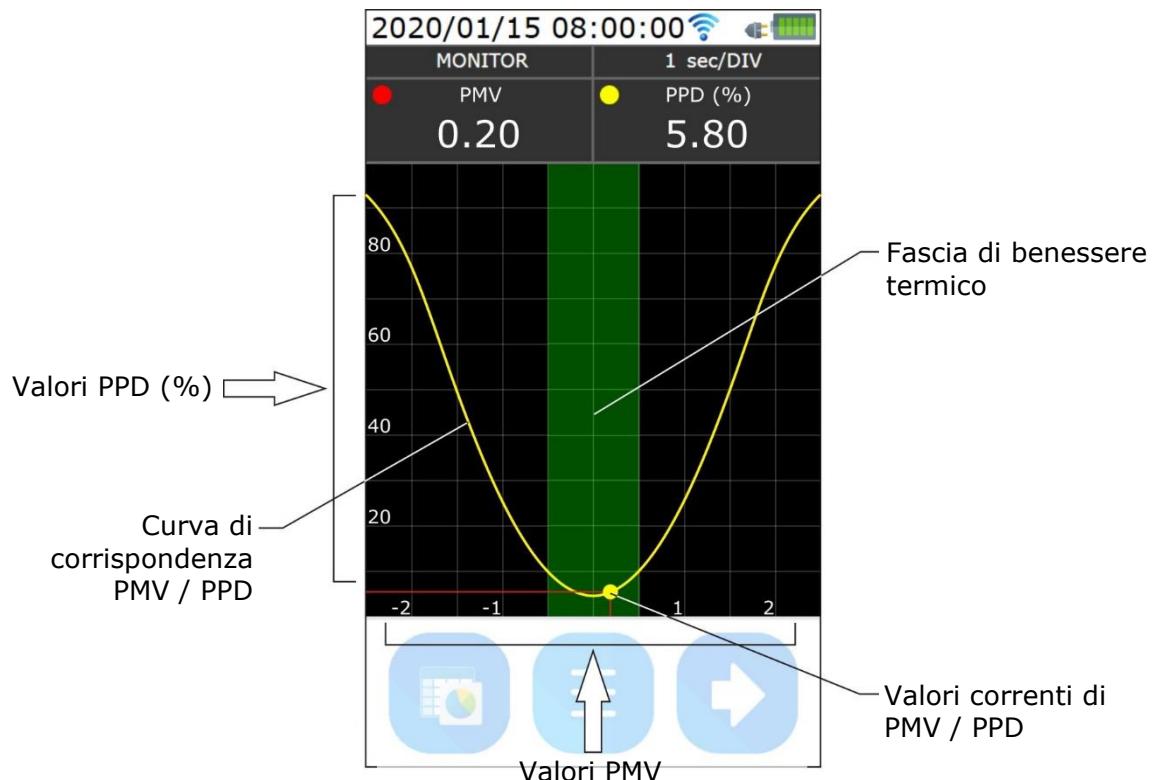
STATUS (STATO): premere ON per visualizzare la soglia sul grafico; premere OFF per nasconderla.

SHADOW (OMBREGGIATURA): per ombreggiare l’area del grafico sopra la soglia (soglia alta), premere UP(SU)/DOWN(GIÙ) fino a selezionare UP(SU); per ombreggiare l’area del grafico sotto la soglia (soglia bassa), premere UP(SU)/DOWN(GIU) fino a selezionare DOWN(GIÙ); premere OFF per non visualizzare l’ombreggiatura.

LINK TO GRAPH (LEGA AL GRAFICO): premere 1 per associare la soglia al grafico 1; premere 2 per associare la soglia al grafico 2.

Grafico PVM / PPD:

Dalla prima schermata grafica, premere il tasto “freccia a destra” sul display per passare alla visualizzazione grafica degli indici PMV / PPD.



Il punto giallo si muove sulla curva di corrispondenza PMV / PPD e indica i valori correnti degli indici.

La fascia verticale verde rappresenta la zona di benessere termico: $-0,5 < \text{PMV} < 0,5$ e $\text{PPD} < 10\%$.

8 Preparazione e manutenzione delle sonde per la misura di indici microclimatici

Sonde necessarie per la misura dell'indice **WBGT**:



Sonde necessarie per la misura degli indici **PMV/PPD**:



Le sonde sono già calibrate di fabbrica. I dati di calibrazione sono conservati nella memoria del modulo SICRAM.

Sonde globotermometro TP3575 e TP3276.2:

Avvitare il globo allo stelo della sonda.



Sonde a bulbo umido a ventilazione naturale HP3201 e HP3201.2:

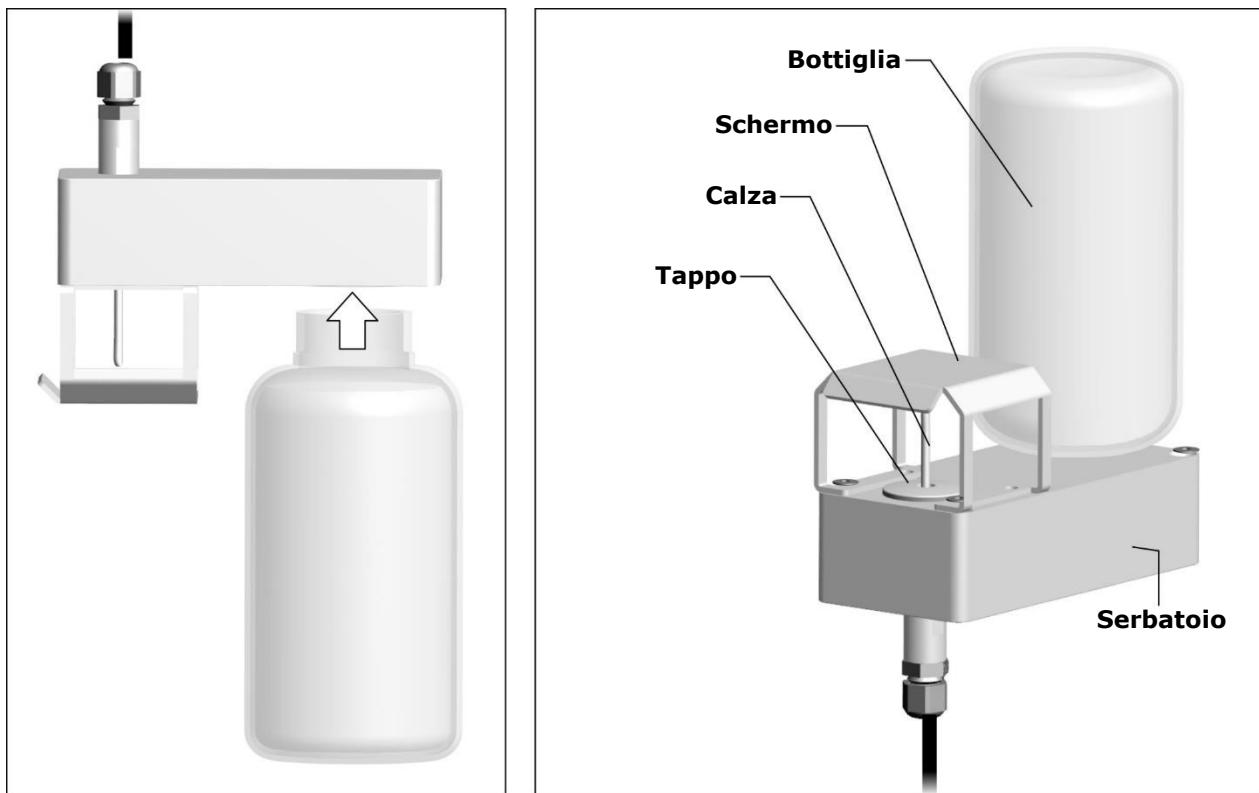
- Rimuovere il tappo del sensore (il tappo non è avvitato).
- Infilare la calza, preventivamente bagnata con acqua distillata, nella sonda di temperatura. La calza deve sporgere dalla sonda per circa 20 mm.
- Riempire fino a $\frac{3}{4}$ il contenitore con **acqua distillata**.
- Riposizionare il tappo.
- **Attenzione:** mantenere la sonda in verticale per evitare la fuoriuscita dell'acqua.



Nota: la calza con il tempo tende a calcificare (indurirsi): va sostituita periodicamente.

Sonda a bulbo umido a ventilazione naturale TP3204S:

- Rimuovere il tappo del sensore (il tappo non è avvitato).
- Infilare la calza, preventivamente bagnata con acqua distillata, nella sonda di temperatura. La calza deve sporgere dalla sonda per circa 20 mm.
- Riposizionare il tappo.
- Riempire la bottiglia con 500 cc di **acqua distillata**.
- Capovolgere la sonda e avvitare saldamente la bottiglia al serbatoio della sonda.
- Capovolgere la sonda velocemente (per evitare la fuoriuscita dell'acqua).
- Fissare la sonda al supporto **SP32TC**.



Per misure in presenza di irraggiamento solare, utilizzare lo schermo di protezione dalle radiazioni solari.

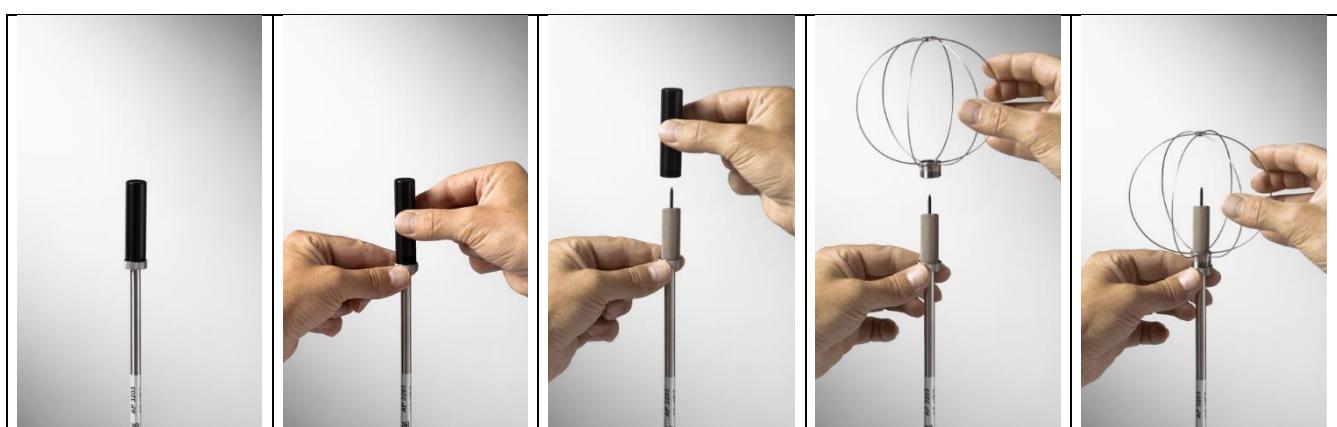
Nota: la calza con il tempo tende a calcificare (indurirsi): va sostituita periodicamente.

Sonde combinate di umidità relativa e temperatura HP3217R e HP3217.2R:

- Non toccare con le mani i sensori; evitare di imbrattarli con olio, grassi, resine.
- I sensori possono essere puliti dalla polvere e dallo smog con un pennello molto morbido (ad es. di tasso) imbevuto di acqua distillata.
- Per **verificare** la congruità della misura di umidità relativa si possono impiegare le soluzioni saline sature **HD75** (75 %UR) e **HD33** (33 %UR).
- Nel caso le misure non risultino congrue, verificare che i sensori non siano sporchi, corrosi, scheggiati o rotti.

Sonde di velocità dell'aria a filo caldo omnidirezionali AP3203 e AP3203.2:

Svitare il cilindro di protezione del sensore e avvitare la griglia metallica sferica.



⚠ Pericolo!

Il sensore delle sonde AP3203 e AP3203.2 è riscaldato. **In presenza di vapori o di gas, potrebbe innescare un incendio o un'esplosione. Non utilizzare la sonda in presenza di gas infiammabili. Assicurarsi che nell'ambiente dove si effettuano le misure non vi siano fughe di gas o vapori potenzialmente esplosivi.**

⚠ Cautela!

- **La sonda è delicata e va maneggiata con estrema cura.** Un semplice urto può rendere la sonda inutilizzabile.
- Terminata la misura, il sensore posto sulla testa della sonda va protetto con il cilindro filettato di protezione in dotazione.
- Durante l'uso, la sonda va protetta con l'apposita griglia metallica sferica.
- Non toccare il sensore.

⚠ Attenzione!

Per la pulizia della sonda usare solo acqua distillata.

Avvertenze generali:**⚠ Pericolo!**

Alcuni sensori non sono isolati rispetto alla guaina esterna; fare molta attenzione a non entrare in contatto con parti sotto tensione (sopra 48 V): potrebbe essere pericoloso, oltre che per lo strumento, anche per l'operatore che potrebbe restare folgorato.

⚠ Cautela!

- Non esporre le sonde a gas o liquidi che potrebbero corrodere il materiale della sonda. Dopo la misura pulire accuratamente le sonde.
- Rispettare la corretta polarità delle sonde.
- Nell'introdurre il connettore delle sonde nello strumento, non piegare o forzare i contatti.
- Non piegare, deformare o far cadere le sonde: si possono rovinare irreparabilmente.
- Evitare di eseguire misure in presenza di sorgenti ad alta frequenza, microonde o forti campi magnetici, perché risulterebbero poco attendibili.

⚠ Attenzione!

- Usare le sonde idonee al tipo di misura che si vuole eseguire.
- Per una misura affidabile, evitare variazioni di temperatura troppo rapide.

9 Manutenzione

Non utilizzare detergenti aggressivi o incompatibili con i materiali indicati nelle specifiche tecniche. Per la pulizia utilizzare un panno morbido secco o leggermente inumidito con acqua pulita.

10 Istruzioni per la sicurezza

Il regolare funzionamento e la sicurezza operativa dello strumento possono essere garantiti solo alle condizioni climatiche specificate nel manuale e se vengono osservate tutte le normali misure di sicurezza, come pure quelle specifiche descritte in questo manuale operativo.

Non utilizzare lo strumento in luoghi ove siano presenti:

- Gas corrosivi o infiammabili.
- Vibrazioni dirette od urti allo strumento.
- Campi elettromagnetici di intensità elevata, elettricità statica.

Obblighi dell'utilizzatore

L'utilizzatore dello strumento deve assicurarsi che siano osservate le seguenti norme e direttive riguardanti il trattamento con materiali pericolosi:

- Direttive UE per la sicurezza sul lavoro.
- Norme di legge nazionali per la sicurezza sul lavoro.
- Regolamentazioni antinfortunistiche.

Avvertenze sull'uso della batteria

Pericolo!

Per evitare rischi di esplosione:

- **Non cortocircuitare la batteria.**
- Non esporre la batteria ad alte temperature.
- Non utilizzare dispositivi di ricarica diversi da quelli indicati.
- Non sovraccaricare la batteria lasciandola in carica per molto tempo dopo aver raggiunto lo stato di carica completo.

Attenzione!

Per prolungare la vita della batteria, non lasciarla scaricare eccessivamente: ricaricare la batteria quando il simbolo di batteria sul display raggiunge il livello minimo.

Smaltimento delle batterie

- Gettare le batterie esaurite negli appositi raccoglitori o consegnarle a centri di raccolta autorizzati. Seguire le disposizioni di legge in vigore.
- Non gettare le batterie nei rifiuti urbani.
- Non gettare le batterie nel fuoco.

11 Caratteristiche tecniche

Alimentazione	Batteria ricaricabile interna al litio Alimentatore esterno 5 Vdc/1A (SWD05) da collegare al connettore mini-USB dello strumento Se collegato al PC, è alimentato dalla porta USB (da almeno 500 mA) del PC
Autonomia della batteria	Almeno 24 ore di funzionamento continuo (a partire da batteria completamente carica) con display sempre acceso
Intervallo di logging	Configurabile da 1 secondo a 1 ora
Capacità di memoria	8 GB
Ingressi	3 ingressi con connettore a 8 poli DIN45326 per sonde con modulo SICRAM 1 ingresso RS485 con connettore M12 a 8 poli per il trasmettitore di particolato PMsense-P
Display	LCD grafico a colori retroilluminato con "touch" capacitivo Area attiva 52x87 mm, 480x800 pixel
Risoluzione fotocamera	480x640 pixel
Connettività	Wi-Fi (2,4 GHz) e USB OTG, Host e Device La connessione USB non richiede l'installazione di driver
Incertezza	± 1 digit @ 20 °C (solo lo strumento)
Condizioni operative	-5...50 °C, 0...90 %UR no condensa
Temperatura di magazzino	-25...65 °C
Materiali	ABS, fascia di protezione in gomma
Dimensioni	185x90x40 mm
Peso	500 g
Grado di protezione	IP 54

SONDE DI TEMPERATURA **TP3275** E **TP3276.2**

Sensore	Pt100
Campo di misura	-30...120 °C
Risoluzione	0,1 °C
Accuratezza	1/3 DIN
Deriva in temperatura @ 20 °C	0,003 %/°C
Stabilità a lungo termine	0,1 °C/anno
Collegamento	Connettore 8 poli femmina DIN45326 Cavo L=2 m (solo TP3275)
Dimensioni globo	Ø=150 mm (TP3275), Ø=50 mm (TP3276.2)
Dimensioni gambo	Ø=14 mm, L=110 mm (TP3275) Ø=8 mm, L=170 mm (TP3276.2)
Tempo di risposta T ₉₅ ⁽¹⁾	15 minuti

SONDE DI TEMPERATURA **TP3207 E TP3207.2**

Sensore	Pt100
Campo di misura	-40...100 °C
Risoluzione	0,1 °C
Accuratezza	1/3 DIN
Deriva in temperatura @ 20 °C	0,003 %/°C
Stabilità a lungo termine	0,1 °C/anno
Collegamento	Connettore 8 poli femmina DIN45326 Cavo L=2 m (solo TP3207)
Dimensioni	Ø=14 mm, L=140 mm (TP3207), L= 150 mm (TP3207.2)
Tempo di risposta T ₉₅ ⁽¹⁾	15 minuti

SONDE A BULBO UMIDO A VENTILAZIONE NATURALE **HP3201 E HP3201.2**

Sensore	Pt100
Campo di misura	4...80 °C
Risoluzione	0,1 °C
Accuratezza	Classe A
Deriva in temperatura @ 20 °C	0,003 %/°C
Stabilità a lungo termine	0,1 °C/anno
Collegamento	Connettore 8 poli femmina DIN45326 Cavo L=2 m (solo HP3201)
Dimensioni gambo	Ø=14 mm, L=110 mm (HP3201), L= 170 mm (HP3201.2)
Lunghezza calza	10 cm ca.
Serbatoio	Capacità 15 cc, autonomia 96 ore @ UR=50% e t=23 °C
Tempo di risposta T ₉₅ ⁽¹⁾	15 minuti

SONDA A BULBO UMIDO A VENTILAZIONE NATURALE **TP3204S**

Sensore	Pt100
Campo di misura	4...80 °C
Risoluzione	0,1 °C
Accuratezza	Classe A
Deriva in temperatura @ 20 °C	0,003 %/°C
Stabilità a lungo termine	0,1 °C/anno
Collegamento	Connettore 8 poli femmina DIN45326, cavo L=2 m
Dimensioni	L x W x H = 140 x 65 x 178,5 mm (serbatoio + bottiglia)
Lunghezza calza	10 cm ca.
Serbatoio	Capacità 500 cc, autonomia 15 giorni @ t=40 °C
Tempo di risposta T ₉₅ ⁽¹⁾	15 minuti

SONDE COMBINATE DI TEMPERATURA E UMIDITÀ RELATIVA **HP3217R E HP3217.2R**

Sensore	Temperatura: Pt100 U.R.: capacitivo
Campo di misura	Temperatura: -40...100 °C U.R.: 0...100%
Risoluzione	0,1 °C / 0,1 %UR
Accuratezza	Temperatura: 1/3 DIN U.R.: $\pm 1,5\%$ (0...90%UR) / $\pm 2\%$ (90...100%UR) @ T=15...35 °C (1,5 + 1,5% misura)% @ T= restante campo
Deriva in temperatura @ 20 °C	0,02 %UR/°C
Stabilità a lungo termine	0,1 %UR/anno
Collegamento	Connettore 8 poli femmina DIN45326 Cavo L=2 m (solo HP3217R)
Dimensioni	$\varnothing=14$ mm, L=150 mm
Tempo di risposta T ₉₅ ⁽¹⁾	15 minuti

SONDE DI VELOCITÀ DELL'ARIA A FILO CALDO OMNIDIREZIONALI **AP3203 E AP3203.2**

Sensore	NTC 10 kΩ
Campo di misura	0,02...5 m/s / 0...80 °C
Risoluzione	0,01 m/s
Accuratezza	$\pm (0,05 + 5\% \text{ misura}) \text{ m/s}$
Deriva in temperatura @ 20 °C	0,06 %/°C
Stabilità a lungo termine	0,12 °C/anno
Collegamento	Connettore 8 poli femmina DIN45326 Cavo L=2 m (solo AP3203)
Dimensioni gambo	$\varnothing=8$ mm, L=230 mm
Dimensioni protezione	$\varnothing=100$ mm

⁽¹⁾ Il tempo di risposta T₉₅ è il tempo impiegato per raggiungere il 95% del valore finale. La misura del tempo di risposta è eseguita con velocità dell'aria trascurabile (aria ferma).

SONDE COMBINATE DI TEMPERATURA, UMIDITÀ RELATIVA, CO₂, VOC E PRESSIONE ATMOSFERICA
HP3217B4 E HP3217BV4

Sensore	Temperatura/U.R.: CMOS Pressione atmosferica: piezoresistivo CO ₂ : a raggi infrarossi non dispersivi (NDIR) VOC: film di ossido di metallo (solo HP3217BV4)
Campo di misura	Temperatura: -20...80 °C U.R.: 0...100% Pressione atmosferica: 300...1250 hPa CO ₂ : 0...5000 ppm Indice VOC: 1...500 (adimensionale)
Risoluzione	Temperatura: 0,1 °C U.R.: 0,1 %UR Pressione atmosferica: 0,1 hPa CO ₂ : 1 ppm Indice VOC: 1
Accuratezza (tipica)	Temperatura: ±0,1 °C (20...60 °C) / ±0,2 °C (restante campo) U.R.: ±2% (0...80%UR) / ±3% (80...100%UR) @ T=10...50 °C Pressione atmosferica: ±0,5 hPa @ T=25 °C / ±1 hPa (500...1100 hPa) @ T= restante campo CO ₂ : ±(50 ppm + 3% della misura) @ 25 °C / 1013 hPa Indice VOC: misura relativa qualitativa (si veda il capitolo 4)
Deriva in temperatura	Pressione atmosferica: ±0,75 Pa/°C (0...55 °C / 700...1100 hPa) CO ₂ : 1 ppm/°C (-20...45 °C)
Stabilità a lungo termine	Temperatura: < 0,03 °C/anno U.R.: < 0,25 %UR/anno Pressione atmosferica: < ±1 hPa/anno CO ₂ : 5% della misura/5 anni
Collegamento	Connettore 8 poli femmina DIN45326
Dimensioni	167 x 30 x 19 mm
Tempo di risposta	Temperatura / U.R.: 10 s (T ₆₃ ⁽²⁾) con flusso d'aria 1 m/s CO ₂ : < 120 s (T ₉₀ ⁽³⁾) con flusso d'aria 2 m/s)
Condizioni operative	-20...60 °C / 0...95 %UR non condensante ⁽⁴⁾



⁽²⁾ Il tempo di risposta T₆₃ è il tempo impiegato per raggiungere il 63% del valore finale.

⁽³⁾ Il tempo di risposta T₉₀ è il tempo impiegato per raggiungere il 90% del valore finale.

⁽⁴⁾ Il sensore di U.R. offre le migliori prestazioni se utilizzato nell'intervallo di umidità 20...80 %UR. La prolungata esposizione al di fuori dell'intervallo indicato (specialmente ad alta umidità) può introdurre temporaneamente un offset nella risposta del sensore.

TRASMETTITORE DI PARTICOLATO **PMSENSE-P**

Principio di misura	Diffusione Laser
Inquinanti misurati	PM1.0, PM2.5 e PM10
Campo di misura	0...1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (per ogni inquinante)
Risoluzione	0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Campo di rilevamento dimensione delle particelle	\varnothing 0.3...10 μm
Errore di linearità	< 5%
Ripetibilità	< 3%
Tempo di riscaldamento del sensore	15 s
Tempo di risposta	Frequenza di aggiornamento della misura 1 s
Vita del sensore	> 10.000 ore di funzionamento continuo
Deriva in temperatura	< 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / $^{\circ}\text{C}$
Connessione	Connettore circolare M12 a 8 poli
Condizioni operative	-20...+70 $^{\circ}\text{C}$ / 0...95 %UR / 500...1500 hPa
Materiale contenitore	Policarbonato
Grado di protezione	Contenitore dotato di presa d'aria con filtro, resistente alla pioggia e ai raggi UV – IP 53
Dimensioni	120 x 94 x 71 (escluso connettore M12)
Peso	330 g



Piedinatura connettore M12 HD32.3TC e PMsense-P

M12 maschio HD32.3TC		M12 maschio PMsense-P	
Pin	Funzione	Pin	Funzione
1	GND	1	GND
2	--	2	+Vdc
3	--	3	
4	RS485 A/-	4	RS485 A/-
5	RS485 B/+	5	RS485 B/+
6	--	6	--
7	+Vdc	7	--
8	--	8	--

Il trasmettitore PMsense-P è alimentato direttamente dallo strumento: non applicare al trasmettitore alimentazione diversa da quella fornita dallo strumento.

12 Codici di ordinazione sonde e accessori

Lo strumento è fornito con valigia, batteria ricaricabile al litio (BAT-30), alimentatore (SWD05) e cavo USB (CP31).

Il software **DeltaLog10** è scaricabile dal sito web.

Le sonde vanno ordinate a parte.

Sonde con modulo SICRAM per la misura di indici microclimatici

Le sonde necessarie per la misura dell'indice **WBGT** sono:

- Sonda di temperatura a bulbo secco, una tra le seguenti:
 - **TP3207.2** Ø 14mm, L=150 mm.
 - **TP3207** Ø 14mm, L=140 mm. Cavo 2 m.
Alternativamente è possibile utilizzare una sonda combinata HP3217.2R/HP3217R o HP3217B4/HP3217BV4.
- Sonda globotermometro, una tra le seguenti:
 - **TP3276.2** Globo Ø 50 mm. Gambo Ø 8 mm, L=170 mm.
 - **TP3275** Globo Ø 150 mm. Gambo Ø 14 mm, L=110 mm. Cavo 2 m.
- Sonda di temperatura a bulbo umido a ventilazione naturale, una tra le seguenti:
 - **HP3201.2** Gambo Ø 14 mm, L=170 mm.
 - **HP3201** Gambo Ø 14 mm, L=110 mm. Cavo 2 m.
 - **TP3204S** Per misure di lunga durata. Capacità 500 cc di acqua distillata. Cavo 2 m.

Le sonde necessarie per la misura degli indici **PMV/PPD** sono:

- Sonda combinata di temperatura e umidità relativa, una tra le seguenti:
 - **HP3217.2R** Gambo Ø 14 mm, L=150 mm.
 - **HP3217R** Gambo Ø 14 mm, L=110 mm. Cavo 2 m.
Alternativamente è possibile utilizzare una sonda HP3217B4/HP3217BV4.
- Sonda di velocità dell'aria a filo caldo omnidirezionale, una tra le seguenti:
 - **AP3203.2** Gambo Ø 8 mm, L=230 mm.
 - **AP3203** Gambo Ø 8 mm, L=230 mm. Cavo 2 m.
- Sonda globotermometro, una tra le seguenti:
 - **TP3276.2** Globo Ø 50 mm. Gambo Ø 8 mm, L=170 mm.
 - **TP3275** Globo Ø 150 mm. Gambo Ø 14 mm, L=110 mm. Cavo 2 m.

Le sonde necessarie per la misura degli indici **TU/DR** sono:

- Sonda di velocità dell'aria a filo caldo omnidirezionale, una tra le seguenti:
 - **AP3203.2** Gambo Ø 8 mm, L=230 mm.
 - **AP3203** Gambo Ø 8 mm, L=230 mm. Cavo 2 m.

Sonde per la misura della qualità dell'aria

- HP3217B4** Sonda di CO₂, temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica con modulo SICRAM. Connessione diretta senza cavo.
- HP3217BV4** Sonda di CO₂, VOC, temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica con modulo SICRAM. Connessione diretta senza cavo.
- PMsense-P** Trasmettitore di PM1.0, PM2.5 e PM10 con uscita RS485. Connettore M12. Cavo 2 m. Da installare su VTRAP30 (non incluso).

Accessori

VTRAP30	Treppiede, altezza 157 mm.
VTRAP	Treppiede, altezza massima 1310 mm (supporto SP32TC non incluso).
SP32TC	Supporto per strumento e 4 sonde con cavo. Può essere fissato sia al treppiede VTRAP30 che al treppiede VTRAP.
CP31	Cavo USB con connettore mini-USB maschio dal lato strumento e connettore USB tipo A maschio dal lato PC. Ricambio .
SWD05	Alimentatore stabilizzato a tensione di rete 100-240 Vac / 5 Vdc-1 A. Uscita con connettore USB di tipo A. Ricambio .
BAT30	Batteria ricaricabile al litio. Ricambio .
AQC	200 cc di acqua distillata.

Note

GARANZIA

Il fabbricante è tenuto a rispondere alla "garanzia di fabbrica" solo nei casi previsti dal Decreto Legislativo 6 settembre 2005, n. 206. Ogni strumento viene venduto dopo rigorosi controlli; se viene riscontrato un qualsiasi difetto di fabbricazione è necessario contattare il distributore presso il quale lo strumento è stato acquistato. Durante il periodo di garanzia (24 mesi dalla data della fattura) tutti i difetti di fabbricazione riscontrati sono riparati gratuitamente. Sono esclusi l'uso improprio, l'usura, l'incuria, la mancata o inefficiente manutenzione, il furto e i danni durante il trasporto. La garanzia non si applica se sul prodotto vengono riscontrate modifiche, manomissioni o riparazioni non autorizzate. Soluzioni, sonde, elettrodi e microfoni non sono garantiti in quanto l'uso improprio, anche solo per pochi minuti, può causare danni irreparabili.

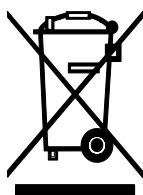
Il fabbricante ripara i prodotti che presentano difetti di costruzione nel rispetto dei termini e delle condizioni di garanzia inclusi nel manuale del prodotto. Per qualsiasi controversia è competente il foro di Padova. Si applicano la legge italiana e la "Convenzione sui contratti per la vendita internazionale di merci".

INFORMAZIONI TECNICHE

Il livello qualitativo dei nostri strumenti è il risultato di una continua evoluzione del prodotto. Questo può comportare delle differenze fra quanto riportato nel manuale e lo strumento che avete acquistato.

Ci riserviamo il diritto di modificare senza preavviso specifiche tecniche e dimensioni per adattarle alle esigenze del prodotto.

INFORMAZIONI SULLO SMALTIMENTO



Le apparecchiature elettriche ed elettroniche con apposto specifico simbolo in conformità alla Direttiva 2012/19/UE devono essere smaltite separatamente dai rifiuti domestici. Gli utilizzatori europei hanno la possibilità di consegnarle al Distributore o al Produttore all'atto dell'acquisto di una nuova apparecchiatura elettrica ed elettronica, oppure presso un punto di raccolta RAEE designato dalle autorità locali. Lo smaltimento illecito è punito dalla legge.

Smaltire le apparecchiature elettriche ed elettroniche separandole dai normali rifiuti aiuta a preservare le risorse naturali e consente di riciclare i materiali nel rispetto dell'ambiente senza rischi per la salute delle persone.



RoHS

senseca.com



Senseca Italy S.r.l.
Via Marconi, 5
35030 Selvazzano Dentro (PD)
ITALY
info@senseca.com

