

luce. Questa seconda termopila collegata in antiserie rispetto al sensore esposto alla luce riduce i segnali dovuti alle improvvise variazioni di temperatura del piranometro (choc termici).

Per minimizzare le variazioni di sensibilità in funzione della temperatura l'LP PYRA 10 è equipaggiato con circuito di compensazione passivo. Nel grafico 1 è riportata la variazione tipica della sensibilità a differenti temperature.

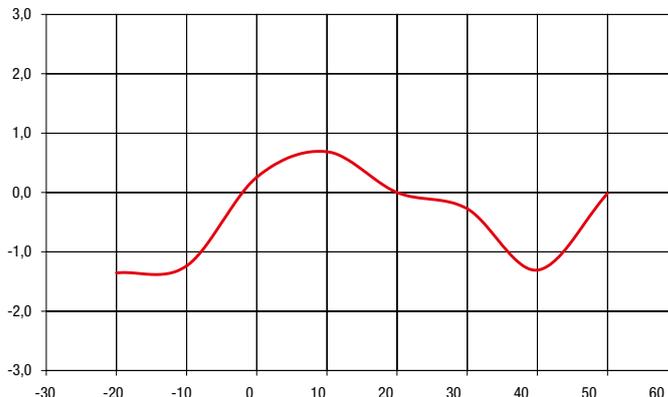


Grafico 1: Variazione in % della sensibilità del piranometro LP PYRA 10 rispetto alla sensibilità a 20 °C, nel campo di temperature tra -20 e 50°C.

Gli scostamenti sono calcolati a partire dalla sensibilità misurata a 20°C.

L'LP PYRA 10 è provvisto di due cupole concentriche con diametro esterno di 50 mm e 30mm rispettivamente, questo per garantire un adeguato isolamento termico della termopila dal vento e per ridurre la sensibilità all'irradiazione termica. Le cupole proteggono la termopila dalla polvere che depositandosi sulla parte annerita ne potrebbe modificare la sensibilità spettrale.

3 Installazione e montaggio del piranometro per la misura della radiazione globale:

Prima dell'installazione del piranometro si deve caricare la cartuccia che contiene i cristalli di silica-gel. Il silica gel ha la funzione di assorbire l'umidità nella camera delle cupole, umidità che in particolari condizioni climatiche può portare alla formazione di condensa sulla parete interna delle cupole alterando la misura. Durante il caricamento dei cristalli di silica-gel si deve evitare di bagnarlo o toccarlo con le mani. Le operazioni da eseguire in un luogo secco (per quanto possibile) sono:

LP PYRA 10 PIRANOMETRO

Il piranometro LP PYRA 10, misura l'irradiazione su una superficie piana (Watt/m²). L'irradiazione misurata è la somma dell'irradiazione diretto prodotto dal sole e dell'irradiazione diffuso (Irradiazione Globale).

L' LP PYRA 10 è un piranometro classificato come Secondario secondo la norma ISO 9060, e secondo la pubblicazione "Guide to meteorological Instruments and Methods of Observation", quinta edizione (1983) dell'WMO.

Il piranometro è prodotto in tre versioni:

- LP PYRA 10 PASSIVO *
- LP PYRA 10 AC ATTIVO con uscita in CORRENTE 4..20 mA
- LP PYRA 10 AV ATTIVO con uscita in TENSIONE 0..1** o 0..5 o 0..10 V da definire al momento dell'ordine

* La versione passiva può essere collegata allo strumento indicatore D09847 attraverso il modulo SICRAM VP 472

** La versione con uscita 0..1 volt può essere collegata, attraverso il modulo SICRAM VP474 allo strumento indicatore HD2302.0 il quale fornisce la lettura direttamente in W/m².

2 Principio di Funzionamento

Il piranometro LP PYRA10 si basa su un nuovo sensore a termopila. La superficie sensibile della termopila è coperta con vernice nera opaca che permette al piranometro di non essere selettivo alle varie lunghezze d'onda. Il campo spettrale del piranometro è determinato dalla trasmissione delle due cupole in vetro tipo K5. Il nuovo sensore adottato consente di avere un tempo di risposta inferiore le richieste della norma ISO9060 per la classificazione dei piranometri Secondari (il tempo di risposta è inferiore a 9 secondi mentre la norma richiede un tempo di risposta inferiore a 15 secondi)

L'energia radiante è assorbita dalla superficie annerita della termopila, creando così una differenza di temperatura tra il giunto caldo ed il corpo del piranometro che in questo caso funge da giunto freddo. La differenza di temperatura tra giunto caldo e giunto freddo è convertita in una Differenza di Potenziale grazie all'effetto Seebeck. Una seconda termopila è montata all'interno dello strumento e non raggiungibile dalla

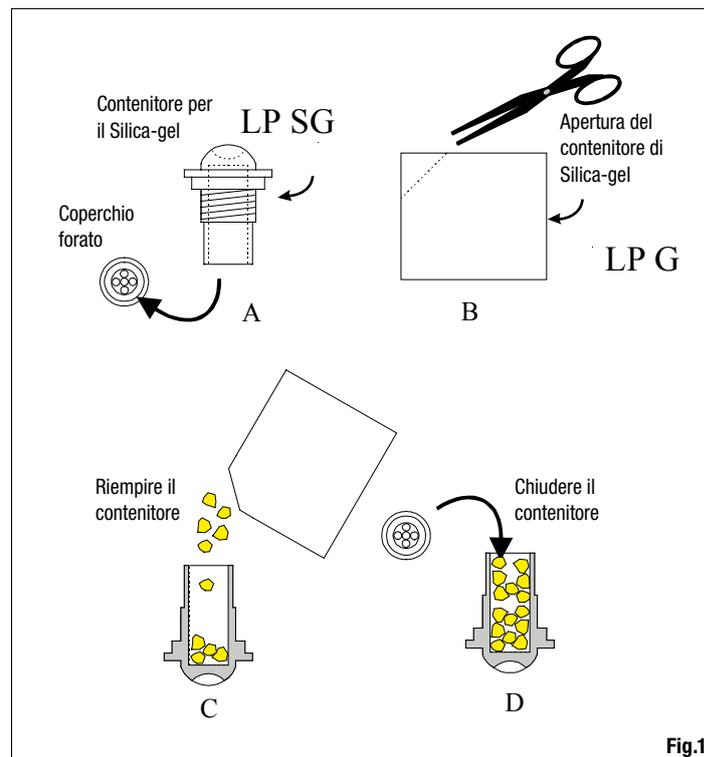


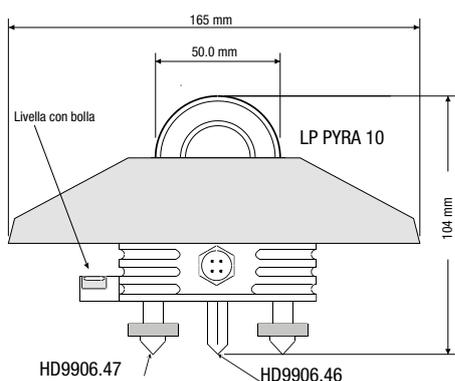
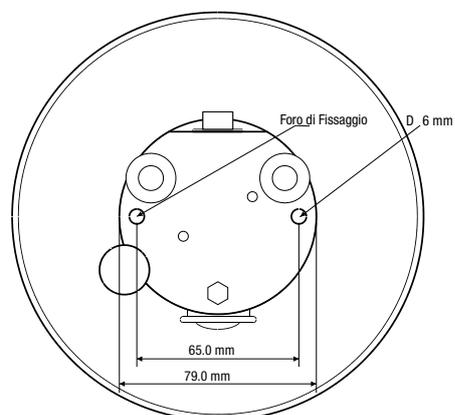
Fig.1

- 1 svitare le tre viti che fissano lo schermo bianco
- 2 svitare la cartuccia porta silica-gel con una moneta
- 3 rimuovere il tappo forato della cartuccia
- 4 aprire la busta (fornita con il piranometro) contenente il silica-gel
- 5 riempire la cartuccia con i cristalli di silica-gel
- 6 richiudere la cartuccia con il proprio tappo, assicurandosi che l'O-ring di tenuta sia posizionato correttamente
- 7 avvitare la cartuccia al corpo del piranometro con una moneta
- 8 assicurarsi che la cartuccia sia ben avvitata (in caso contrario la durata dei cristalli di silica-gel si riduce)
- 9 posizionare lo schermo e avvitarlo con le viti
- 10 il piranometro è pronto per essere utilizzato

Nella figura 1 sono brevemente illustrate le operazioni necessarie al caricamento della cartuccia con i cristalli di silica-gel.

- L'LP PYRA 10 va installato in una postazione facilmente raggiungibile per una periodica pulizia della cupola esterna e per la manutenzione. Allo stesso tempo si dovrebbe evitare che costruzioni, alberi od ostacoli di qualsiasi tipo superino il piano orizzontale su cui giace il piranometro. Nel caso questo non sia possibile è raccomandabile scegliere una posizione in cui gli ostacoli presenti sul percorso del sole dall'alba al tramonto siano inferiori a 5°. **N.B. La presenza di ostacoli sulla linea dell'orizzonte influenza in maniera sensibile la misura dell'irradiamento diretto.**

- Il piranometro va posto lontano da ogni tipo di ostacolo che possa proiettare il riflesso del sole (o la sua ombra) sul piranometro stesso.
- Quando il piranometro è utilizzato senza lo schermo bianco deve essere posizionato in maniera che il cavo elettrico esca dalla parte del polo NORD, se lo si usa nell'emisfero NORD, dalla parte del polo SUD se lo si usa nell'emisfero SUD, in accordo alla norma ISO TR9901 ed alle raccomandazioni dell'WMO. In ogni caso è preferibile attenersi a questa raccomandazione anche quando è utilizzato lo schermo.
- Per un accurato posizionamento orizzontale, il piranometro LP PYRA 10 è dotato di bolla, la regolazione avviene mediante le due viti con ghiera di registrazione che permettono di variare l'inclinazione del piranometro. Il fissaggio su di un piano può essere eseguito utilizzando i due fori di diametro 6mm ed interasse di 65 mm. Per accedere ai fori rimuovere lo schermo e riposizionarlo a montaggio ultimato, si veda la figura 2.
- Al fine di facilitare l'installazione del piranometro DeltaOhm fornisce a richiesta una serie di accessori illustrati in figura 3. L'installatore deve aver cura affinché l'altezza del palo di sostegno non superi il piano del piranometro, per non introdurre errori di misura causati dai riflessi ed ombre provocate dal palo.
- E' preferibile isolare termicamente il piranometro dal suo supporto, al tempo stesso assicurarsi che ci sia un buon contatto elettrico verso massa.



LP PYRA 10 AC
LP PYRA 10 AV

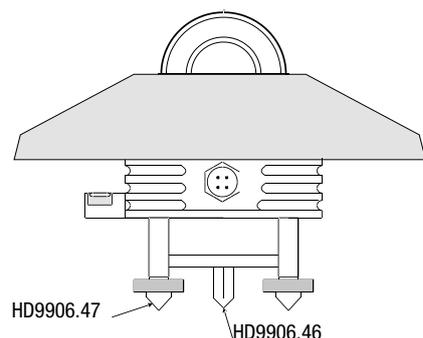


Fig.2

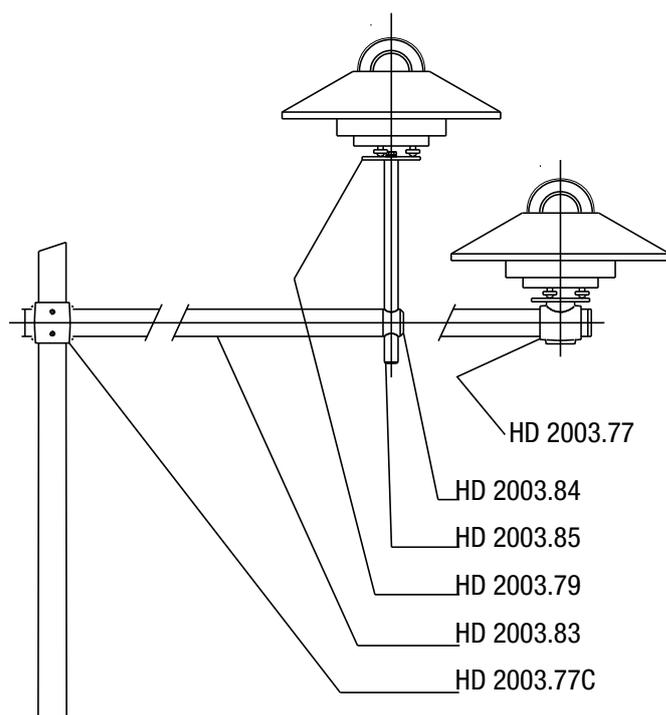
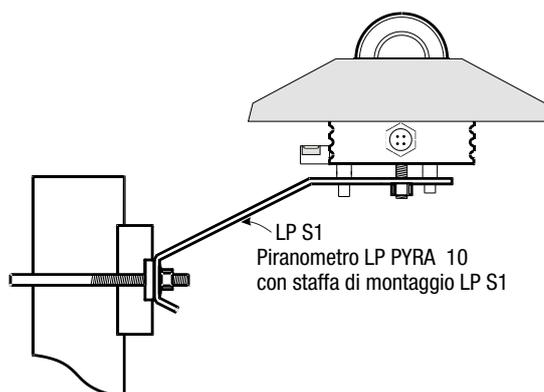
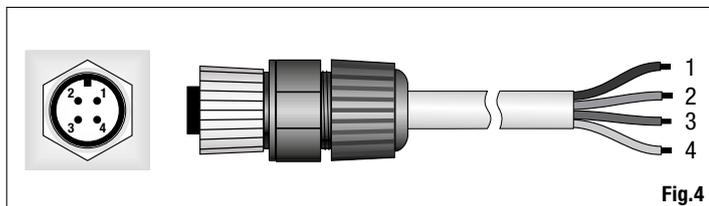


Fig.3

4 Connessioni Elettriche e requisiti dell'elettronica di lettura:

L'LP PYRA 10 viene prodotto in tre versioni, LP PYRA 10, LP PYRA 10 AC e LP PYRA 10 AV.

- La versione LP PYRA 10 è passivo e non necessita di alimentazione.
- Le versioni LP PYRA 10 AC, AV sono attive e hanno bisogno di alimentazione. La tensione richiesta è di:
8-30 VDC per le versioni LP PYRA 10 AC e LP PYRA 10 AV con uscita 0..1V e 0..5 V.
14-30 VDC per la versione LP PYRA 10 AV con uscita 0..10V.
- Tutte le versioni sono provviste di connettore di uscita a 4 poli
- Il cavo opzionale, terminato da una parte con il connettore, è in PTFE resistente agli UV, è provvisto di 3 fili più la calza (schermo), la corrispondenza tra i colori del cavo ed i poli del connettore è la seguente (figura 4):



LP PYRA 10

Connettore	Funzione	Colore
4	Schermo ($\frac{\perp}{\perp}$)	Nero
1	Positivo (+)	Rosso
2	Negativo (-)	Blu
3	Contenitore ($\frac{\perp}{\perp}$)	Bianco

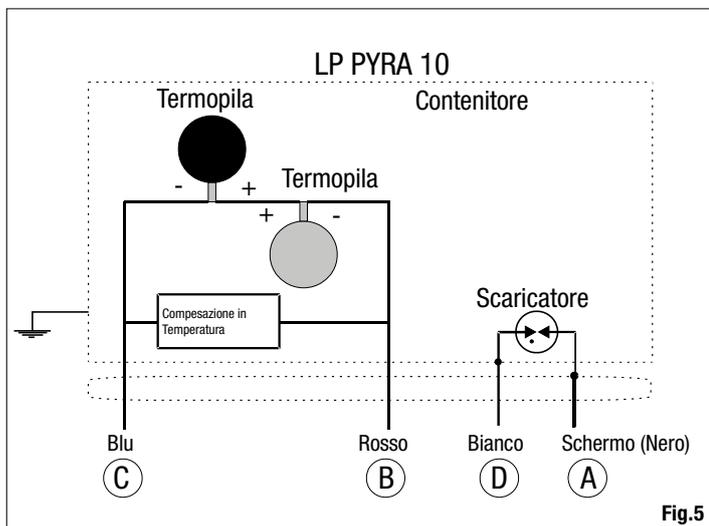
LP PYRA 10 AC

Connettore	Funzione	Colore
4	Schermo ($\frac{\perp}{\perp}$)	Nero
1	Positivo (+)	Rosso
2	Negativo (-)	Blu
3	Contenitore ($\frac{\perp}{\perp}$)	Bianco

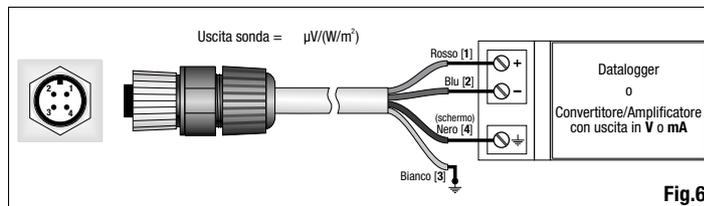
LP PYRA 10 AV

Connettore	Funzione	Colore
4	Schermo ($\frac{\perp}{\perp}$)	Nero
1	(+) Vout	Rosso
2	(-) Vout e (-) Vcc	Blu
3	(+) Vcc	Bianco

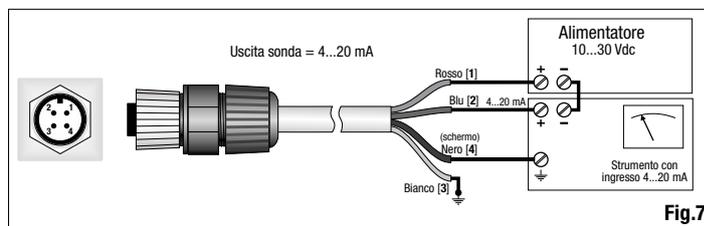
- LP PYRA 10 va connesso ad un millivolmetro od ad un acquisitore di dati. Tipicamente il segnale in uscita dal piranometro non supera i 20 mV. La risoluzione consigliata dello strumento di lettura, per poter sfruttare appieno le caratteristiche del piranometro, è di 1 μ V.



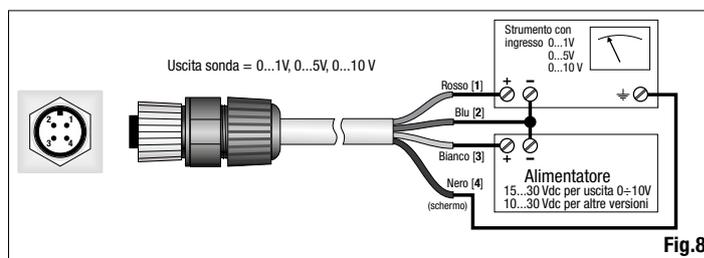
Un esempio di collegamento a sistema di lettura è riportato nella figura 6.



- LP PYRA 10 AC va connesso insieme ad un alimentatore ed ad un multimetro secondo lo schema seguente (Figura 7), la resistenza di carico per la lettura del segnale deve essere $\leq 500 \Omega$:



- LP PYRA 10 AV va connesso insieme ad un alimentatore ed ad un multimetro secondo lo schema seguente (Figura 8), la resistenza di carico per la lettura del segnale deve essere $\geq 100 K\Omega$:



5 Manutenzione:

Al fine di garantire un'elevata precisione delle misure è necessario che la cupola esterna del piranometro sia mantenuta sempre pulita, pertanto maggiore sarà la frequenza di pulizia della cupola migliore sarà la precisione delle misure. La pulizia può essere eseguita con normali cartine per pulizia di obiettivi fotografici e con acqua, se non fosse sufficiente usare Alcol ETILICO puro. Dopo la pulizia con l'alcol è necessario pulire nuovamente la cupola con solo acqua.

A causa degli elevati sbalzi termici tra il giorno e la notte è possibile che sulle cupole del piranometro si formi della condensa, in questo caso la lettura eseguita è fortemente sovrastimata. Per minimizzare la formazione di condensa, all'interno del piranometro è inserita un'apposita cartuccia con materiale assorbente: Silica-gel. L'efficienza dei cristalli di Silica-gel diminuisce nel tempo con l'assorbimento di umidità. Quando i cristalli di silica-gel sono efficienti il colore è **giallo**, mentre man mano che perdono di efficienza il colore diventa **bianco/trasparente**, per sostituirli vedere le istruzioni al paragrafo 3. Tipicamente la durata del silica-gel varia da 4 a 12 mesi a seconda delle condizioni ambientali in cui opera il piranometro.

6 Taratura ed esecuzione delle misure:

LP PYRA 10

La sensibilità del piranometro **S** (o fattore di calibrazione) permette di determinare l'irradiazione globale misurando un segnale in Volt ai capi della termopila. Il fattore **S** è dato in $\mu V/(W/m^2)$.

- Misurata la differenza di potenziale (DDP) ai capi della sonda l'irradiazione E_e si ottiene dalla seguente formula:

$$E_e = DDP/S$$

dove;

E_e : è l'irradiazione espresso in W/m^2 ,

DDP: è la differenza di potenziale espressa in μV misurata dal multimetro,

S: è il fattore di calibrazione riportato sull'etichetta del piranometro (e sul rapporto di taratura) in $\mu V/(W/m^2)$.

LP PYRA 10 AC

La sensibilità del piranometro è regolata in fabbrica in modo che $4..20 \text{ mA} = 0..2000 \text{ W/m}^2$

Per ottenere il valore di irradiazione una volta nota la corrente (I_{out}) assorbita dallo strumento si deve applicare la seguente formula:

$$E_e = 125 \cdot (I_{out} - 4 \text{mA})$$

dove;

E_e : è l'Irradiamento espresso in W/m^2 ,

I_{out} : è la corrente in mA assorbita dallo strumento

LP PYRA 10 AV

La sensibilità del piranometro è regolata in fabbrica in modo che a seconda della versione scelta si abbia:

$0..1 \text{ V} = 0..2000 \text{ W/m}^2$

$0..5 \text{ V} = 0..2000 \text{ W/m}^2$

$0..10 \text{ V} = 0..2000 \text{ W/m}^2$

Per ottenere il valore di irradiazione una volta nota la tensione di uscita (V_{out}) dello strumento si deve applicare la seguente formula:

$$E_e = 2000 V_{out} \text{ per la versione } 0..1 \text{V}$$

$$E_e = 400 V_{out} \text{ per la versione } 0..5 \text{V}$$

$$E_e = 200 V_{out} \text{ per la versione } 0..10 \text{V}$$

dove;

E_e : è l'Irradiamento espresso in W/m^2 ,

V_{out} : è la tensione di uscita (in Volt) misurata con il Voltmetro

Ogni piranometro è tarato singolarmente in fabbrica ed è contraddistinto del suo fattore di calibrazione. Per poter sfruttare appieno le caratteristiche dell'LP PYRA 10 è consigliabile eseguire la verifica della taratura con frequenza annuale.

La strumentazione in dotazione al laboratorio metrologico di Foto-Radiometria Delta Ohm srl permette la taratura dei piranometri secondo le prescrizioni del WMO, ed assicura la riferibilità delle misure ai campioni internazionali.

7 Caratteristiche tecniche:

Sensibilità tipica:

LP PYRA 10

$10 \mu\text{V}/(\text{W/m}^2)$

LP PYRA 10AC

$4..20 \text{ mA} (0-2000 \text{ W/m}^2)$

LP PYRA 10AV

$0..1,5,10 \text{V} (0-2000 \text{ W/m}^2)$

Impedenza:

$500 \Omega \div 1000 \Omega$

Campo di misura:

$0-2000 \text{ W/m}^2$

Campo di vista:

$2\pi \text{ sr}$

Campo spettrale:

$305 \text{ nm} \div 2800 \text{ nm} (50\%)$

(trasmissione delle cupole)

$335 \text{ nm} \div 2200 \text{ nm} (95\%)$

Temperatura di lavoro:

$-40 \text{ }^\circ\text{C} \div 80 \text{ }^\circ\text{C}$

Dimensioni:

figura 1

Peso:

0.90 Kg

Caratteristiche Tecniche secondo ISO 9060

- | | |
|--|--|
| 1- Tempo di risposta:
(95%) | <9 sec |
| 2- Off-set dello Zero:
a) risposta ad una radiazione termica di 200 W/m^2 :
b) risposta ad una cambiamento della temperatura ambiente di 5 K/h : | <7 W/m^2
< $ \pm 2 \text{ W/m}^2$ |
| 3a- Instabilità a lungo termine:
(1 anno) | < $ \pm 0.8 \%$ |
| 3b- Non linearità: | < $ \pm 0.5 \%$ |
| 3c- Risposta secondo legge del coseno: | < $ \pm 10 \text{ W/m}^2$ |
| 3d- Selettività spettrale: | < $ \pm 3 \%$ |
| 3e- Risposta in funzione:
della temperatura | <2 % |
| 3f- Risposta in funzione del Tilt: | < $ \pm 0.5 \%$ |

CODICE DI ORDINAZIONE

LP PYRA 10: Piranometro Secondario secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, livella per la messa in piano, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura.

LP PYRA 10 AC: Piranometro Secondario secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, livella per la messa in piano, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in corrente $4..20 \text{ mA}$.

LP PYRA 10 AV: Piranometro Secondario secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, livella per la messa in piano, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in tensione $0..1 \text{ Vdc}$, $0..5 \text{ Vdc}$, $0..10 \text{ Vdc}$, da definire al momento dell'ordine.

CPM AA 4.5: Presa volante M12 a 4 poli completa di cavo resistente agli UV, $L=5$ metri.

CPM AA 4.10: Presa volante M12 a 4 poli completa di cavo resistente agli UV, $L=10$ metri.

HD 2003.85: Kit per fissaggio, con altezza regolabile, piranometro su palo con diametro $\phi 40 \text{ mm}$ (HD2003.84+ HD2003.85 + HD2003.79)

HD 2003.79: Kit fissaggio piranometri su bussola $\phi 40 \text{ mm}$ (HD2003.77+HD2003.79)

HD 2003.77: Bussola per tubo $\phi 40 \text{ mm}$

LP SP1: Schermo di protezione in materiale plastico UV resistente. LURAN S777K della BASF

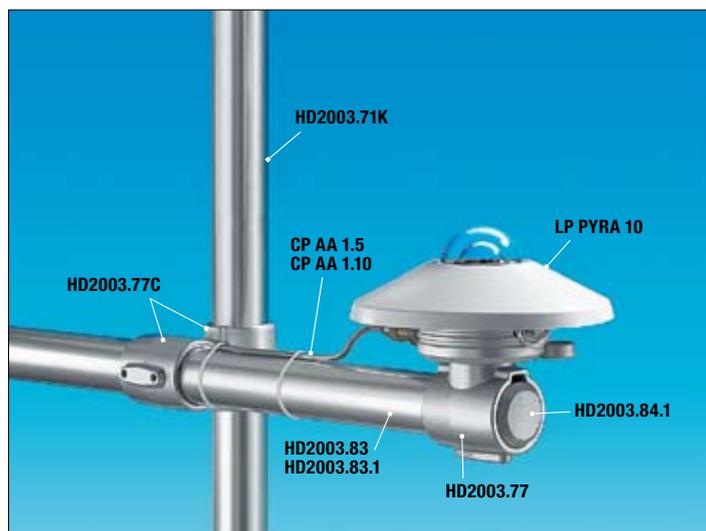
LP S1: Staffa di posizionamento per piranometro LP PYRA 10, adatta a palo con diametro massimo di 50 mm

LP SG: Cartuccia per contenere i cristalli di silica-gel completa di Oring e tappo

LP G: Confezione da 5 ricariche di cristalli di silica-gel



LP PYRA 10



LP PYRA 10 + HD2003.77C + HD2003.77