

LP PYRHE 16

1 Introduzione

Il pireliometro LP PYRHE 16 (pireliometro di prima classe secondo la classificazione della norma ISO 9060) misura l'irradiazione solare diretto (Watt/m^2). La superficie ricevente deve essere posizionata (per mezzo di un inseguitore solare o altro) perpendicolarmente ai raggi solari. Attraverso l'utilizzo di opportuni diaframmi solamente la luce diretta raggiunge la superficie del sensore. Il pireliometro in accordo alla guida del WMO (Seventh edition 2008) ed alle norme ISO 9060 ha un campo di vista di 5° .

Il pireliometro è prodotto in tre versioni:

LP PYRHE 16	PASSIVO
LP PYRHE 16 AC	ATTIVO con uscita in CORRENTE 4..20 mA
LP PYRHE 16 AV	ATTIVO con uscita in TENSIONE 0..1V o 0..5V o 0..10 V da definire al momento dell'ordine

2 Principio di Funzionamento

Il pireliometro LP PYRHE 16 si basa su un nuovo sensore passivo a termopila. La superficie sensibile della termopila è coperta con vernice nera opaca che permette allo strumento di non essere selettivo alle varie lunghezze d'onda. Il campo spettrale del piranometro è determinato dalla trasmissione della finestra in quarzo che ha il compito di proteggere il sensore dall'ingresso di polvere e acqua. Un quarzo speciale permette di eseguire una misura non selettiva da 200nm-4000nm.

Il sensore adottato consente di avere un tempo di risposta inferiore le richieste della norma ISO9060 per la classificazione dei pireliometri di prima classe (il tempo di risposta è inferiore a 9 secondi mentre la norma richiede un tempo di risposta inferiore a 20 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 pireliometro 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.

Per minimizzare le variazioni di sensibilità in funzione della temperatura e rientrare nelle specifiche richieste ad un pireliometro secondario, l'LP PYRHE 16 è equipaggiato con circuito di compensazione passivo. Nel grafico 1 è riportata la variazione tipica della sensibilità a differenti temperature .

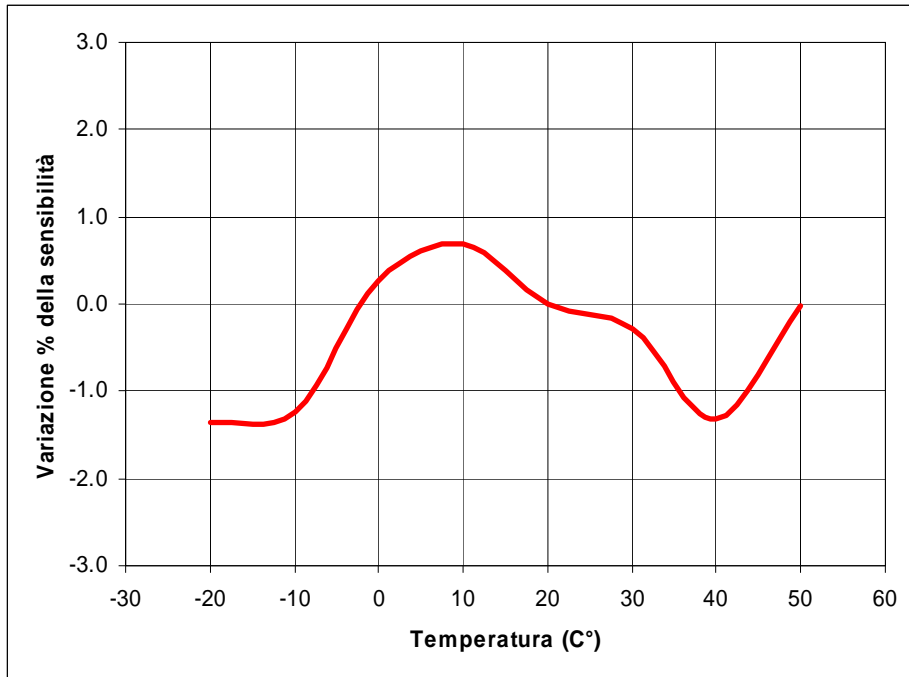


Grafico1: Variazione in % della sensibilità del piranometro LP PYRHE 16 rispetto alla sensibilità a 20 °C, nel campo di temperature tra -20 e 50°C.

Gli scostamenti sono calcolati a partire dalla sensibilità misurata a 20°C. L'LP PYRHE 16 è uno strumento sigillato pertanto al fine di evitare condensa nello strumento che potrebbe formarsi sulla finestra in quarzo inficiando le misure eseguite è prevista una cartuccia di Sali di silica-gel che provvede ad essiccare l'aria all'interno dello strumento.

Il campo di vista angolare in accordo a quanto previsto dal WMO è 5° e lo slope angle è di 1° (figura 1)

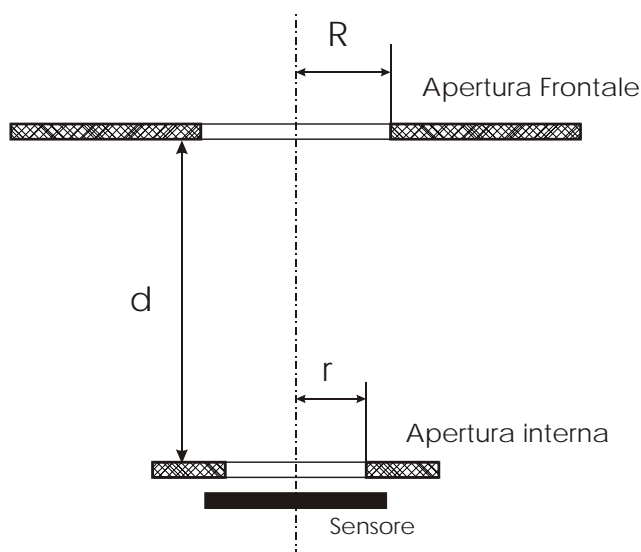


Fig.1: Campo di vista = $2 * \arctan (R/d)$
 Slope angle = $\arctan ([R-r]/d)$

Al fine di minimizzare il contributo della luce diffuso alla lettura del pireliometro è possibile inserire il paraluce.

Per misure spettrali di irraggiamento solare diretto, utili per la determinazione dello spessore ottico nell'atmosfera, è possibile equipaggiare il pireliometro LP PYRHE 16 con il kit composto da un paraluce specifico (che permette il montaggio della ruota portafiltri) ed una ruota girevole portafiltri. La ruota portafiltri è equipaggiata con in seguenti filtri:

Tipo Filtro	Lunghezze d'onda di taglio [nm]		Coefficiente medio di trasmissione	
	Lambda corte	Lambda Lunghe		
OG 530	526	2900	0.92	
RG 630	630	2900	0.92	
RG 695	695	2900	0.92	

E' ordinabile separatamente come accessorio.
Le dimensioni del pireliometro sono riportate nella figura 2:

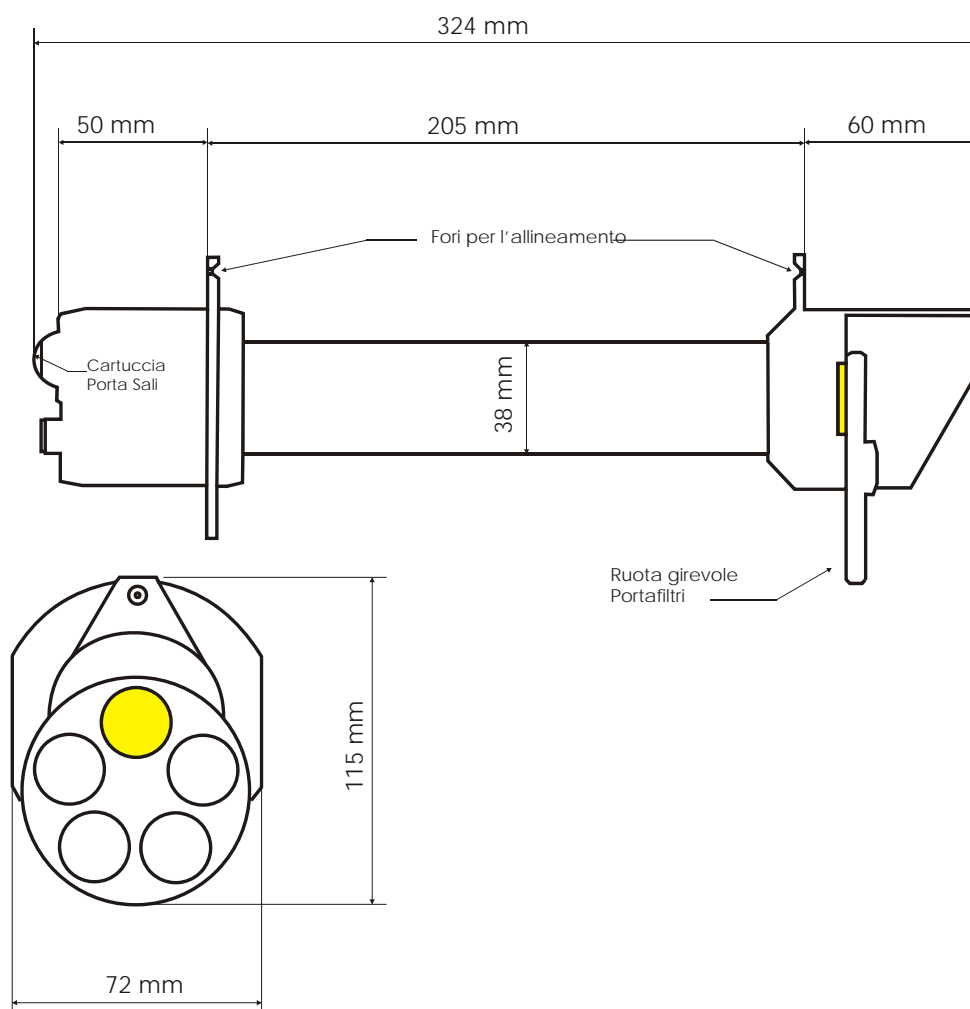


Figura 2

3 Installazione e montaggio del pireliometro per la misura della radiazione solare diretta:

Prima dell'installazione del pireliometro si deve caricare la cartuccia che contiene i cristalli di silica-gel. Il silica gel ha la funzione di assorbire l'umidità all'interno dello strumento, umidità che in particolari condizioni climatiche può portare alla formazione di condensa sulla parete interna della finestra in quarzo 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:

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

Nella figura 2 sono brevemente illustrate le operazioni necessarie al caricamento della cartuccia con i cristalli di silica-gel.

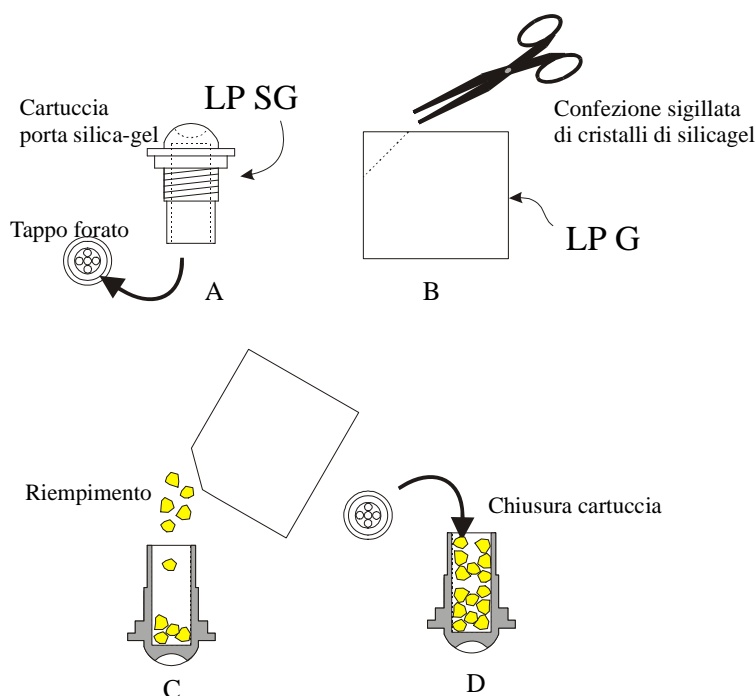


Fig. 2

- L'LP PYRHE 16 va installato in una postazione facilmente raggiungibile per una periodica pulizia della finestra in quarzo e per la manutenzione. Allo stesso tempo si dovrebbe evitare che costruzioni, alberi od ostacoli di qualsiasi tipo intercettino il cammino del sole durante il giorno per tutto il periodo dell'anno.
- Per il puntamento del pireliometro si possono utilizzare i due fori presenti sulla flangia frontale e quella posteriore. Per allineare correttamente lo strumento è sufficiente accertarsi che i raggi solari che passano dal primo foro (sulla flangia frontale del pireliometro) arrivino sul secondo foro (sulla flangia posteriore) .

4 Connessioni Elettriche e requisiti dell'elettronica di lettura:

L'LP PYRHE 16 viene prodotto in tre versioni, LP PYRHE 16, LP PYRHE 16 AC e LP PYRHE 16 AV.

- La versione LP PYRHE 16 è passiva e non necessita di alimentazione.
- Le versioni LP PYRHE 16 AC,AV sono attive e hanno bisogno di alimentazione. La tensione richiesta è di:
8-30 VDC per le versioni LP PYRHE 16 AC e LP PYRHE 16 AV con uscita 0..1V e 0..5 V.
14-30 VDC per la versione LP PHE 10 AV con uscita 0..10V.
- Tutte le versioni sono provviste di connettore di uscita M12 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 3):

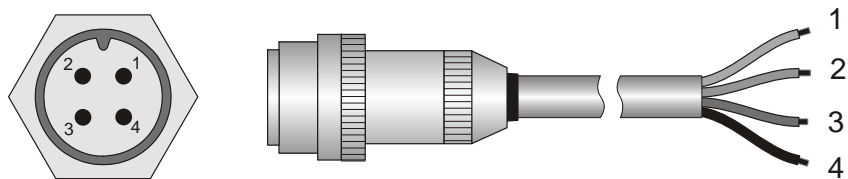


Fig.3

LP PYRHE 16

Connettore

4
1
2
3

Funzione

Schermo (\perp)
Positivo (+)
Negativo (-)
Contentitore (\perp)

Colore

Nero
Rosso
Blu
Bianco

LP PYRHE 16 AC

Connettore

4
1
2
3

Funzione

Schermo (\perp)
Positivo (+)
Negativo (-)
Contentitore (\perp)

Colore

Nero
Rosso
Blu
Bianco

LP PYRHE 16 AV

Connettore

4
1
2
3

Funzione

Schermo (\perp)
(+) Vout
(-) Vout e (-) Vcc
(+) Vcc

Colore

Nero
Rosso
Blu
Bianco

- LP PYRHE 16 va connesso ad un millivolmetro od ad un acquirente 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.

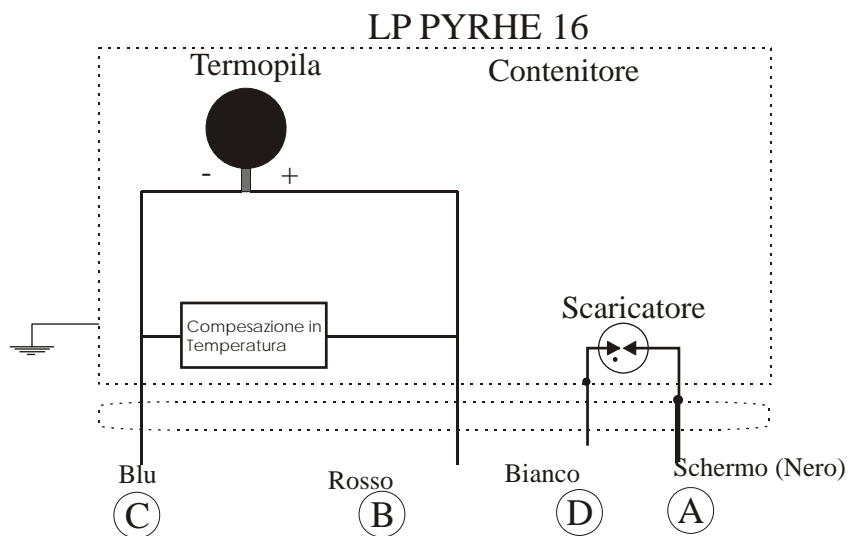


Fig.4

Un esempio di collegamento a sistema di lettura è riportato nella figura 5.

LP PYRHE 16

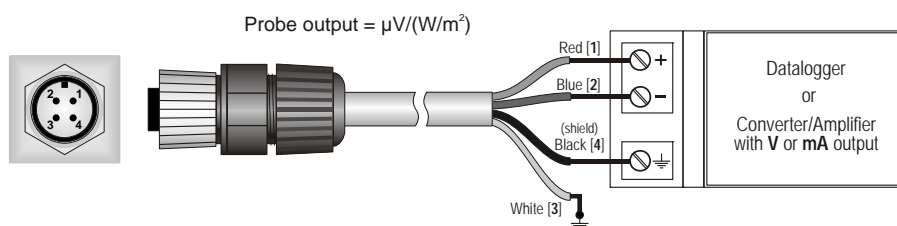


Fig.5

- LP PYRHE 16 AC va connesso insieme ad un alimentatore ed ad un multimetro secondo lo schema seguente (Figura 6), la resistenza di carico per la lettura del segnale deve essere $\leq 500 \Omega$:

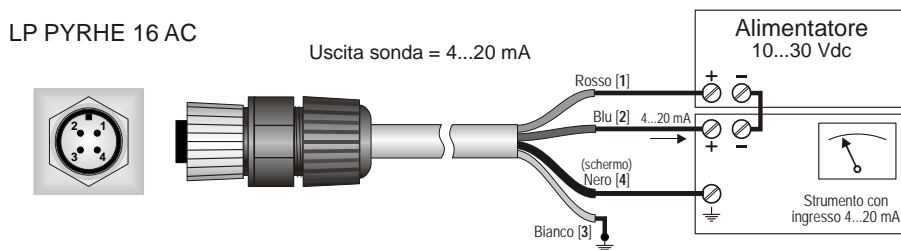


Fig. 6

- LP PYRHE 16 AV 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 $\geq 100 \text{ k}\Omega$:

LP PHRHE 16 AV

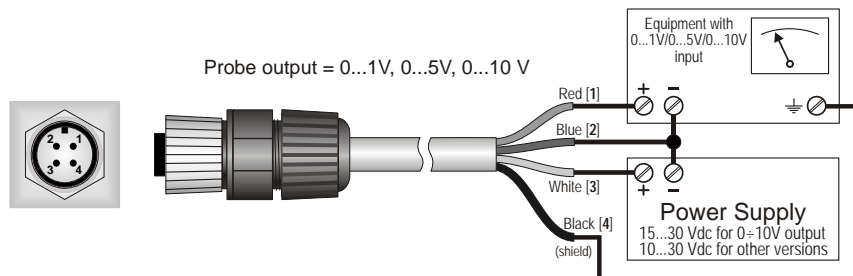


Fig. 7

5 Manutenzione:

Al fine di garantire un'elevata precisione delle misure è necessario che la finestra in quarzo sia mantenuta sempre pulita, pertanto maggiore sarà la frequenza di pulizia 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 sulla finestra di ingresso si formi della condensa, in questo caso la lettura eseguita è fortemente sottostimata. Per minimizzare la formazione di condensa, all'interno del pireliometro 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 pireliometro.

6 Taratura ed esecuzione delle misure:

LP PYRHE 16

La sensibilità del pireliometro \underline{S} (o fattore di taratura) permette di determinare l'irradiazione diretta misurando un segnale in Volt ai capi della termopila. Il fattore \underline{S} è dato in $\mu\text{V}/(\text{Wm}^{-2})$.

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

$$E_e = \text{DDP}/S$$

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 taratura riportato sull'etichetta del pireliometro (e sul rapporto di taratura) in $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$.

LP PYRHE 16 AC

La sensibilità del pireliometro è regolata in fabbrica in modo che

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

Per ottenere il valore di irradiazione diretto 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'Irradiazione espresso in W/m^2 ,

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

LP PYRHE 16 AV

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

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

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

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

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

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

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

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

dove;

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

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

Ogni pireliometro è tarato singolarmente in fabbrica ed è contraddistinto del suo fattore di taratura. Per poter sfruttare appieno le caratteristiche dell'LP PYRHE 16 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.

8 Codici di ordinazione

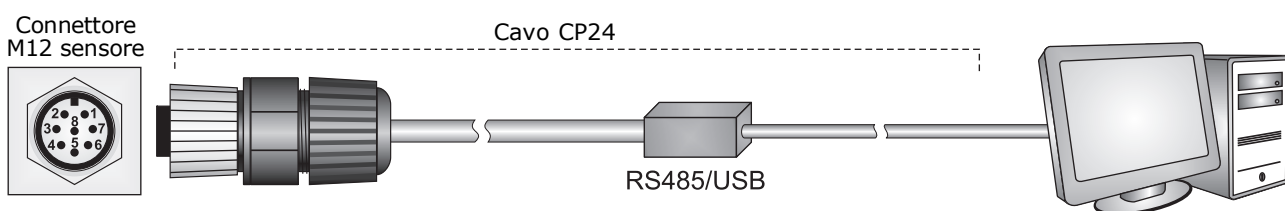
CODICE DI ORDINAZIONE	ARTICOLO
LP PYRHE 16	Pireliometro di prima classe secondo ISO 9060. Completo di: paraluca, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura.
LP PYRHE 16 AC	Pireliometro di prima classe secondo ISO 9060. Completo di: paraluca, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in corrente 4..20 mA.
LP PYRHE 16 AV	Pireliometro di prima classe secondo ISO 9060. Completo di: paraluca, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in tensione 0..1Vdc, 0..5Vdc, 0..10Vdc, 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.
Kit 16.16	Kit composto da ruota girevole portafiltri (5 posizioni) con 3 filtri Shott ; OG530, RG630, RG695, paraluca speciale e accessori per il fissaggio della ruota al pireliometro

IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI DI COMUNICAZIONE RS485 DEI PIRANOMETRI LP PYRA...S E DEL PIRELIOMETRO LP PYRHE 16 S MEDIANTE UN PROGRAMMA DI COMUNICAZIONE STANDARD

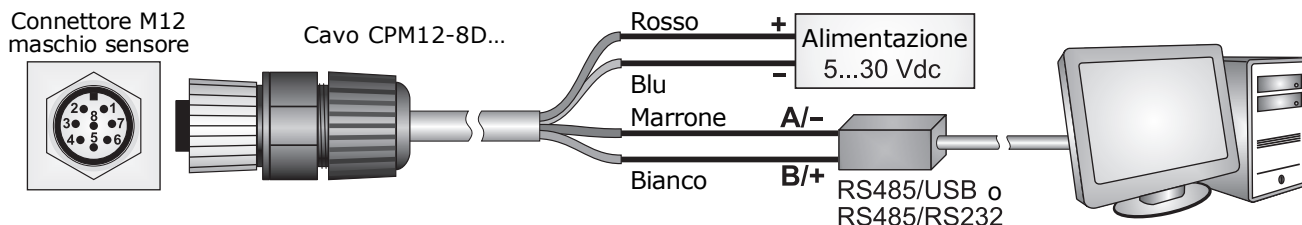
Prima di collegare il sensore alla rete RS485 è necessario assegnargli un indirizzo e impostarne i parametri di comunicazione, se diversi da quelli preimpostati di fabbrica.

L'impostazione dei parametri si realizza collegando il sensore al PC secondo una delle due modalità seguenti:

- A.** Utilizzando il cavo **CP24** opzionale, con convertitore RS485/USB integrato. In questa modalità di connessione, il sensore è alimentato dalla porta USB del PC. Per l'utilizzo del cavo è necessario installare nel PC i driver USB relativi.



- B.** Utilizzando la presa volante M12 a 8 poli fornita o il cavo **CPM12-8D...** opzionale e un convertitore RS485/USB o RS485/RS232 generico. In questa modalità di connessione è necessario alimentare separatamente il sensore. Se si utilizza un convertitore RS485/USB è necessario installare nel PC i driver USB relativi.



NOTE SULL'INSTALLAZIONE DI DRIVER USB NON FIRMATI: prima di installare driver USB non firmati nei sistemi operativi a partire da Windows 7 è necessario riavviare il PC disabilitando la richiesta della firma dei driver. Nei sistemi operativi a 64-bit, anche dopo l'installazione è necessario disabilitare la richiesta della firma dei driver a ogni riavvio del PC.

PROCEDURA DI IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI:

1. Partire dalla condizione sensore non alimentato (se si utilizza il cavo CP24, scollegare il cavo da un lato).
2. Avviare un programma di comunicazione seriale, per esempio Hyperterminal. Impostare il Baud Rate a 57600 e impostare i parametri di comunicazione come segue (il sensore risulta connesso a una porta di tipo COM):

Bit di dati: 8
Parità: Nessuna
Bit di stop: 2

Nel programma, impostare il numero della porta COM alla quale si collega il sensore.

3. Alimentare il sensore (se si utilizza il cavo CP24, collegarlo da entrambi i lati).

4. Attendere che il sensore trasmetta il carattere **&**, quindi inviare (entro 10 secondi dall'istante di alimentazione del sensore) il comando **@** e premere il tasto **invio**.

Nota: se il sensore non riceve il comando **@** entro 10 secondi da quando viene alimentato, si attiva automaticamente la modalità RS485 MODBUS. In tal caso è necessario togliere e ridare alimentazione al sensore.

5. Inviare il comando **CAL USER ON**.

Nota: il comando CAL USER ON si disattiva dopo 5 minuti di inattività.

6. Inviare i comandi seriali indicati nella seguente tabella per impostare i parametri RS485 MODBUS:

Comando	Risposta	Descrizione
CMA _{nnn}	&	Imposta indirizzo RS485 a nnn Compreso tra 1 e 247 Preimpostato a 1
CMB _n	&	Imposta Baud Rate RS485 n=0 ⇒ 9600 n=1 ⇒ 19200 Preimpostato a 1 ⇒ 19200
CMP _n	&	Imposta modalità di trasmissione RS485 n=0 ⇒ 8-N-1 (8 bit di dati, nessuna parità, 1 bit di stop) n=1 ⇒ 8-N-2 (8 bit di dati, nessuna parità, 2 bit di stop) n=2 ⇒ 8-E-1 (8 bit di dati, parità pari, 1 bit di stop) n=3 ⇒ 8-E-2 (8 bit di dati, parità pari, 2 bit di stop) n=4 ⇒ 8-O-1 (8 bit di dati, parità dispari, 1 bit di stop) n=5 ⇒ 8-O-2 (8 bit di dati, parità dispari, 2 bit di stop) Preimpostato a 2 ⇒ 8-E-1
CMW _n	&	Imposta modalità di ricezione dopo la trasmissione RS485 n=0 ⇒ Viola il protocollo e si pone subito in ascolto dopo Tx n=1 ⇒ Rispetta il protocollo e attende 3,5 caratteri dopo Tx Preimpostato a 1 ⇒ Rispetta il protocollo

7. È possibile verificare le impostazioni dei parametri inviando i seguenti comandi:

Comando	Risposta	Descrizione
RMA	<i>Indirizzo</i>	Leggi indirizzo RS485
RMB	<i>Baud Rate</i> (0,1)	Leggi Baud Rate RS485 0 ⇒ 9600 1 ⇒ 19200
RMP	<i>Modalità Tx</i> (0,1,2,3,4,5)	Leggi modalità di trasmissione RS485 0 ⇒ 8-N-1 1 ⇒ 8-N-2 2 ⇒ 8-E-1 3 ⇒ 8-E-2 4 ⇒ 8-O-1 5 ⇒ 8-O-2
RMW	<i>Modalità Rx</i> (0,1)	Leggi modalità di ricezione dopo la trasmissione RS485 0 ⇒ Viola il protocollo e si pone subito in ascolto dopo Tx 1 ⇒ Rispetta il protocollo e attende 3,5 caratteri dopo Tx

Nota: la lettura delle impostazioni non richiede l'invio del comando CAL USER ON.

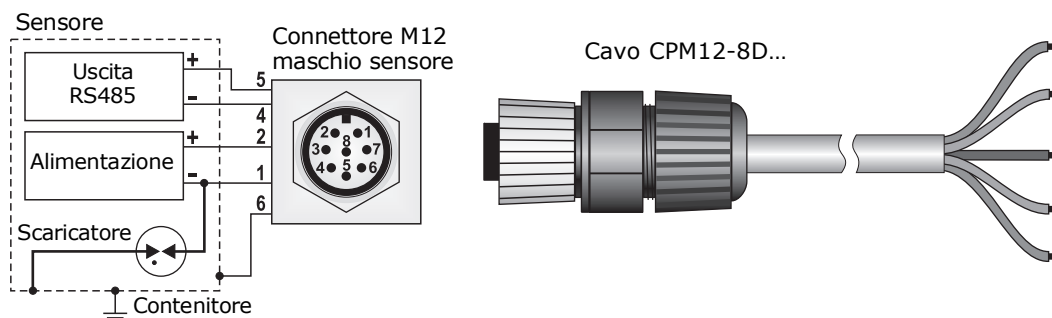
LETTURA DELLE MISURE CON IL PROTOCOLLO MODBUS-RTU QUANDO IL SENSORE È IN CONDIZIONE OPERATIVA (INSTALLATO IN UNA RETE)

In modalità MODBUS è possibile leggere i valori misurati dal sensore mediante il codice funzione 04h (Read Input Registers). La tabella seguente elenca le grandezze disponibili con il relativo indirizzo di registro:

Indirizzo	Grandezza	Formato
0	Temperatura in °C (x10) [se disponibile nel modello]	Intero 16 bit
1	Temperatura in °F (x10) [se disponibile nel modello]	Intero 16 bit
2	Radiazione solare in W/m ²	Intero 16 bit
3	Registro di stato bit0=1 ⇒ misura radiazione solare in errore bit1=1 ⇒ misura temperatura in errore bit2=1 ⇒ errore nei dati di configurazione bit3=1 ⇒ errore nella memoria di programma	Intero 16 bit
4	Radiazione solare media in W/m ² La media è relativa alle ultime 4 misure	Intero 16 bit
5	Segnale (in mV x 100) generato dal sensore	Intero 16 bit

MODALITÀ OPERATIVA: il sensore entra in modalità RS485 MODBUS-RTU dopo 10 secondi dall'accensione. Durante i primi 10 secondi dall'accensione il sensore non risponde a eventuali richieste dell'unità "master" MODBUS. Trascorsi 10 secondi, è possibile inviare richieste MODBUS al sensore.

CONNESSIONE:



Connettore	Funzione	Colore
1	Negativo alimentazione	Blu
2	Positivo Alimentazione	Rosso
3	Non connesso	
4	RS485 A/-	Marrone
5	RS485 B/+	Bianco
6	Contenitore	Calza (Nero)
7	Non connesso	
8	Non connesso	

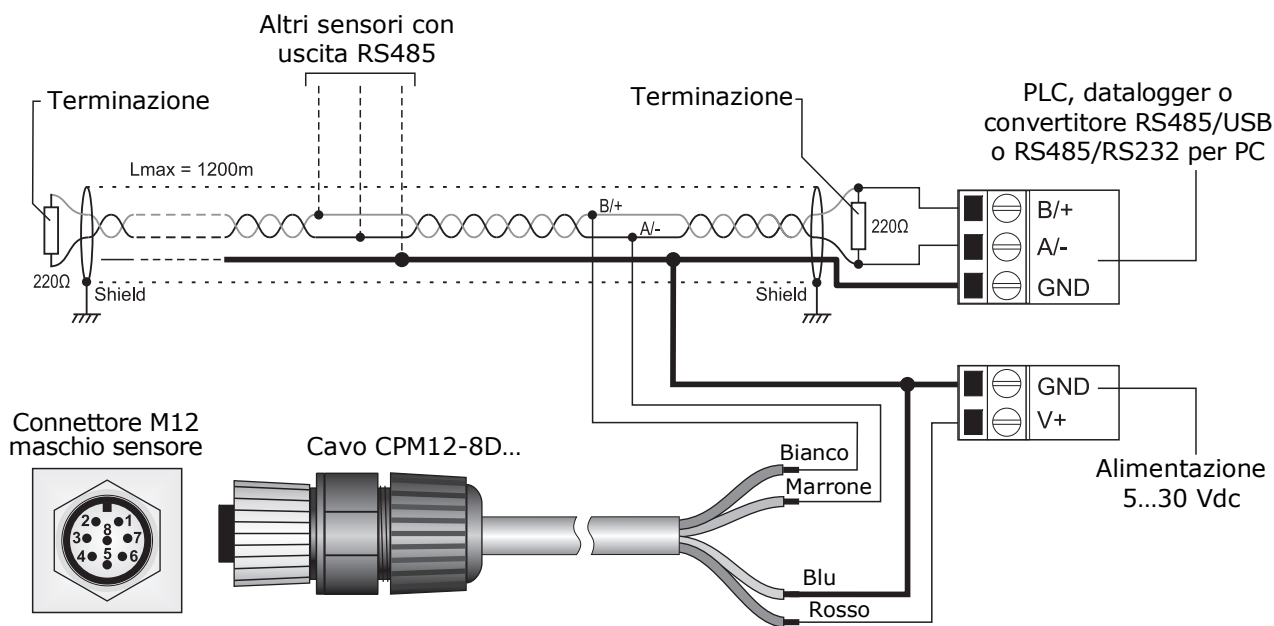
L'uscita RS485 non è isolata.



Il contenitore metallico del sensore deve preferibilmente essere messo a terra (⊥) localmente. In questo caso, non collegare la calza del cavo CPM12-8D... per evitare anelli di massa (ground loops).



Solo se non è possibile mettere a terra localmente il contenitore metallico del sensore, collegare la calza del cavo CPM12-8D... a terra (⊥).



Collegamento uscita RS485

CAVI:

CP24

Cavo di collegamento al PC per la configurazione dei parametri MODBUS. Con convertitore RS485/USB integrato. Connettore M12 a 8 poli dal lato sensore e connettore USB tipo A dal lato PC.

CPM12-8D.2

Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 2 m.

CPM12-8D.5

Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 5 m.

CPM12-8D.10

Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 10 m.