

LP SD18 - Elioфанometro**1 Introduzione**

L'eliofanometro LP SD18 misura lo stato e la durata dell'insolazione. Il WMO (World Meteorological Organization) definisce la durata dell'insolazione come il tempo durante il quale l'irraggiamento diretto è maggiore di 120 W/m^2 .

LP SD18 esegue la misura dell'irraggiamento con una serie di fotodiodi disposti secondo una particolare geometria che permette di ottenere una misura accurata in tutte le condizioni. Questa soluzione evita l'uso di parti meccaniche in movimento e garantisce grande affidabilità nel tempo.

Lo strumento, oltre ad indicare la presenza di sole secondo quanto prescritto dal WMO, misura anche l'irraggiamento diretto (SRD), pertanto può essere utilizzato come alternativa a basso costo ad un pireliometro, il cui utilizzo è vincolato all'uso di un inseguitore solare.

Lo strumento è disponibile in tre versioni, che si differenziano per il tipo di uscita:

LP SD18.1 Uscita RS485 MODBUS-RTU e uscita a contatto a potenziale libero (contatto chiuso = $\text{SRD} \geq 120 \text{ W/m}^2$, contatto aperto = $\text{SRD} < 120 \text{ W/m}^2$)

LP SD18.2 Uscita RS485 MODBUS-RTU, uscita analogica in tensione $0...1 \text{ Vdc}$, corrispondente a $0...2000 \text{ W/m}^2$ di irraggiamento diretto, e uscita digitale in tensione (uscita digitale in tensione: $1\text{V} = \text{SRD} \geq 120 \text{ W/m}^2$, $0\text{V} = \text{SRD} < 120 \text{ W/m}^2$)

LP SD18.3 Uscita SDI-12 e uscita a contatto a potenziale libero (contatto chiuso = $\text{SRD} \geq 120 \text{ W/m}^2$, contatto aperto = $\text{SRD} < 120 \text{ W/m}^2$)

L'LP SD18 è provvisto di un elemento riscaldante alimentato separatamente e galvanicamente isolato, che impedisce la formazione di condensa sulla superficie di vetro sulla quale si affacciano gli elementi sensibili. Per i climi rigidi sono disponibili le versioni dotate di un secondo elemento riscaldante (opzione R, LP SD18.xR), che previene la formazione di ghiaccio e impedisce alla neve di depositarsi.

Lo strumento non richiede aggiustamenti del posizionamento durante l'anno e può essere fissato a un palo o su un'apposita base di fissaggio (opzionale).

I campi di applicazione sono molteplici: dall'agronomia per lo studio dell'andamento dei raccolti, agli impianti fotovoltaici per verificarne la resa, al building automation per l'apertura/chiusura automatica di tapparelle, persiane e in generale a tutti quei settori in cui è necessario monitorare la presenza di sole.

2 Principio di Funzionamento

L'eliofanometro LP SD18 si basa sull'utilizzo di 16 sensori disposti in modo tale che in presenza di sole almeno uno dei fotorivelatori riceva luce direttamente dal sole (oltre alla componente diffusa).

I sensori non illuminati direttamente dal sole vengono utilizzati per la misura della luce diffusa che viene sottratta dalla misura del sensore che vede direttamente il sole per ottenere l'irraggiamento diretto.

Il vetro cilindrico protegge i sensori ed i circuiti interni dello strumento dalle intemperie, e allo stesso tempo garantisce un'ottima trasparenza alla luce solare.

Per evitare la formazione di condensa all'interno dello strumento, LP SD18 è provvisto, oltre all'elemento riscaldante, di una cartuccia che deve essere caricata con materiale disidratante in silice colloidale (Silica-gel).

3 Caratteristiche tecniche

Elementi sensibili	16 Fotodiodi al silicio
Campo spettrale	360...1100 nm
Campo di misura radiazione diretta SRD	0...2000 W/m ²
Accuratezza della misura di irraggiamento diretto	Migliore del 90% sul totale mensile
Accuratezza della misura di durata dell'insolazione	Migliore del 90% del totale mensile
Tempo di risposta	<1 secondo
Valore di soglia	120 W/m ²
Risoluzione durata dell'insolazione	1 sec
Alimentazione Consumo	7...30 Vdc 5mA @ 12V
Riscaldamento Consumo dispositivo anticondensa Consumo dispositivo anticongelamento	12...15 Vdc 1W @ 12V 5W @ 12V ON per Temp. interna < 6 °C, OFF per Temp. interna > 10 °C
Temperatura interna Campo di misura Accuratezza	-40...+80 °C ± 0,5 °C
Temperatura operativa	-40...+80 °C
Peso	0,9 kg
Grado di protezione	IP66
Uscite LP SD18.1	• RS485 MODBUS-RTU • Contatto galvanicamente isolato chiuso = SRD ≥ 120 W/m² aperto = SRD < 120 W/m²
LP SD18.2	• RS485 MODBUS-RTU • Uscita analogica 0...1V (0...2000 W/m²) • Uscita digitale 0...1V 1V = SRD ≥ 120 W/m² 0V = SRD < 120 W/m²
LP SD18.3	• SDI-12 • Contatto galvanicamente isolato chiuso = SRD ≥ 120 W/m² aperto = SRD < 120 W/m²

4 Preparazione dell'eliofanometro

Prima dell'installazione dello strumento si deve caricare la cartuccia che contiene i cristalli disidratanti di silica-gel. Durante il caricamento si deve evitare di bagnare o toccare con le mani il materiale in quanto perde il potere disidratante.

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 (in dotazione al eliofanometro) che contiene 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 dell'eliofanometro con una moneta
- 7- assicurarsi che la cartuccia sia ben avvitata (in caso contrario la durata della capacità disidratante dei cristalli di silica-gel è fortemente ridotta)

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

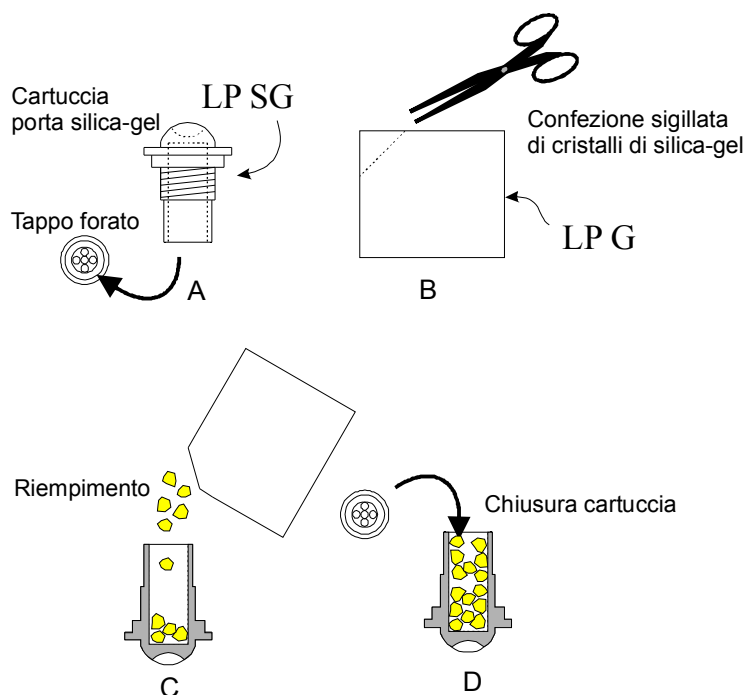


Fig. 1: caricamento della cartuccia con i cristalli di silica-gel

5 Installazione dell'eliofanometro

L'eliofanometro va installato in una postazione facilmente raggiungibile per la pulizia periodica del vetro e la manutenzione. Allo stesso tempo si deve evitare che costruzioni, alberi od ostacoli di qualsiasi tipo superino il piano orizzontale su cui giace l'eliofanometro. E' accettabile scegliere una posizione in cui gli ostacoli presenti sul percorso del sole dall'alba al tramonto siano inferiori a 5° rispetto al piano orizzontale dell'eliofanometro. Si deve inoltre controllare che non siano presenti elementi riflettenti che ne possano alterare la misura.

LP SD18 non necessita di aggiustamenti dell'orientazione nel corso dell'anno.

Sono disponibili tre modalità di installazione:

- **LP SD18.xB**: versione base per l'installazione su un piano tramite il supporto in dotazione. L'eliofanometro ha un'inclinazione fissa di 45° rispetto al piano di fissaggio.

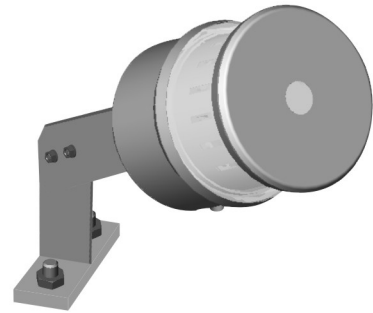


Fig. 2: versione base LP SD18.xB

- **LP SD18.xO**: versione per l'installazione sulla base **LP SD18.O**. La base consente l'inclinazione del sensore fino a 80° rispetto alla verticale, per adattarlo alla posizione del sole alla latitudine del luogo di installazione. Due piedini regolabili e uno fisso permettono la messa in piano orizzontale del sensore.



**Fig. 3:
installazione su base LP SD18.O**

- **LP SD18.xV**: versione per l'installazione su un palo verticale Ø 40 mm mediante il supporto **LP SD18.V1**. Il supporto consente l'inclinazione del sensore fino a 80° rispetto alla verticale, per adattarlo alla posizione del sole alla latitudine del luogo di installazione.



**Fig. 4:
installazione su palo verticale
mediante supporto LP SD18.V1**

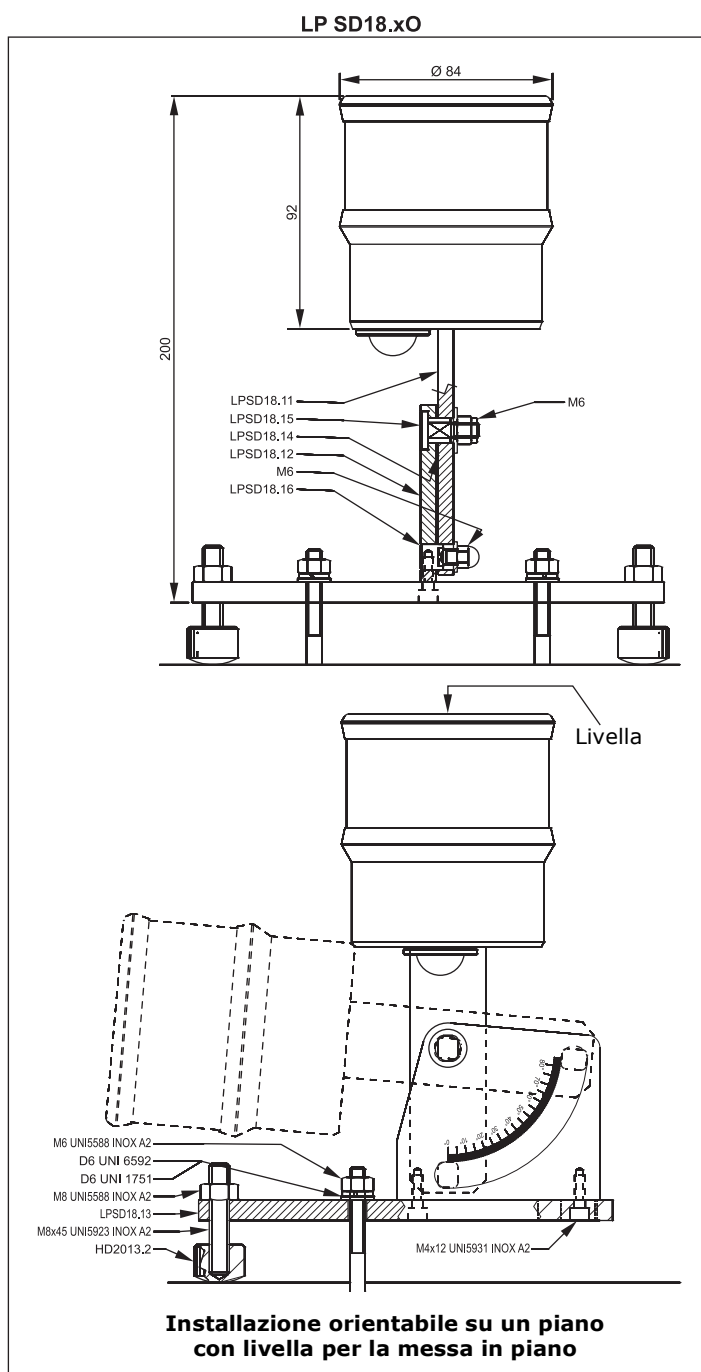
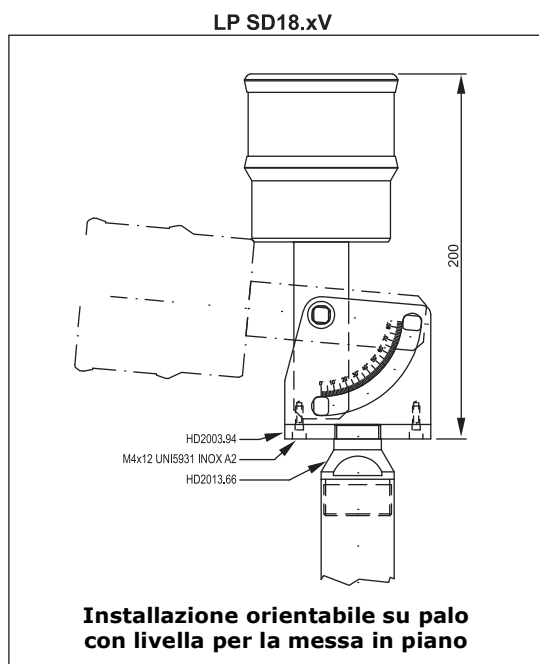
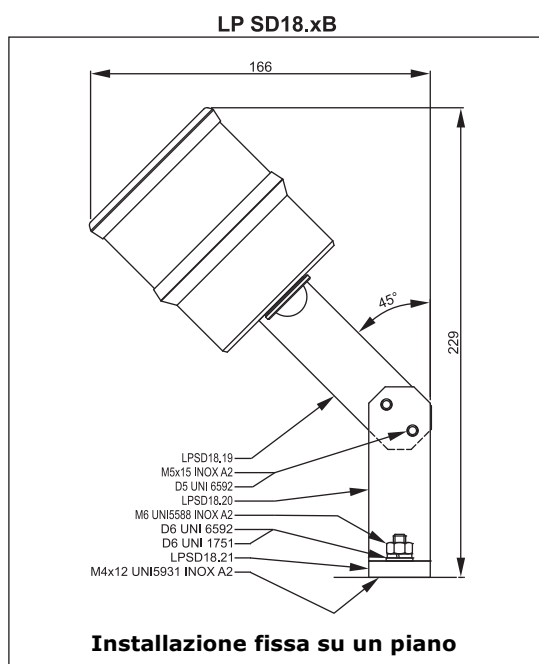


Fig. 5: dettagli dell'installazione

Prima di orientare l'eliofanometro nella posizione finale, posizionarlo verticalmente e regolare i piedini della base (per installazione su un piano) o del supporto (per installazione su palo $\varnothing$ 40 mm) in modo che la livella posta nella parte superiore dello strumento sia perfettamente in piano (Fig. 6).

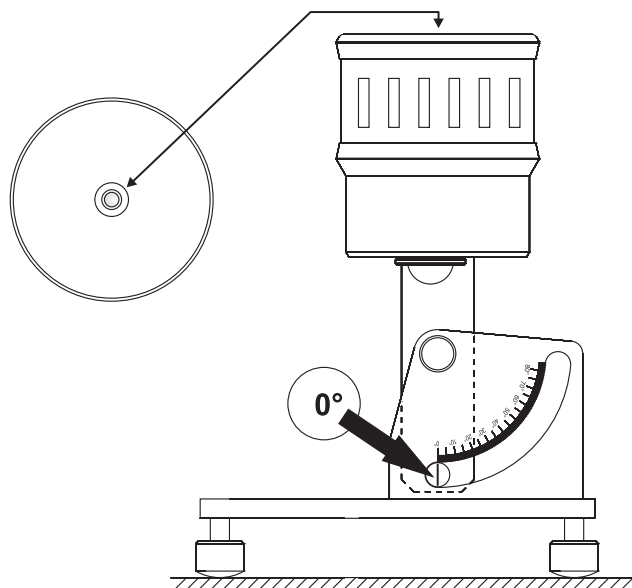


Fig. 6: messa in piano dell'eliofanometro

Orientare l'eliofanometro in modo che l'indice della scala graduata del supporto sia in corrispondenza del valore ($90^\circ - \text{Latitudine}$), e con la parte superiore (dove è presente la bolla) diretta verso il polo NORD se lo si usa nell'emisfero NORD, e verso il polo SUD se lo si usa nell'emisfero SUD (Fig. 7).

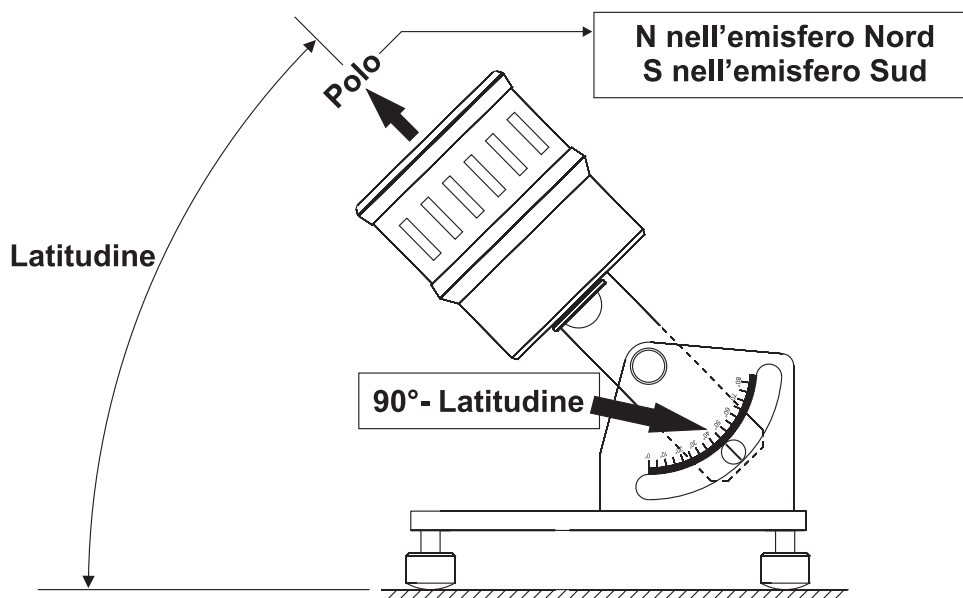


Fig. 7: orientazione dell'eliofanometro

L'angolo che deve fare l'asse dello strumento con il terreno è uguale alla latitudine del luogo d'installazione, in questo modo l'asse dello strumento sarà parallelo all'asse terrestre Nord-Sud (Fig. 8).

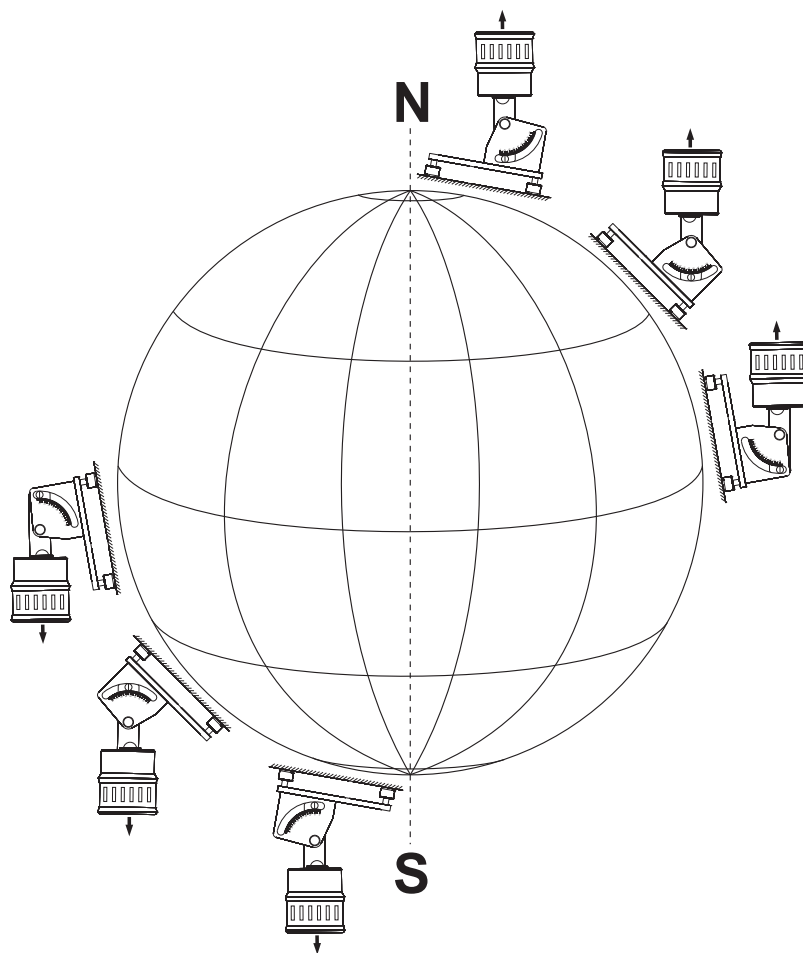


Fig. 8: eliofanometro parallelo all'asse terrestre

6 Connessioni Elettriche

Tutte le versioni di eliofanometro hanno un connettore M12 maschio a 8 poli. **A richiesta sono disponibili cavi con connettore volante femmina M12 a 8 poli da 5 o 10 m standard (altre lunghezze a richiesta).**

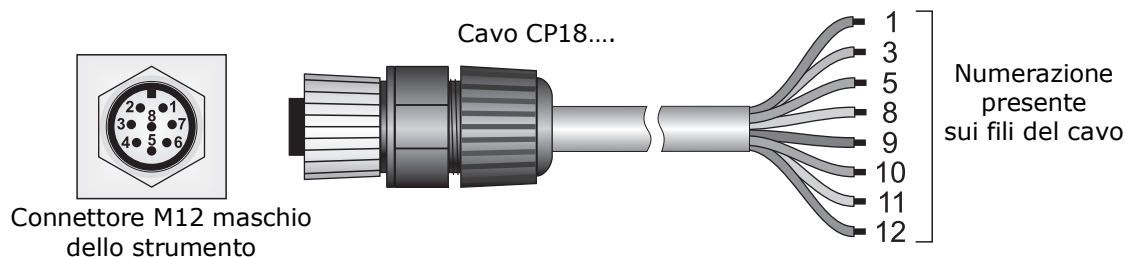


Fig. 9: connessioni

LP SD18.1 e LP SD18.1R

Numerazione Connettore	Funzione	Numerazione cavo 12 poli
1	Negativo alimentazione	12
2	Positivo alimentazione	1
3	Riscaldamento (*)	3
4	RS485 A/-	9
5	RS485 B/+	5
6	Contatto a potenziale libero	8
7	Riscaldamento (*)	10
8	Contatto a potenziale libero	11

LP SD18.2 e LP SD18.2R

Numerazione Connettore	Funzione	Numerazione cavo 12 poli
1	Negativo alimentazione; Negativo uscita analogica 0-1V Negativo uscita digitale 0-1V	12
2	Positivo alimentazione	1
3	Riscaldamento (*)	3
4	RS485 A/-	9
5	RS485 B/+	5
6	Positivo uscita digitale 0-1V	8
7	Riscaldamento (*)	10
8	Positivo uscita analogica 0-1V	11

LP SD18.3 e LP SD18.3R

Numerazione Connettore	Funzione	Numerazione cavo 12 poli
1	Negativo alimentazione	12
2	Positivo alimentazione	1
3	Riscaldamento (*)	3
4	NC	
5	SDI-12	5
6	Contatto a potenziale libero	8
7	Riscaldamento (*)	10
8	Contatto a potenziale libero	11

(*) Il collegamento del riscaldamento non è polarizzato, i due fili possono essere invertiti.

7 Comunicazione RS485 MODBUS-RTU

LP SD18.1x e **LP SD18.2x** dispongono di un'uscita RS485 con protocollo MODBUS-RTU.

Prima di collegare l'eliofanometro 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 l'eliofanometro al PC utilizzando la presa volante M12 a 8 poli fornita o il cavo CP18... opzionale e un convertitore RS485/USB (per es. RS48) o RS485/RS232.

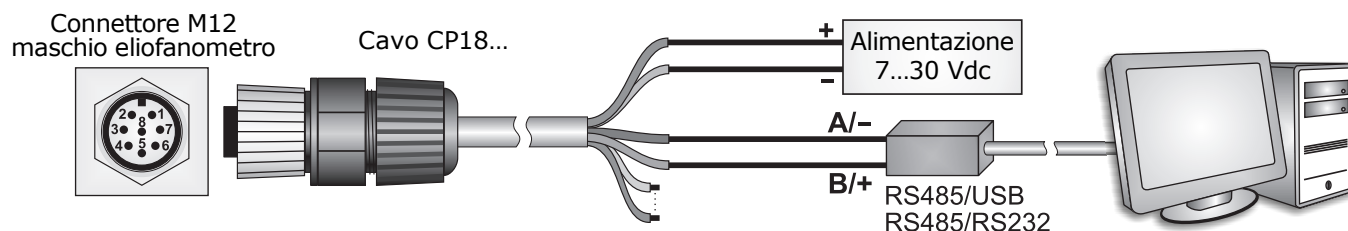


Fig. 10: connessione al PC

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 Windows 7 e 8 è necessario riavviare il PC disabilitando la richiesta della firma dei driver. Se il sistema operativo è a 64-bit, anche dopo l'installazione è necessario disabilitare la richiesta della firma dei driver a ogni riavvio del PC. **La disabilitazione non è necessaria se si utilizza il cavo RS48.**

PROCEDURA DI IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI:

1. Partire dalla condizione eliofanometro non alimentato.
2. Avviare un programma di comunicazione seriale, per esempio Hyperterminal. Impostare il Baud Rate a 57600 e i parametri di comunicazione come segue:

bit di dati: 8, parità: Nessuna, bit di stop: 2

Nel programma, impostare il numero della porta COM alla quale si collega l'eliofanometro.

3. Alimentare l'eliofanometro e attendere che lo strumento trasmetta il carattere **&**, quindi inviare (entro 5 secondi dall'istante di alimentazione dell'eliofanometro) il comando **@** e premere il tasto **invio**.

Nota: se l'eliofanometro non riceve il comando **@** entro 5 secondi da quando viene alimentato, si attiva automaticamente la modalità RS485 MODBUS. In tal caso è necessario togliere e ridare alimentazione allo strumento.

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

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

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

Comando	Risposta	Descrizione
CMA _{nnn}	&	Imposta indirizzo RS485 a nnn (1...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 ⇒ 8N1, n=1 ⇒ 8N2, n=2 ⇒ 8E1 n=3 ⇒ 8E2, n=4 ⇒ 8O1, n=5 ⇒ 8O2 Preimpostato a 2 ⇒ 8-E-1 Nota: N=nessuna parità, E=parità pari, O=parità dispari
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

6. 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>	Leggi Baud Rate RS485: 0 $\Rightarrow$ 9600, 1 $\Rightarrow$ 19200
RMP	<i>Modalità Tx</i>	Leggi modalità di trasmissione RS485: 0 $\Rightarrow$ 8-N-1, 1 $\Rightarrow$ 8-N-2, 2 $\Rightarrow$ 8-E-1, 3 $\Rightarrow$ 8-E-2, 4 $\Rightarrow$ 8-O-1, 5 $\Rightarrow$ 8-O-2
RMW	<i>Modalità Rx</i>	Leggi modalità di ricezione dopo la trasmissione RS485 0 $\Rightarrow$ Viola il protocollo e si pone subito in ascolto dopo Tx 1 $\Rightarrow$ Rispetta il protocollo e attende 3,5 caratteri dopo Tx

MODALITÀ OPERATIVA

Lo strumento entra in modalità RS485 MODBUS-RTU dopo 5 secondi dall'accensione. Durante i primi 5 secondi dall'accensione lo strumento non risponde a eventuali richieste dell'unità "master" MODBUS. Trascorsi 5 secondi, è possibile inviare richieste MODBUS allo strumento.

Lettura delle misure e dello stato dello strumento

In modalità MODBUS è possibile leggere, mediante il codice funzione 04h (Read Input Registers), i valori misurati e lo stato dello strumento. La tabella seguente elenca i registri MODBUS di tipo *Input Registers* disponibili:

Registri MODBUS – Input Registers

Numero registro	Indirizzo registro	Dato	Formato
1	0	Temperatura interna °C [x10]	Intero 16 bit
2	1	Temperatura interna °F [x10]	Intero 16 bit
3	2	Radiazione diretta (SRD, "Direct Sunshine") in W/m ²	Intero 16 bit
4	3	Registro di stato Bit0=1 $\Rightarrow$ misura radiazione in errore Bit1=1 $\Rightarrow$ misura temperatura in errore Bit2=1 $\Rightarrow$ errore memoria dati Bit3=1 $\Rightarrow$ errore memoria programma	Intero 16 bit
5	4	Numero di secondi nell'ultimo minuto con radiazione maggiore di 120 W/m ² (numero compreso tra 0 e 60)	Intero 16 bit
6	5	Numero di decine di secondi negli ultimi 10 minuti con radiazione $\geq$ 120 W/m ² (numero compreso tra 0 e 60: per ogni intervallo di 10 s negli ultimi 10 minuti viene conteggiato un 1 se SRD $\geq$ 120 W/m ² per almeno 5 s) Per maggiore risoluzione utilizzare il registro numero 5.	Intero 16 bit
7	6	Stato del contatto presenza/assenza sole 0 = SRD < 120 W/m ² (contatto aperto) 1 = SRD $\geq$ 120 W/m ² (contatto chiuso)	Intero 16 bit
8	7	Stato del riscaldamento: 0 = spento, 1 = acceso	Intero 16 bit
9	8	Temperatura in °C [x10] al di sotto della quale si accende il riscaldamento	Intero 16 bit
10	9	Contatore circolare da 0 a 32767 del numero di cicli di misura. Viene incrementato dopo ogni misura.	Intero 16 bit

Modifica della temperatura di attivazione del riscaldamento

È possibile modificare la temperatura al di sotto della quale si accende il riscaldamento scrivendone il valore nel registro di tipo *Holding Register* numero 3 (indirizzo 2) mediante il codice funzione 06h (Write Single Register). Il valore deve essere impostato in decimi di grado nell'intervallo da -450 (-45,0 °C) a 700 (+70,0 °C).

La funzione di scrittura 06h modifica solo il valore nella memoria RAM, la modifica è pertanto cancellata in caso di mancanza di alimentazione dello strumento. Per rendere permanente la modifica, scrivere il valore esadecimale FF00 nel registro di tipo *Coil* numero 3 (indirizzo 2) mediante il codice funzione 05h (Write Single Coil).

Per controllare se la memorizzazione permanente è stata completata con successo, verificare che il registro di tipo *Holding Register* numero 2 (indirizzo 1) contenga 0, utilizzando la funzione 03h (Read Holding Registers).

Registri MODBUS – Coils

Numero registro	Indirizzo registro	Dato
3	2	Memorizzazione permanente della temperatura di attivazione del riscaldamento.

Registri MODBUS – Holding Registers

Numero registro	Indirizzo registro	Dato	Formato
1	0	Indicatore della corretta interpretazione dell'ultimo comando Modbus inviato. Se 0, il comando è stato eseguito correttamente. Se 1, si sono verificati errori nell'esecuzione del comando.	Intero 16 bit
2	1	Indicatore della corretta memorizzazione permanente della temperatura di attivazione del riscaldamento. Se 0, la temperatura è stata memorizzata correttamente. Se 1, si sono verificati errori nella memorizzazione.	Intero 16 bit
3	2	Temperatura in °C [x10] al di sotto della quale si accende il riscaldamento	Intero 16 bit

Verifica della corretta interpretazione dei comandi MODBUS

Per controllare se l'ultimo comando MODBUS inviato allo strumento è stato interpretato correttamente, verificare che il registro di tipo *Holding Register* numero 1 (indirizzo 0) contenga 0, utilizzando la funzione 03h (Read Holding Registers).

Collegamento dello strumento

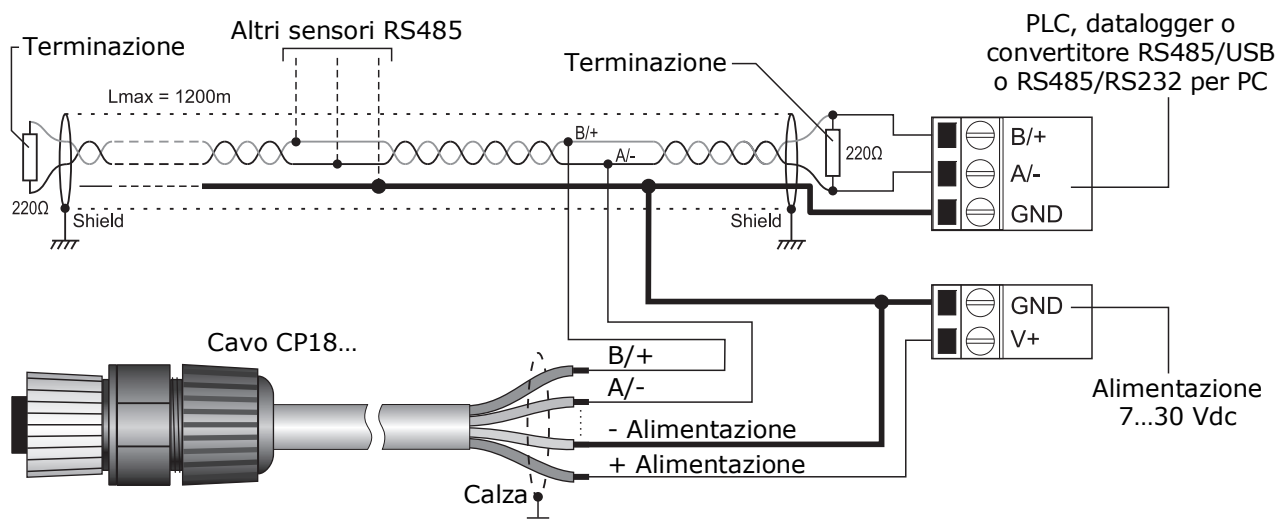


Fig. 11: connessione RS485

8 Comunicazione SDI-12

LP SD18.3x dispone di interfaccia di comunicazione SDI-12, compatibile con la versione 1.3 del protocollo, che permette la connessione a reti di sensori SDI-12.

I parametri di comunicazione nel PC o datalogger devono essere impostati come segue:

baud rate: 1200, bit di dati: 7, parità: Pari, bit di stop: 1

La comunicazione con lo strumento avviene generando un *segnale di Break* sulla linea seriale per almeno 12 ms, e quindi inviando un comando nella forma seguente:

<Indirizzo><Comando>!

con <Indirizzo> = indirizzo dello strumento al quale si invia il comando
<Comando> = tipo di operazione richiesta allo strumento

La risposta dello strumento è nella forma:

<Indirizzo><Dati><CR><LF>

con <Indirizzo> = indirizzo dello strumento che risponde
<Dati> = informazioni inviate dallo strumento
<CR> = carattere ASCII *Carriage Return*
<LF> = carattere ASCII *Line Feed*

LPSD18-3x esce di fabbrica con indirizzo preimpostato a 0. L'indirizzo può essere modificato con l'apposito comando SDI-12 indicato nella tabella successiva.

La tabella seguente riporta i comandi SDI-12 disponibili. Per uniformità con la documentazione dello standard SDI-12, nella tabella l'indirizzo dello strumento è indicato con la lettera **a**.

Comandi SDI-12

Comando	Risposta dello strumento	Descrizione
a!	a<CR><LF>	Verifica della presenza dello strumento.
aI!	allccccccmmmmmmvvvsssssss<CR><LF> con: a = indirizzo dello strumento (1 carattere) ll = versione SDI-12 compatibile (2 caratteri) ccccccc = produttore (8 caratteri) mmmmmm = modello strumento (6 caratteri) vvv = versione firmware (3 caratteri) sssssss = numero di matricola (8 caratteri) ⇒ Esempio di risposta: 013DeltaOhmLPSP1810013201518 con: 0 = indirizzo dello strumento 13 = compatibile SDI-12 versione 1.3 DeltaOhm = nome del produttore LPSP18 = modello strumento 100 = firmware versione 1.0.0 13201518 = numero di matricola	Richiesta delle informazioni dello strumento.
aAb! dove: b = nuovo indirizzo	b<CR><LF> Nota: se il carattere b non è un indirizzo accettabile, lo strumento risponde con a al posto di b.	Modifica dell'indirizzo dello strumento.
?!	a<CR><LF>	Richiesta dell'indirizzo dello strumento. Se più di un sensore è connesso al bus, si verificherà un conflitto.

Comando	Risposta dello strumento	Descrizione
COMANDI DI TIPO M (START MEASUREMENT)		
Stato dell'insolazione		
aM!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di rilevamento dello stato dell'insolazione (presenza o assenza sole).
aD0!	a+x<CR><LF> con: x = 0 se SRD < 120 W/m ² , x = 1 se SRD ≥ 120 W/m ² ⇒ Esempio di risposta: 0+0 Lo strumento con indirizzo 0 misura SRD < 120 W/m ²	Legge lo stato dell'insolazione (presenza o assenza sole).
Radiazione solare diretta		
aM1!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di esecuzione della misura di radiazione solare diretta (SRD) in W/m ² .
aD0!	a+rrrr<CR><LF> con: rrrr = SRD con risoluzione 1 W/m ² ⇒ Esempio di risposta: 0+0135 Lo strumento con indirizzo 0 misura SRD = 135 W/m ²	Legge la misura di radiazione solare diretta (SRD) in W/m ² .
Stato e durata dell'insolazione		
aM2!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibili le misure (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di rilevamento dello stato e della durata dell'insolazione.
aD0!	a+x+mm+dd+nnnn<CR><LF> con: x = 0 se SRD < 120 W/m ² , x = 1 se SRD ≥ 120 W/m ² mm = numero di secondi nell'ultimo minuto con x=1 dd = numero di decine di secondi negli ultimi 10 minuti con x=1 (dd=0...60: per ogni intervallo di 10 s si conteggia un 1 se x=1 per almeno 5 s) nnnn = contatore circolare del numero di cicli di misura ⇒ Esempio di risposta: 0+1+25+12+00048 Lo strumento con indirizzo 0 misura x=1, nell'ultimo minuto ci sono stati 25 s con x=1, negli ultimi 10 min ci sono stati da 60 a 120 s con x=1, sono trascorsi 48 cicli di misura dall'azzeramento del contatore.	Legge lo stato e la durata dell'insolazione.
Temperatura interna e stato del riscaldamento		
aM3!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibili le misure (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di rilevamento della temperatura interna e dello stato del riscaldatore.
aD0!	a+nn.d+n<CR><LF> con: nn.d = temperatura interna in °C n = 0 se riscaldatore OFF, n = 1 se riscaldatore ON ⇒ Esempio di risposta: 0+15.3+0 Lo strumento con indirizzo 0 misura 15,3 °C di temperatura interna e il riscaldatore è spento.	Legge la temperatura interna e lo stato del riscaldatore.

Comando	Risposta dello strumento	Descrizione
COMANDI DI TIPO C (START CONCURRENT MEASUREMENT)		
Stato dell'insolazione		
aC!	atttnn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) nn = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di rilevamento dello stato dell'insolazione (presenza o assenza sole).
aD0!	a+x<CR><LF> con: x = 0 se $SRD < 120 \text{ W/m}^2$, x = 1 se $SRD \geq 120 \text{ W/m}^2$	Legge lo stato dell'insolazione (presenza o assenza sole).
Radiazione solare diretta		
aC1!	atttnn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) nn = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di esecuzione della misura di radiazione solare diretta (SRD) in W/m^2 .
aD0!	a+rrrr<CR><LF> con: rrrr = SRD con risoluzione 1 W/m^2	Legge la misura di radiazione solare diretta (SRD) in W/m^2 .
Stato e durata dell'insolazione		
aC2!	atttnn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibili le misure (3 caratteri) nn = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di rilevamento dello stato e della durata dell'insolazione.
aD0!	a+x+mm+dd+nnnnn<CR><LF> con: x = 0 se $SRD < 120 \text{ W/m}^2$, x = 1 se $SRD \geq 120 \text{ W/m}^2$ mm = numero di secondi nell'ultimo minuto con x=1 dd = numero di decine di secondi negli ultimi 10 minuti con x=1 (dd=0...60: per ogni intervallo di 10 s si conteggia un 1 se x=1 per almeno 5 s) nnnnn = contatore circolare del numero di cicli di misura	Legge lo stato e la durata dell'insolazione.
Temperatura interna e stato del riscaldamento		
aC3!	atttnn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibili le misure (3 caratteri) nn = numero di variabili rilevate (1 carattere) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di rilevamento della temperatura interna e dello stato del riscaldatore.
aD0!	a+nn.d+n<CR><LF> con: nn.d = temperatura interna in $^{\circ}\text{C}$ n = 0 se riscaldatore OFF, n = 1 se riscaldatore ON	Legge la temperatura interna e lo stato del riscaldatore.

Comando	Risposta dello strumento	Descrizione
COMANDI DI TIPO R (CONTINUOUS MEASUREMENTS)		
aR0!	a+x<CR><LF> con: x = 0 se SRD < 120 W/m ² , x = 1 se SRD ≥ 120 W/m ²	Legge lo stato dell'insolazione (presenza o assenza sole).
aR1!	a+rrrr<CR><LF> con: rrrr = SRD con risoluzione 1 W/m ²	Legge la misura di radiazione solare diretta (SRD) in W/m ²
aR2!	a+x+mm+dd+nnnn<CR><LF> con: x = 0 se SRD < 120 W/m ² , x = 1 se SRD ≥ 120 W/m ² mm = numero di secondi nell'ultimo minuto con x=1 dd = numero di decine di secondi negli ultimi 10 minuti con x=1 (dd=0...60: per ogni intervallo di 10 s si conteggia un 1 se x=1 per almeno 5 s) nnnn = contatore circolare del numero di cicli di misura	Legge lo stato e la durata dell'insolazione.
aR3!	a+nn.d+n<CR><LF> con: nn.d = temperatura interna in °C n = 0 se riscaldatore OFF, n = 1 se riscaldatore ON	Legge la temperatura interna e lo stato del riscaldamento

In aggiunta ai comandi sopraindicati, LPSD18.3x implementa anche gli analoghi comandi con CRC, che richiedono di aggiungere un codice CRC a 3 caratteri in coda alla risposta prima di <CR><LF>. Il formato di tali comandi si ottiene dai precedenti aggiungendo la lettera C: aMC!, aMC1!, aMC2!, aMC3!, aCC!, aCC1!, aCC2!, aCC3!, aRC0!, aRC1!, aRC2!, aRC3!

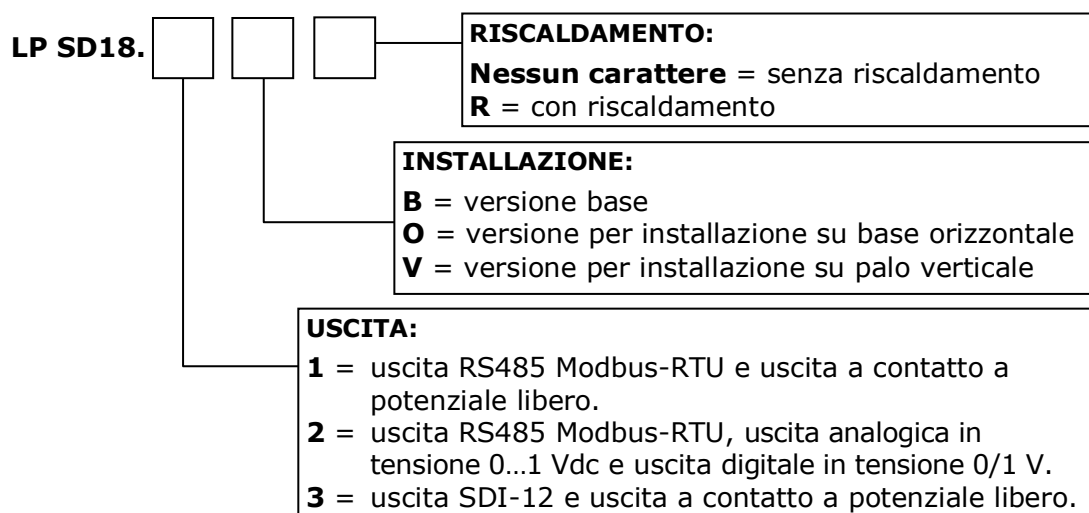
Per ulteriori informazioni riguardanti il protocollo, visitare il sito "www.sdi-12.org".

9 Manutenzione:

Al fine di garantire la elevata precisione dichiarata delle misure è necessario che il vetro di protezione sia mantenuto pulito. La pulizia può essere eseguita con panni ottici in microfibra per obiettivi fotografici e con acqua; se non fosse sufficiente, usare alcol ETILICO puro. Dopo la pulizia con l'alcol è necessario lavare la superficie con acqua e asciugarla accuratamente.

Per evitare la formazione di condensa, all'interno dello strumento è presente un elemento riscaldante (1W @ 12 Vdc se collegato); inoltre è inserita un'apposita cartuccia con materiale essiccante che impedisce la condensa anche nel caso in cui non sia possibile utilizzare il riscaldamento (ad es. per ridurre i consumi). L'efficienza dei cristalli di Silica-gel diminuisce nel tempo a causa dell'assorbimento di umidità. Quando i cristalli di silica-gel sono efficienti il colore è **giallo**; man mano che perdono di efficienza il colore diventa **blu**. Il manuale d'uso dello strumento descrive la procedura per la loro sostituzione. Tipicamente la durata del silica-gel varia da 2 a 6 mesi a seconda delle condizioni ambientali in cui opera l'eliofanometro.

10 Codici di ordinazione



LP SD18.1

Sensore per la misura della durata del soleggiamento, riferito alla soglia di 120 W/m^2 di irraggiamento diretto, secondo le indicazioni del WMO. Il sensore non ha parti in movimento. Uscita RS485 MODBUS-RTU e uscita a contatto a potenziale libero (CHIUSO = irraggiamento sopra la soglia, APERTO = irraggiamento sotto la soglia). Alimentazione 7...30 Vdc. Può essere fissato a un palo (opzione **V**) con un adatto accessorio, o installato su un piano orizzontale (opzione **O**) utilizzando la base di fissaggio opzionale. Livella per la messa in piano incorporata. Il sensore non richiede aggiustamenti della posizione durante l'anno. Dotato di sistema anticondensa (1W @ 12 Vdc). Connettore M12 a 8 poli. A richiesta cavi con connettore volante femmina M12 a 8 poli da 5 o 10 m standard.

Disponibile con opzione riscaldamento (opzione **R**) per l'installazione in climi rigidi, per la rimozione di ghiaccio e neve. Attivazione del riscaldamento sotto $+6 \text{ }^\circ\text{C}$. Potenza assorbita dal riscaldamento: 5W @ 12 Vdc.

LP SD18.2

Sensore per la misura della durata del soleggiamento, riferito alla soglia di 120 W/m^2 di irraggiamento diretto, secondo le indicazioni del WMO. Il sensore non ha parti in movimento. Uscita RS485 MODBUS-RTU, uscita analogica in tensione 0...1 Vdc corrispondente a $0...2000 \text{ W/m}^2$ di irraggiamento diretto, uscita digitale in tensione (1V = irraggiamento sopra la soglia, 0V = irraggiamento sotto la soglia). Alimentazione 7...30 Vdc. Può essere fissato a un palo (opzione **V**) con un adatto accessorio, o installato su un piano orizzontale (opzione **O**) utilizzando la base di fissaggio opzionale. Livella per la messa in piano incorporata. Il sensore non richiede aggiustamenti della posizione durante l'anno. Dotato di sistema

anticondensa (1W @ 12 Vdc). Connettore M12 a 8 poli. A richiesta cavi con connettore volante femmina M12 a 8 poli da 5 o 10 m standard. Disponibile con opzione riscaldamento (opzione **R**) per l'installazione in climi rigidi, per la rimozione di ghiaccio e neve. Attivazione del riscaldamento sotto +6 °C. Potenza assorbita dal riscaldamento: 5W @ 12 Vdc.

- LP SD18.3** Sensore per la misura della durata del soleggiamento, riferito alla soglia di 120 W/m² di irraggiamento diretto, secondo le indicazioni dell'WMO. Il sensore non ha parti in movimento. Uscita SDI-12 e uscita a contatto a potenziale libero (CHIUSO = irraggiamento sopra la soglia, APERTO = irraggiamento sotto la soglia). Alimentazione 7...30 Vdc. Può essere fissato a un palo (opzione **V**) con un adatto accessorio, o installato su un piano orizzontale (opzione **O**) utilizzando la base di fissaggio opzionale. Livella per la messa in piano incorporata. Il sensore non richiede aggiustamenti della posizione durante l'anno. Dotato di sistema anticondensa (1W @ 12 Vdc). Connettore M12 a 8 poli. A richiesta cavi con connettore volante femmina M12 a 8 poli da 5 o 10 m standard. Disponibile con opzione riscaldamento (opzione **R**) per l'installazione in climi rigidi, per la rimozione di ghiaccio e neve. Attivazione del riscaldamento sotto +6 °C. Potenza assorbita dal riscaldamento: 5W @ 12 Vdc.

ACCESSORI

- LP SD18.O** Base per l'installazione dell'eliofanometro su un piano orizzontale. Due piedini regolabili e uno fisso. Permette l'inclinazione del sensore fino a 80° rispetto alla verticale, per adattarlo alla posizione del sole alla latitudine del luogo di installazione.
- LP SD18.V1** Supporto per l'installazione dell'eliofanometro su un palo Ø 40 mm. Permette l'inclinazione del sensore fino a 80° rispetto alla verticale, per adattarlo alla posizione del sole alla latitudine del luogo di installazione.
- LP SD18.19K** Supporto base per l'installazione dell'eliofanometro su un piano. L'eliofanometro ha un'inclinazione fissa di 45° rispetto al piano di fissaggio.
- LP SD18.22K** Supporto per l'installazione della base LP SD18.O su un palo Ø 40 mm.
- HD 2003.83** Palo Ø 40 mm, lunghezza 1,5 m per versione **V**. Filetto M37x2 mm.
- HD 2003.83.1** Palo Ø 40 mm, lunghezza 750 mm per versione **V**. Filetto M37x2 mm.
- LP SG** Cartuccia per contenere i cristalli di silica-gel completa di O-ring.
- LP G** Confezione da 5 ricariche di cristalli di silica-gel.
- CP 18.5** Cavo a 12 poli. Lunghezza 5 m. Connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro.
- CP 18.10** Cavo a 12 poli. Lunghezza 10 m. Connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro.
- RS 48** Cavo di connessione RS485 con convertitore USB / RS485 incorporato. Il cavo è dotato di connettore USB dalla parte del PC e di 3 fili separati dalla parte dello strumento.
- R** Opzione riscaldamento per l'installazione in climi rigidi, per la rimozione di ghiaccio e neve. Attivazione del riscaldamento sotto +6 °C. Potenza assorbita dal riscaldamento: 5W @ 12 Vdc.

