



**LSI LASTEM S.r.l.**

Via Ex S.P. 161 Dosso, n.9 - 20090 Settala Premenugo (MI) - Italia

**Tel.:** (+39) 02 95 41 41

**Fax:** (+39) 02 95 77 05 94

**e-mail:** info@lsi-lastem.it

**WEB:** <http://www.lsi-lastem.it>

**CF./P. Iva:** (VAT) IT-04407090150

**REA:** 1009921 **Reg.Imprese:** 04407090150



***Banda di occultamento  
DPA245  
-  
DPA245  
shadow band***

**Manuale utente  
User's manual**

**Versione 29/11/2012**

**Update 29/11/2012**

# Sommario



1. Descrizione.....	3
2. Principio di funzionamento.....	3
3. Caratteristiche tecniche .....	4
4. Installazione .....	5
4.1. Montaggio ed installazione della banda di occultamento .....	6
4.2. Installazione del piranometro.....	6
4.3. Prima regolazione .....	7
5. Regolazione periodica.....	7
6. Declinazione del sole in funzione della data.....	8
7. Fattori di correzione della radiazione misurata.....	9

*Si veda pag. 11 per la versione in lingua inglese del manuale.  
See pag.11 for user's manual in English language.*

Copyright 2011-2012 LSI LASTEM. Tutti i diritti riservati.

Le informazioni contenute nel presente manuale sono soggette a modifiche senza preavviso. Nessuna parte di questo manuale può essere riprodotta in qualsiasi forma o mezzo elettronico o meccanico, per alcun uso, senza il permesso scritto di LSI LASTEM.

LSI LASTEM si riserva il diritto di intervenire sul prodotto, senza l'obbligo di aggiornare tempestivamente questo documento.

# 1. Descrizione

La banda di occultamento è un dispositivo meccanico utilizzabile insieme ad un piranometro e realizza una semplice soluzione per la misurazione della radiazione solare diffusa. Il principio di funzionamento è molto semplice: la banda mantiene il piranometro in ombra durante l'intera giornata impedendo alla radiazione solare diretta di raggiungere il piranometro stesso; come risultato si avrà quindi la misurazione della radiazione diffusa.

Il funzionamento ottimale di tale sistema è subordinato ad un regolare piano di manutenzione che prevede l'aggiustamento manuale delle staffe di regolazione (che sono connesse alla fascia occultante) con cadenza giornaliera o perlomeno quindicinale, seguendo la riportata al §5 del presente manuale. Questo aggiustamento è necessario perché l'elevazione del corso solare cambia giorno per giorno, seppur minimamente.

Naturalmente la fascia occultante (dotata di un particolare profilo ad U in modo da avere un angolo di visione pressoché costante durante l'anno) intercetta anche una porzione di radiazione diffusa dal cielo; è quindi raccomandato l'utilizzo di un fattore di correzione (da applicare come fattore moltiplicativo al valore misurato) per raffinare la misura della radiazione diffusa. La tabella con i fattori correttivi da applicare alla misura è riportata al §7.

La banda di occultamento DPA245 è composta da una piastra-base di supporto a cui sono opportunamente collegati il piedistallo scorrevole ove collocare orizzontalmente il piranometro e le due staffe scorrevoli di sostegno e regolazione della fascia occultante vera e propria.

Tutto il sistema, opportunamente montato, deve essere collocato su di un piedistallo (non in dotazione) ben saldo a terra oppure su un plinto in cemento (con sezione posta lungo l'asse est-ovest), realizzato in modo tale da non intralciare le procedure di montaggio e taratura della banda di occultamento.

Il dispositivo può essere utilizzato in ogni parte del mondo (sia nell'emisfero Australe che in quello Boreale) ad una latitudine compresa tra 0° e 60°. I piranometri LSI LASTEM tipicamente accoppiati alla banda di occultamento sono i modelli DPA153, DPA253.3 e DPA251.1

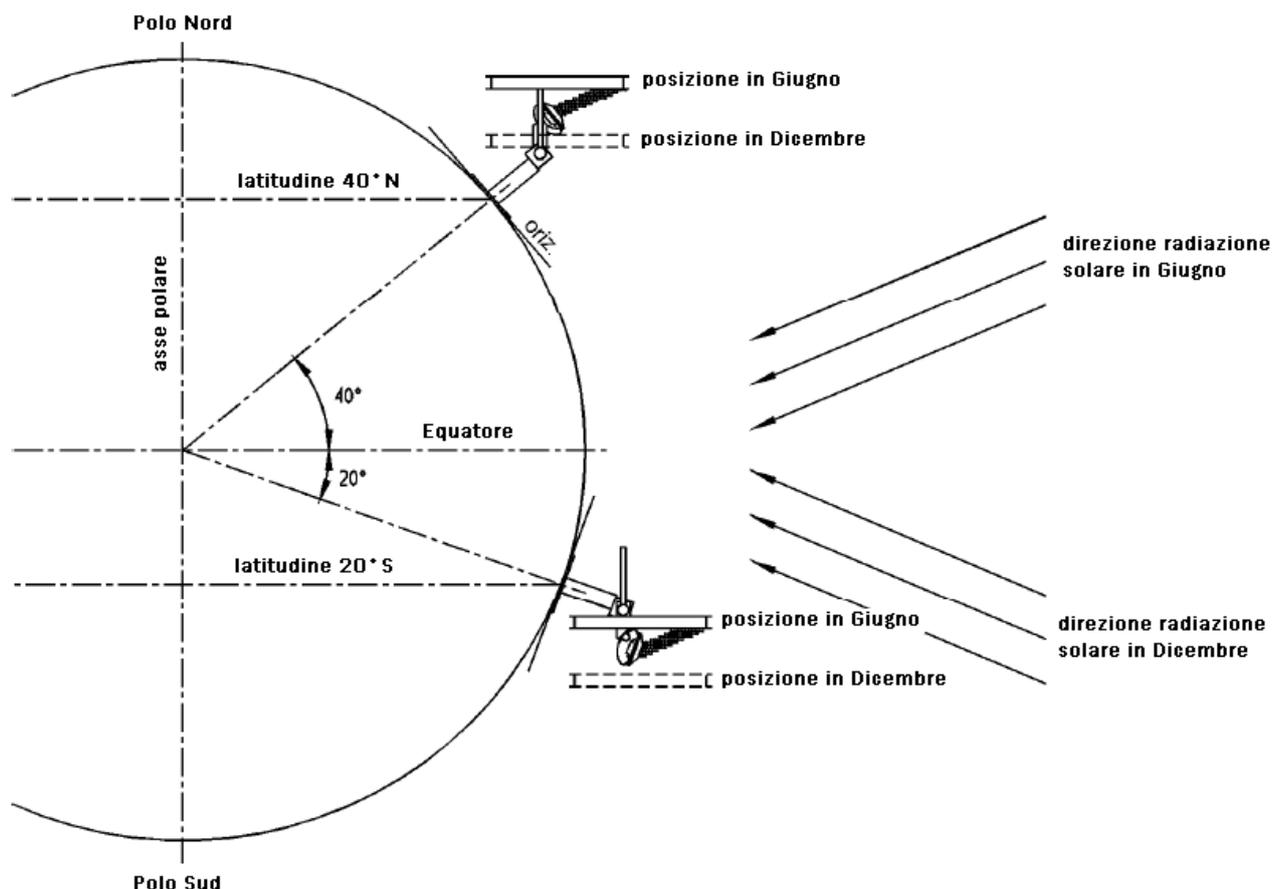
## 2. Principio di funzionamento

Lo scopo della banda di occultamento è quello di intercettare la radiazione diretta che giunge al piranometro dal sole durante l'intera giornata, evitando un continuo intervento manuale di aggiustamento della posizione.

Una volta installata, l'asse della fascia occultante deve essere sempre parallelo all'asse polare; di conseguenza l'angolo tra l'asse della fascia occultante e l'orizzontale è uguale alla latitudine che si osserva del sito di osservazione.

La fascia di occultamento deve poter essere spostata lungo l'asse della fascia stessa relativa al piranometro in modo tale da essere regolata secondo le variazioni della declinazione del sole durante l'anno.

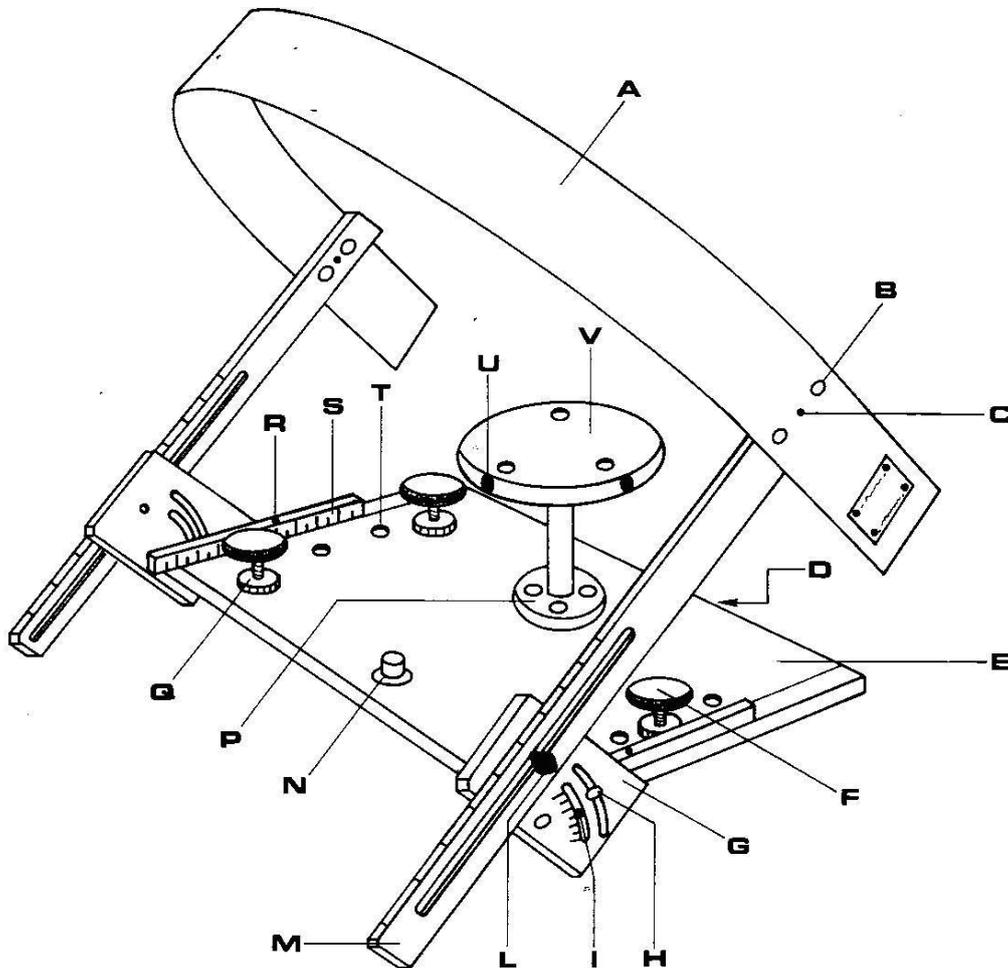
Il piranometro deve essere posizionato all'interno della fascia di occultamento lungo l'asse della fascia occultante stessa.



### 3. Caratteristiche tecniche

<i>Materiale</i>	Alluminio anodizzato opaco nero
<i>Fissaggio</i>	1. su plinto in cemento 2. su piedistallo
<i>Peso totale</i>	11 kg
<i>Altezza</i>	545 mm
<i>Diametro esterno della fascia di occultamento</i>	646 mm
<i>Larghezza della fascia di occultamento</i>	76 mm
<i>Angolo di copertura (apparente larghezza della fascia che viene vista dal piranometro )</i>	circa 10°
<i>Dimensioni standard</i>	500x600x900mm
<i>Regolazione latitudine</i>	0° ÷ 60°
<i>Regolazione declinazione</i>	±25°

## 4. Installazione



- A = fascia di occultamento
- B = perni filettati di fissaggio della fascia di occultamento
- C = forellini di riferimento della fascia di occultamento
- D = pomelli di bloccaggio del piedistallo del radiometro
- E = piastra-base
- F = pomelli di regolazione della piastra-base
- G = staffe di regolazione della latitudine
- H = bulloni di fissaggio delle staffe di regolazione della latitudine
- I = tacca di riferimento della latitudine
- L = pomelli di fissaggio delle staffe di regolazione della declinazione
- M = staffe di regolazione della declinazione
- N = bolla di riferimento per la regolazione della piastra-base
- P = sede di scorrimento del piedistallo del radiometro
- Q = ghiera controdado di serraggio dei pomelli di regolazione della piastra-base
- R = bulloni di fissaggio delle staffe di regolazione metrica
- S = staffe di regolazione metrica
- T = fori di fissaggio della piastra-base al piedistallo di supporto
- U = viti godronate di fissaggio del radiometro
- V = piedistallo di supporto del radiometro

Le fasi di montaggio ed installazione qui illustrate fanno sempre riferimento al disegno riportato in questa sezione.

## **4.1. Montaggio ed installazione della banda di occultamento**

Il corretto montaggio dell'intero dispositivo avviene seguendo scrupolosamente le seguenti fasi:

- 1) Collocare la piastra-base (E) sul piedistallo o plinto di cemento appositamente e correttamente predisposto (plinto rettangolare con sezione posizionata sull'asse ovest-est con la bolla di riferimento (N) puntata verso:
  - SUD se ci si trova nell'emisfero Boreale.
  - NORD se ci si trova nell'emisfero Australe.
- 2) Agendo sui tre pomelli (F) posizionare la piastra-base perfettamente in piano.
- 3) Serrare le ghiera controdado (Q) dei tre pomelli (F).
- 4) Inserire quattro perni filettati di ancoraggio della banda di occultamento al piedistallo nelle apposite sedi (T) e serrarle.
- 5) Verificare il corretto posizionamento della piastra-base (E) tramite la bolla (N) posta sul piano stesso.
- 6) Utilizzando i due pomelli (L) in dotazione, montare le due staffe graduate (M) negli appositi binari, con la scala graduata rivolta verso l'alto.
- 7) Montare la fascia di occultamento (A) sulle due staffe graduate (M) servendosi dei quattro perni filettati (B) in dotazione. La fascia di occultamento deve essere montata esternamente alle due staffe graduate (M) e rivolta verso l'alto.
- 8) Inserire nell'apposita sede di scorrimento (P) posizionata al centro della piastra-base, il piedistallo (V) di supporto del piranometro e serrare i due pomelli di bloccaggio (D) posti sotto la piastra-base.

## **4.2. Installazione del piranometro**

- 1) Collocare il piranometro sul piedistallo (V) inserendo i piedini regolabili nelle tre sedi relative.
- 2) Regolare i piedini del piranometro in modo tale che la superficie rilevante sia perfettamente in piano.
- 3) Verificarne tramite la bolla posta sul piranometro il corretto posizionamento dello stesso e serrare le tre viti godronate (U).

### **4.3. Prima regolazione**

- 1) Svitando i due bulloni (H), ruotare le due staffe (G) fino a quando la tacca di riferimento (I) coincide con il valore di latitudine del luogo in cui è posta la banda di occultamento. A posizionamento avvenuto, serrare entrambe i bulloni (H). Questa operazione va eseguita esclusivamente durante la prima installazione del DPA245 in quanto si presume che la banda di occultamento rimanga operativa nel medesimo luogo (e quindi con stessa latitudine).
- 2) Agendo sui due pomelli (L) portare a 0° la scala indicante la declinazione del sole.
- 3) Per un corretto posizionamento della fascia occultante, occorre guardare attraverso un forellino di riferimento (C) e vedere il foro corrispondente. La retta ipotetica passante attraverso i forellini di riferimento (C) deve attraversare il centro della superficie di misura del radiometro. Per fare ciò occorre agire sulle staffe graduate (S) allentando i due bulloni (R). Nell'effettuare queste operazioni occorre prestare particolare attenzione affinché le staffe (S) siano sempre perfettamente aderenti al binario di riscontro.
- 4) Allentare i due pomellini di fissaggio (D) del piedistallo e muoverle fino a che la retta ipotetica passante per i due forellini (C) lambisca il piano di misura del radiometro. Per un corretto posizionamento occorre che, guardando attraverso il forellino (C), si veda il foro corrispondente per metà occultato da metà dal piano di misura del radiometro. A posizionamento avvenuto, serrare i due pomellini di fissaggio (D) del piedistallo del radiometro e ricontrollare quindi il posizionamento.

## **5. Regolazione periodica**

La regolazione periodica del dispositivo deve essere eseguita giornalmente o con cadenza perlomeno quindicinale.

- 1) Allentare i due pomelli (L) e regolare le staffe (M) sul valore di declinazione solare relativo al giorno di taratura della banda di occultamento; si veda la tabella riportata in seguito in questo paragrafo
- 2) Serrare i pomelli (L) prestando particolare attenzione affinché le staffe (M) siano sempre aderenti al binario di riscontro.

## 6. Declinazione del sole

La seguente tabella indica la declinazione del sole in base al periodo nell'anno solare. Utilizzare i valori indicati per le regolazioni periodiche.

Mese	Periodo	Declinazione del sole (°)
Gennaio	dal 1	-23,1
	dal 15	-21,2
Febbraio	dal 1	-17,1
	dal 15	-12,7
Marzo	dal 1	-7,5
	dal 15	-2,1
Aprile	dal 1	+4,7
	dal 15	+9,9
Maggio	dal 1	+15,2
	dal 15	+19,0
Giugno	dal 1	+22,2
	dal 15	+23,5
Luglio	dal 1	+23,2
	dal 15	+21,6
Agosto	dal 1	+18,3
	dal 15	+14,1
Settembre	dal 1	+8,3
	dal 15	+3,0
Ottobre	dal 1	-3,3
	dal 15	-8,6
Novembre	dal 1	-14,6
	dal 15	-18,6
Dicembre	dal 1	-22,0
	dal 15	-23,4

## 7. Fattori di correzione della radiazione misurata

L'utilizzo della banda di occultamento comporta una riduzione della quantità totale di radiazione solare diffusa rilevata dal sensore; è perciò necessario, in funzione della latitudine e del periodo di misura, apportare una correzione al dato rilevato dal piranometro, moltiplicandolo per il coefficiente indicato nelle seguenti tabelle.

Data	Latitudine nell'emisfero boreale (Nord)						
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Gennaio	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,05
Febbraio	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,07
Marzo	1,24	1,23	1,21	1,19	1,17	1,14	1,11
Aprile	1,22	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15
Maggio	1,19	1,20	1,21	1,21	1,21	1,20	1,19
Giugno	1,16	1,18	1,19	1,20	1,20	1,20	1,20
Luglio	1,17	1,19	1,20	1,21	1,21	1,20	1,19
Agosto	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21	1,19	1,17
Settembre	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15	1,13
Ottobre	1,21	1,20	1,18	1,15	1,13	1,11	1,09
Novembre	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06
Dicembre	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04

Data	Latitudine nell'emisfero australe (sud)						
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Gennaio	1,17	1,19	1,20	1,21	1,21	1,20	1,19
Febbraio	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21	1,19	1,17
Marzo	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15	1,13
Aprile	1,21	1,20	1,18	1,15	1,13	1,11	1,09
Maggio	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06
Giugno	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04
Luglio	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,05
Agosto	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,07
Settembre	1,24	1,23	1,21	1,19	1,17	1,14	1,11
Ottobre	1,22	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15
Novembre	1,19	1,20	1,21	1,21	1,21	1,20	1,19
Dicembre	1,16	1,18	1,19	1,20	1,20	1,20	1,20

# **Index**



1. Description .....	11
2. Operating principles .....	11
3. Technical specifications .....	12
4. Mounting .....	13
4.1. Mounting and installation of shadow band .....	14
4.2. Pyranometer installation .....	14
5. First time adjustment.....	15
6. Periodic adjustment.....	15
7. Sun declination.....	16
8. Measured radiation correction .....	17

Copyright 2011-2012 LSI LASTEM. All rights reserved.

This manual can be modified without notice. Anybody can copy, print or publish this manual without LSI LASTEM written authorization.

LSI LASTEM reserves the right to modify the product without an immediate revision of this document.

# 1. Description

The combination of a DPA245 shadow band and a pyranometer offers a simple solution for the measurement of the diffuse solar radiation. The operating principle is very simple: the shadow band will keep the pyranometer in the shade during the entire day, preventing the direct solar radiation to reach the sensor; as a result only the diffuse solar radiation is measured.

A regular schedule of maintenance would require manual adjustment of the sliding brackets (that are connected to the shadow band) every day or at least every two weeks in according to the table reported on §5 of this manual. This adjustment is necessary because the elevation of the solar course changes slightly day by day.

Naturally, the shadow ring (equipped with a special U-profile so that it has a nearly constant view angle during the year) intercepts also a proportion of the diffuse sky radiation; a correction factor (as a multiplicative factor) for this effect is recommended to be used as a refinement of the measurement. A table of correction factors is reported on §7 of this manual.

The DPA245 shadow band is made up of a support base plate, where are connected the sliding stand where to put the radiometer in horizontal position and the two support and regulation sliding brackets of the occulting band.

The whole system, correctly assembled, has to be installed on a stand (not supplied), steady on the ground or on a concrete plinth (with section located along east-west axis) and realized so that it does not thwart the mounting procedures and calibration of the occultation band DPA245.

The device can be installed everywhere on earth (either in the Southern or in the Northern Hemisphere) at a latitude between  $0^\circ$  and  $60^\circ$ . It can be coupled with LSI LASTEM pyranometers, typical models are DPA153, DPA253.3 and DPA251.1.

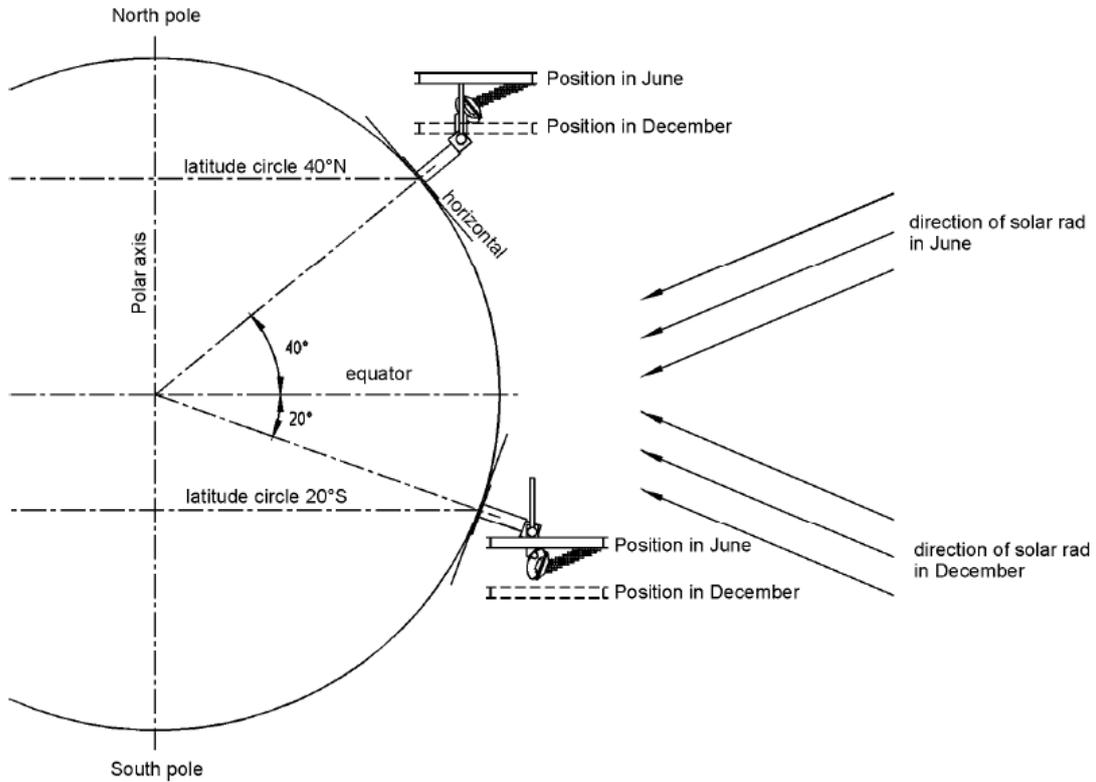
## 2. Operating principles

The objective of shadow band is to intercept the direct radiation coming to the pyranometer from the sun during the whole day without continuous manual readjustment of its position.

Once installed, the axis of the shadow band must be always parallel to the polar axis. In consequence the angle between shadow band axis and horizontal should be equal to the latitude of the observation site.

The shadow band must be able to shift along the shadow band axis relative to the pyranometer and in this way be adjusted to the sun's changes in declination during the year.

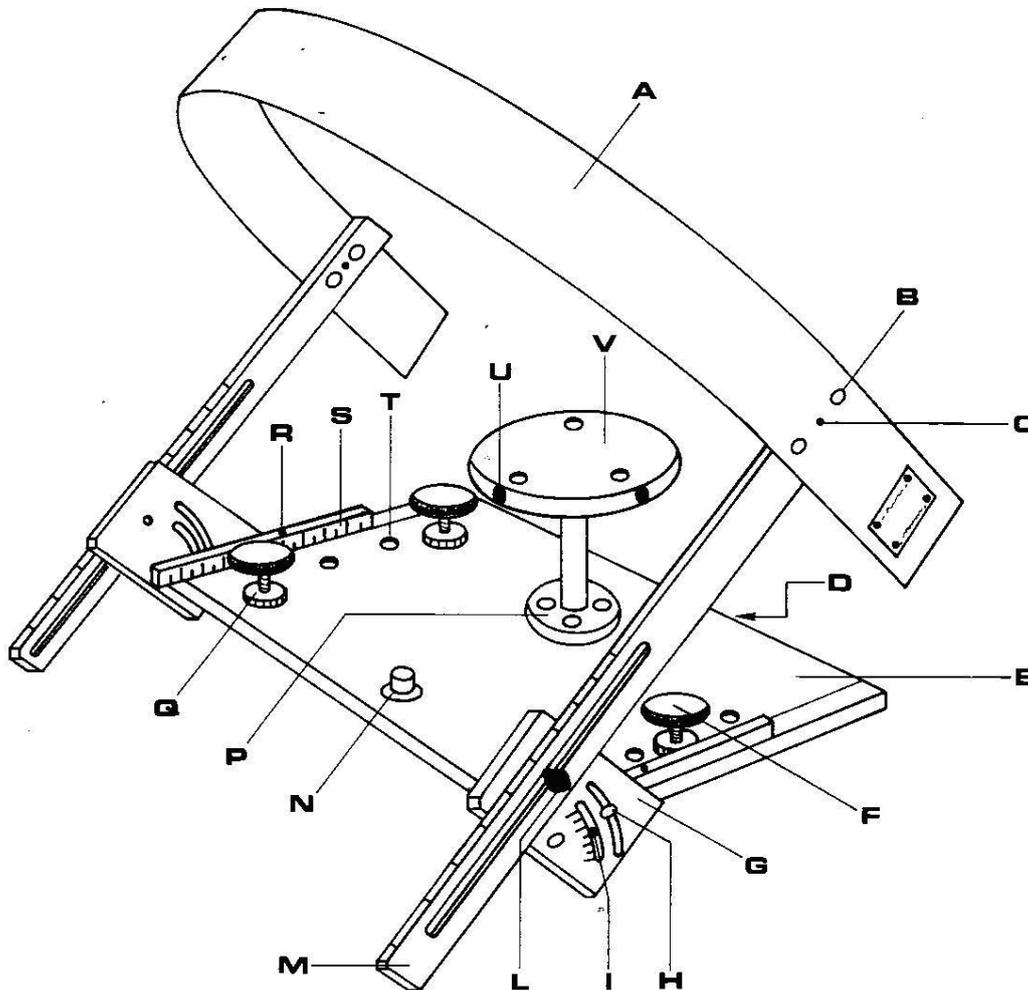
The pyranometer must be positioned with its sensor on the shadow band axis.



### 3. Technical specifications

<i>Material</i>	Opaque black anodized aluminium
<i>Fixing</i>	1. on concrete plinth 2. on stand
<i>Total weight</i>	11 kg
<i>Height</i>	545 mm
<i>Band outer diameter</i>	646 mm
<i>Band width</i>	76 mm
<i>View angle (the apparent width of the ring as seen to the pyranometer)</i>	near 10°
<i>Standard dimensions</i>	500x600x900mm
<i>Latitude regulation</i>	0° ÷ 60°
<i>Declination regulation</i>	±25°

## 4. Mounting



- A = shadow band
- B = screwed fixing pins
- C = reference holes of the occultation band
- D = blocking knobs of the radiometer pedestal
- E = base plate
- F = base plate regulation knobs
- G = latitude regulation brackets
- H = latitude regulation brackets fixing bolts
- I = latitude reference tally
- L = declination regulation brackets fixing knobs
- M = declination regulation brackets
- N = base plate regulation reference bubble
- P = radiometer pedestal sliding seat
- Q = base plate regulation knobs closing bushes
- R = metrical regulation brackets fixing pins
- S = metrical regulation brackets
- T = base plate fixing holes to the support pedestal
- U = radiometer fixing knurled screws
- V = radiometer fixing pedestal

Assembly and installation stages (shown in this manual) are referred to the drawing in this section.

## **4.1. Mounting and installation of shadow band**

Follow these steps in order to install the device in the right way:

- 1) Put the base plate (E) on the pedestal or on the concrete plinth (prepared with a rectangular plan along the west-east axis) with the reference bubble (N) directed towards:
  - SOUTH if the measures are made in Northern Hemisphere,
  - NORTH if the measures are made in Southern Hemisphere.
- 2) Working on the three knobs (F) position the base perfectly on the flat.
- 3) Close the bush locknuts (Q) of the three knobs (F).
- 4) Put the 4 anchor pins of the shadow band to the pedestal in the correct seats (T) and close
- 5) Check that the base plate is correctly placed (E) using the bubble (N) that you can find on the base.
- 6) Using the two knots (L), mount the two graduated brackets (M) into the right binaries, with the graduated scale upwards
- 7) Mount the shadow band (A) onto the two graduated brackets (M) using the 4 screw bolts (B). The shadow band must be mounted externally to the two graduated brackets (M) and upwards.
- 8) Put into the correct seat (P), located in the center of the base plate, the pedestal (V), supporting the radiometer and close the two blocking knots (D) under the base .

## **4.2. Pyranometer installation**

- 1) Put the pyranometer on the pedestal (V) putting the adjustable feet in the three respective seats.
- 2) Adjust the pyranometer feet so that the relevant surface is completely flat.
- 3) Check, using the bubble put on the pyranometer, that it is correctly placed and close the three knurled screws. (U)

### **4.3. First time adjustment**

- 1) Unscrewing the two bolts (H), turn the two brackets (G) till the reference tally (I) coincide with the latitude value, where the occultation band is placed. Once placed, close the bolts (H).
- 2) Acting on the two knots (L) bring to  $0^\circ$  the scale showing the sun declination.
- 3) To be sure to have correctly placed the occultation band you have to look into a reference hole (C) and see the correspondent hole. The hypothetical scale passing through the two reference holes (C), has to cross the centre of the pyranometer measure surface. To do so, you have to loosen the two bolts ( R), and act on the two graduated brackets (S). In doing these operations be careful that the brackets (S) are always perfectly adhering to the correct binary.
- 4) Loosen the two bolts (D) of the pedestal and move it till the hypothetical scale passing through the two holes, lap the pyranometer measure flat. For a correct placing it is necessary that, looking through a hole (C), the corresponding hole is seen half hidden from the radiometer measure flat. Once placed, close the two knots (D) of the pedestal and re-check the placing.

## **5. Periodic adjustment**

This kind of adjustment has to be made either daily or, at least, every 15 days.

- 1) Loosen the two knobs (L) and regulate the brackets (M) on the solar declination value in relation to the calibration day of the shadow band; see the table reported in this section.
- 2) Close the two knobs (L) paying attention so that the brackets (M) are always perfectly adhering to the relative binary.

## 6. Sun declination

The following table show the sun declination in function of the solar year period. Use these values for periodic adjustment operations.

Month	Period	Sun declination (°)
January	from 1	-23,1
	from 15	-21,2
February	from 1	-17,1
	from 15	-12,7
March	from 1	-7,5
	from 15	-2,1
April	from 1	+4,7
	from 15	+9,9
May	from 1	+15,2
	from 15	+19,0
June	from 1	+22,2
	from 15	+23,5
July	from 1	+23,2
	from 15	+21,6
August	from 1	+18,3
	from 15	+14,1
September	from 1	+8,3
	from 15	+3,0
October	from 1	-3,3
	from 15	-8,6
November	from 1	-14,6
	from 15	-18,6
December	from 1	-22,0
	from 15	-23,4

## 7. Measured radiation correction

Using the shadow band implies a reduction of the total quantity of diffuse radiation measured from the sensor. So it is necessary, in function of the latitude and of the measurement period, to correct the measured data, multiplying it for the coefficient indicated in the following table.

Latitude Northern Hemisphere							
Date	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
January	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,05
February	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,07
March	1,24	1,23	1,21	1,19	1,17	1,14	1,11
April	1,22	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15
May	1,19	1,20	1,21	1,21	1,21	1,20	1,19
June	1,16	1,18	1,19	1,20	1,20	1,20	1,20
July	1,17	1,19	1,20	1,21	1,21	1,20	1,19
August	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21	1,19	1,17
September	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15	1,13
October	1,21	1,20	1,18	1,15	1,13	1,11	1,09
November	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06
December	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04

Latitude Southern Hemisphere							
Date	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
January	1,17	1,19	1,20	1,21	1,21	1,20	1,19
February	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21	1,19	1,17
March	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15	1,13
April	1,21	1,20	1,18	1,15	1,13	1,11	1,09
May	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06
June	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04
July	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,05
August	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,10	1,07
September	1,24	1,23	1,21	1,19	1,17	1,14	1,11
October	1,22	1,23	1,23	1,22	1,20	1,18	1,15
November	1,19	1,20	1,21	1,21	1,21	1,20	1,19
December	1,16	1,18	1,19	1,20	1,20	1,20	1,20