

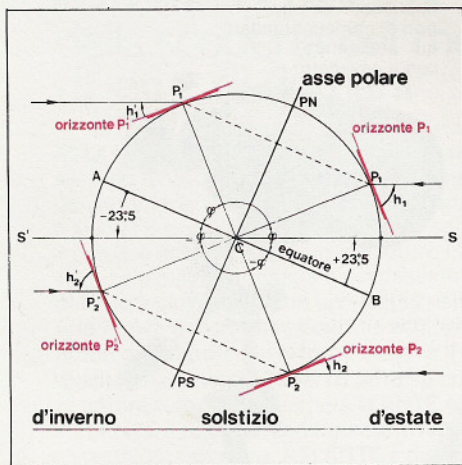
# I PERCORSI DEL SOLE

Variano con le stagioni e con la latitudine dell'osservatore.

Vincenzo Zappalà

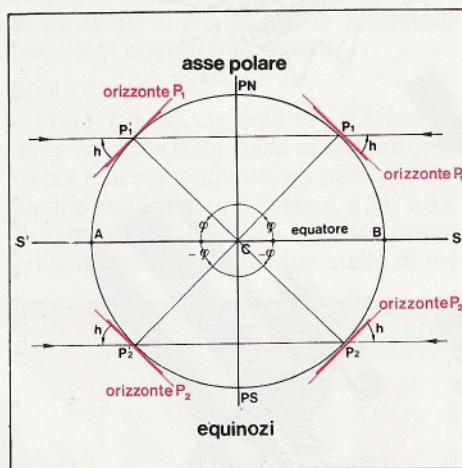
Quest'articolo fa seguito a quello relativo ai sistemi di coordinate astronomiche [v. *l'Astronomia n. 11, pag. 60*]. Come forse si ricorderà, avevamo chiuso quella chiacchierata con un piccolo esame e cioè chiedendo come il percorso giornaliero del Sole apparisse in particolari zone o punti del nostro globo: l'equatore, i tropici, i circoli polari e i poli. Prima di dare la risposta, per molti aspetti ovvia, ci sembra opportuno definire correttamente quelle particolari zone della Terra. Per far questo occorre considerare il moto di rivoluzione del nostro pianeta intorno al Sole.

Come tutti sanno esso avviene secondo un'orbita ellittica, avente il Sole in uno dei fuochi. L'eccentricità di tale orbita è inverosimilmente piccola (0,0167), per cui se ne deriva che la Terra varia la sua distanza dall'astro centrale da un valore massimo (afelio) di circa 152 milioni di chilometri a un valore minimo (perielio) di circa 147 milioni di chilometri. La differenza è praticamente insignificante, almeno per i nostri scopi attuali, e non può certo essere questa a procurarci la sensibile differenza di temperatura che esiste nei vari luoghi della Terra, nei diversi periodi dell'anno.



**Fig. 1** Configurazione della Terra rispetto al Sole nei giorni dei solstizi. Il piano della figura, contenente l'asse polare, è perpendicolare ai piani dell'equatore e dell'eclittica, le cui tracce sono AB e CS (CS'). Per due punti (P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>) di uguale latitudine è mostrato il variare dell'altezza del Sole il 21 giugno e il 21 dicembre.

Diciamo questo perché varie volte — purtroppo! — ci siamo sentiti fare la domanda: "è vero che d'estate fa più caldo perché il Sole è più vicino?". Ciò non solo non è vero, ma anzi proprio d'estate (ai primi di luglio) la Terra raggiunge il suo punto più lontano dal Sole! La distanza,

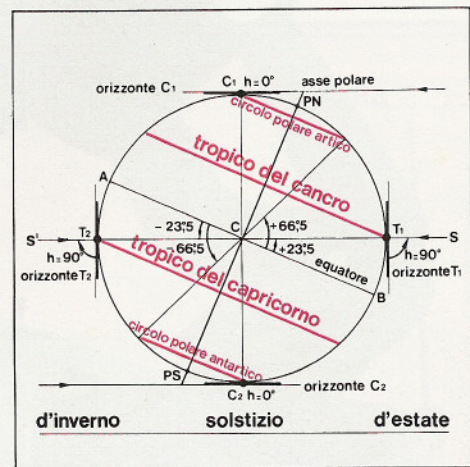


**Fig. 2** Configurazione della Terra rispetto al Sole nei giorni degli equinozi. Il piano della figura contiene l'asse polare ed è inclinato di 66°,5 rispetto al piano dell'eclittica. Le tracce dell'equatore e dell'eclittica sono coincidenti. Per i punti P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, di uguale latitudine, l'altezza del Sole è identica e non varia nei due equinozi.

perciò, non entra affatto nel discorso sulle stagioni, il vero artefice di esse è invece l'angolo che esiste tra il piano dell'equatore e il piano dell'eclittica; esso, come già detto la scorsa volta, vale circa 23°,5. Ma se l'angolo tra questi piani rimane costante, altrettanto non fa l'angolo tra l'asse polare e la congiungente Terra-Sole. Esso varierà tra 66°,5 (cioè 90°-23°,5) e 113°,5 (cioè 90°+23°,5), via via che il nostro pianeta si sposterà lungo la sua orbita. Immaginiamo ora di trovarci in un particolare giorno dell'anno, ed esattamente il 21 giugno. La configurazione della Terra rispetto al Sole è quella data in figura 1. L'asse polare PN-PS e la congiungente Terra-Sole (CS) giacciono su uno stesso piano (piano della figura) che in questo caso è perpendicolare a quello della eclittica, la cui traccia è appunto CS. Il piano

dell'equatore, che è anch'esso perpendicolare al piano della figura, lascia su quest'ultimo la traccia AB. Tra AB e CS (equatore ed eclittica) sussiste l'angolo sopraddetto di 23°,5.

Se consideriamo ora due punti del globo P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, aventi la stessa latitudine φ, a parte il segno (ossia equidistanti dall'equatore) possiamo vedere, a mezzogiorno, quanto alto sarà per essi il Sole rispetto all'orizzonte del luogo (in altre parole l'altezza h del Sole). Per P<sub>1</sub> si avrà h<sub>1</sub> ben maggiore di h<sub>2</sub> ottenuta per P<sub>2</sub>. Dopo 6 mesi circa, la posizione del Sole si porterà in S' e di nuovo a mezzogiorno gli angoli sopracitati diverranno h'<sub>1</sub> per P<sub>1</sub> e h'<sub>2</sub> per P<sub>2</sub>. Ma come si vede facilmente h'<sub>1</sub> = h<sub>2</sub> < h<sub>1</sub> e così pure h'<sub>2</sub> = h<sub>1</sub> > h<sub>2</sub>. Questo significa che per un certo luogo P<sub>1</sub> il Sole sarà più alto il 21 giugno che non sei mesi dopo (ovviamente sempre alla stessa ora!), mentre sarà vero il viceversa per il punto P<sub>2</sub>. La posizione con il Sole in S prende il nome di *solstizio d'estate*; si chiamerà invece *solstizio d'inverno* la posizione con il Sole in S'. Le posizioni intermedie tra queste due configurazioni si avranno circa 3 mesi prima e dopo. Tali situazioni sono rappresentate in figura 2 (si noti bene che in questo caso il piano della figura non è



**Fig. 3** Definizione grafica, mediante una configurazione simile a quella di figura 1, dei tropici e dei circoli polari.

perpendicolare al piano dell'eclittica, ma è inclinato rispetto ad esso di 66°,5). In tale configurazione, sia con l'osservatore in P<sub>1</sub> o in P<sub>2</sub>, e sia con il Sole in S o in S', l'altezza di quest'ultimo sarà sempre h, compresa tra h<sub>1</sub> e h'<sub>1</sub> (o tra h<sub>2</sub> e h'<sub>2</sub>). Siamo nei cosiddetti equinozi, di primavera tre mesi dopo il solstizio d'inverno, e di autunno tre mesi dopo il solstizio d'estate. Le parole solstizio ed equinozio derivano dal fatto che nel primo caso il Sole raggiunge in tale situazione la sua massima (o minima) altezza, per poi invertire, per così dire, la sua "rotta", mentre nel secon-

do caso la notte è uguale al dì in ciascun punto del globo. Ricordiamo inoltre che per l'emisfero nord la durata del dì andrà crescendo da 12 ore (il 21 marzo o equinozio di primavera) a un massimo (il 21 giugno o solstizio d'estate) per poi tornare a 12 ore l'equinozio successivo.

L'altezza del Sole sull'orizzonte e la durata del dì sono i due fattori che determinano la definizione di stagioni. Ovviamente più alto sarà il Sole, più a lungo starà sopra l'orizzonte e più caldo farà, indipendentemente dalla sua distanza dalla Terra. La figura 3 (simile alla figura 1) mette bene in evidenza alcune particolari zone del nostro pianeta, che si trovano in condizioni speciali nei giorni dei solstizi. Con il Sole in S, il punto T<sub>1</sub> avrà il Sole esattamente allo zenit; questo definisce sulla sfera terrestre un cerchio parallelo all'equatore al-

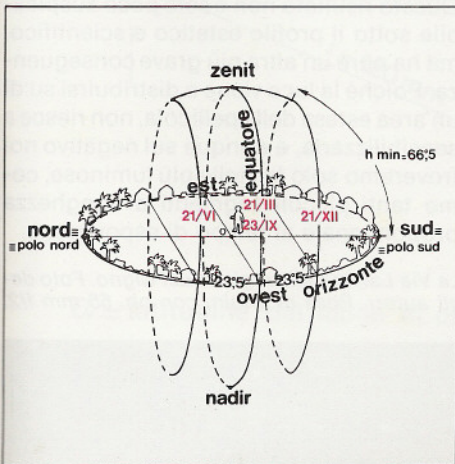


Fig. 4 Moto apparente del Sole per un osservatore posto all'equatore terrestre. La parte tratteggiata è la zona visibile di cielo occupata dal Sole durante l'arco dell'anno.

la latitudine  $+23^{\circ},5$ , chiamato *tropico del Cancro*, estrema zona nord in cui il Sole appunto può raggiungere lo zenit. Analogamente il punto T<sub>2</sub> definisce, il 21 dicembre, un cerchio simile, a  $-23^{\circ},5$  di latitudine, chiamato *tropico del Capricorno*. Nella fascia compresa tra i due tropici, detta *zona torrida*, il Sole si presenterà sempre almeno due volte allo zenit durante l'arco dell'anno, ed esattamente agli equinozi per osservatori posti sull'equatore.

Sempre il 21 giugno (Sole in S) il punto C<sub>1</sub> definisce un cerchio, detto *circolo polare artico*, a  $+66^{\circ},5$  di latitudine, al di sopra del quale non si vede tramontare il Sole durante tale giorno. Analogamente, nell'emisfero australe, C<sub>2</sub> definisce il cerchio al di sotto del quale non si vede sorgere il Sole durante lo stesso giorno ed è detto *circolo polare antartico*. La situazione si inverte completamente al solstizio d'inverno, con il Sole in S'.

Si può notare che per la calotta sferica a

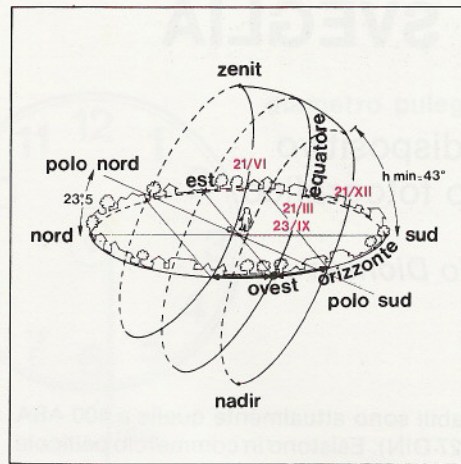


Fig. 5 Come la figura 4, per un osservatore posto al tropico del Cancro. I tropici sono linee immaginarie coincidenti con i paralleli  $23^{\circ},5$  N e  $23^{\circ},5$  S. Il tropico del Cancro passa nei pressi di L'Avana e di Calcutta; attraversa il Sahara e l'isola di Formosa.

nord del circolo polare artico e per quella a sud del circolo polare antartico, si avranno via via sempre più giorni senza che il Sole tramonti (o sorga), fino ad un massimo di sei mesi ai Poli.

Siamo ora in grado di rappresentare graficamente i percorsi giornalieri del Sole, in particolari zone, durante il corso dell'anno, utilizzando il 1° Sistema definito nell'articolo precedente.

Cominciamo con l'equatore (figura 4). Il moto apparente del Sole, durante un giorno, sarà per effetto della rotazione terrestre un cerchio parallelo all'equatore e quindi, per il nostro osservatore, sarà sempre perpendicolare all'orizzonte. Il Sole descriverà cerchi compresi tra  $90^{\circ}+23^{\circ},5$  e  $90^{\circ}-23^{\circ},5$  di azimut, mano a mano che si andrà dal 21 giugno al 21

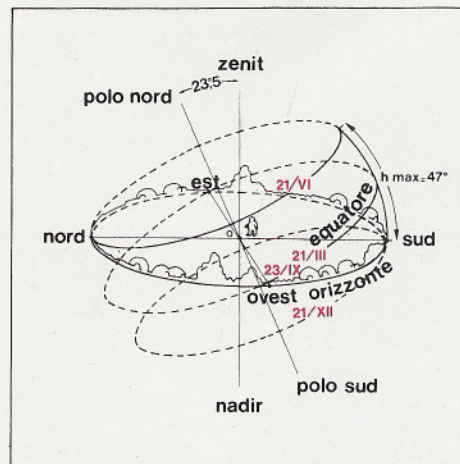


Fig. 6 Come la figura 4, per un osservatore posto al circolo polare artico. All'epoca del solstizio d'estate (21 giugno) il Sole illumina per 24 ore consecutive tutta la località posta a  $23^{\circ},5$  dal polo nord e non sorge per tutto un giorno nella località situata a  $23^{\circ},5$  dal polo sud (circolo polare antartico).

dicembre. Passerà allo zenit il 21 marzo e poi di nuovo il 23 settembre. Raggiungerà altezze minime di  $66^{\circ},5$ . Come si vede, all'equatore ha veramente poco senso il parlare di stagioni! Per un osservatore posto al tropico del Cancro (figura 5), l'equatore sarà inclinato di  $66^{\circ},5$  rispetto all'orizzonte (l'angolo tra il polo nord e l'orizzonte sarà il famoso  $23^{\circ},5$ ). Il Sole descriverà cerchi che andranno via via calando il loro punto di massima altezza a partire dal 21 giugno fino al 21 dicembre. Il 21 giugno, e soltanto in tale giorno, il Sole raggiungerà lo zenit. L'altezza minima, sei mesi dopo, sarà di  $43^{\circ}$ .

A nord del tropico del Cancro (e a sud del tropico del Capricorno) il Sole non potrà mai raggiungere lo zenit del luogo. Per un osservatore posto al circolo polare artico (figura 6), l'equatore sarà inclinato di  $23^{\circ},5$  rispetto all'orizzonte. Il 21 giugno il Sole raggiungerà la sua massima altezza di  $47^{\circ}$  e sarà sempre sopra l'orizzonte; il 21 dicembre non riuscirà invece a sorgere (altezza uguale a  $0^{\circ}$ ).

Infine per un osservatore posto al polo nord (figura 7), l'equatore celeste coinciderà con l'orizzonte, per cui il Sole si spo-

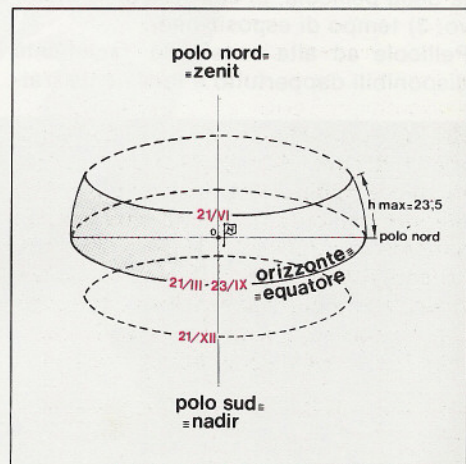


Fig. 7 Come la figura 4, per un osservatore posto al polo nord.

sterà giornalmente secondo cerchi paralleli all'orizzonte andando fino ad una altezza massima (il 21 giugno) di  $23^{\circ},5$ . Non tramonterà mai dal 21 marzo al 23 settembre e non sorgerà mai negli altri 6 mesi! Nei giorni degli equinozi si dovrebbe vedere teoricamente il Sole descrivere l'orizzonte per metà scoperto e per metà coperto; ciò in realtà non avviene per altri fenomeni, tipo la rifrazione, ma nondimeno ai poli vi sarà sempre tempo di farsi un lungo e saporito sonno senza essere disturbati dalla luce solare!

Tutte queste considerazioni restano analoghe, anche se invertite nei tempi, per il tropico del Capricorno, il circolo polare antartico e il polo sud. \*