

**IIS GREGORIO DA CATINO**  
**LICEO MATEMATICO**  
**Progetto “TRA CIELO E TERRA”**  
**LABORATORIO N 7**  
**Il giardino con le ore del Mondo**

***Scopo dell’esperienza***

Lo scopo è quello di realizzare alcuni orologi solari orizzontali ciascuno calcolato per una diversa città della Terra e posizionarli (cioè orientarli) nel giardino della scuola così che indichino, a Poggio Mirteto, l’ora della città cui ciascun orologio si riferisce.

La posizione di ciascun quadrante ci indicherà la direzione del piano dell’orizzonte nel luogo esso rappresentato. Gli stili di tutti gli orologi saranno paralleli poiché ciascuno è parallelo all’asse di rotazione della Terra.

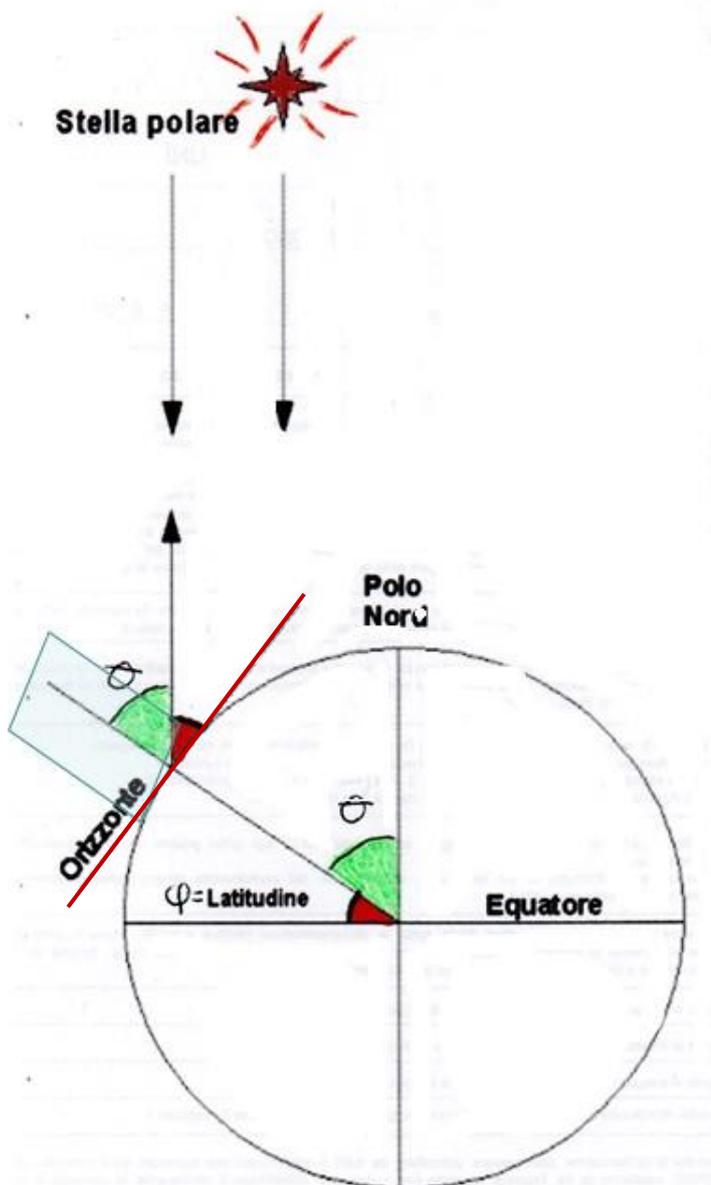
Le ore in ombra di ciascun quadrante corrispondono alle ore notturne della corrispondente città. L’ingresso dei raggi solari sul quadrante ci indicherà l’alba e l’arrivo dell’ombra ci indicherà il tramonto nella città rappresentata.

***Prerequisiti teorici***

Sono da considerarsi come prerequisiti tutti i concetti di base di astronomia e gnomonica illustrati nella presentazione “TRA CIELO E TERRA”; nozioni base di disegno geometrico ed ornato.

Di seguito sono riassunti alcuni prerequisiti di gnomonica.

## OROLOGI SOLARI ORIZZONTALI



L'orologio solare orizzontale giace sul piano dell'orizzonte (linea rossa in figura). Lo stilo polare è parallelo all'asse di rotazione della terra quindi giace sul piano meridiano e forma con il piano orizzontale un angolo uguale alla latitudine del luogo  $\varphi$  (cioè l'altezza della polare sull'orizzonte).

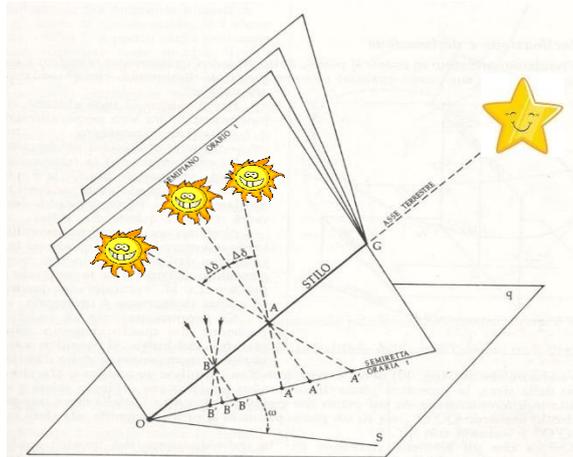


Figura 1

Orientando lo stilo in questo modo, nei diversi giorni dell'anno, alla stessa ora, trovandosi il sole sullo stesso **piano orario**, l'ombra dello stilo sarà più lunga o più corta ma cadrà sempre sulla stessa linea oraria (figura 1).

Nei giorni equinoziali, 21 Marzo e 23 Settembre l'ombra della punta dello stilo G, **alle ore 12**, cadrà esattamente in E, con l'angolo OGE di  $90^\circ$ , nel solstizio d'inverno cadrà nel punto  $E_i$  più lontano da O e nel solstizio d'estate cadrà nel punto  $E_e$  più vicino a O (figura 2).

Le caratteristiche comuni a tutti gli orologi solari orizzontali sono:

- Il quadro orizzontale è illuminato dall'alba al tramonto per tutto l'anno:
- un orologio solare orizzontale ha le linee orarie simmetriche rispetto alla linea meridiana (linea

- oraria delle ore 12) la quale giace sul meridiano locale (quindi nella direzione nord-sud geografico);
- le linee orarie si dispongono a raggiera dal centro O verso nord (poiché il sole passa a sud nel nostro emisfero), al contrario nell'emisfero Australe;
  - la proiezione ortogonale dello stilo sul piano dell'orologio coincide con la linea meridiana;
  - la linea oraria delle 6 e delle 18 è perpendicolare alla linea meridiana;
  - le linee orarie delle 4 e delle 5 sono simmetriche delle linee delle 8 e delle 7 rispetto alla linea delle 6, analogamente per le linee orarie delle 19 e delle 20 rispetto alla linea delle 18. Cioè, se il sole non tramontasse, (come al polo nord in estate), le linee orarie risulterebbero simmetriche anche rispetto alla linea delle ore 6-18.



Esempio  
orologio  
solare  
orizzontale

### ***Materiali occorrenti***

- Cartoncino da disegno liscio;
- Righe, squadre, goniometro, matite, gomma per cancellare;

- Calcolatrice;
- Tutto il necessario per l'individuazione della linea meridiana (esperienza n.2);
- Per ciascun quadrante; due piastre circolari di diametro 30 cm (preferibilmente) o quadrate di lato 30 cm di policarbonato trasparente spesso 0,5 cm, una lastra 15 cm X 8 cm di policarbonato opaco o colorato;
- Pennarelli indelebili, primer (fondo opalescente), colori adatti per il policarbonato;
- Silicone trasparente;
- Traforo e seghetti;
- Nastro di metallo sottile per la chiusura dei bordi degli orologi solari;
- Traforo (se non si dispone di una tagliatrice laser).

### ***Conduzione dell'esperienza***

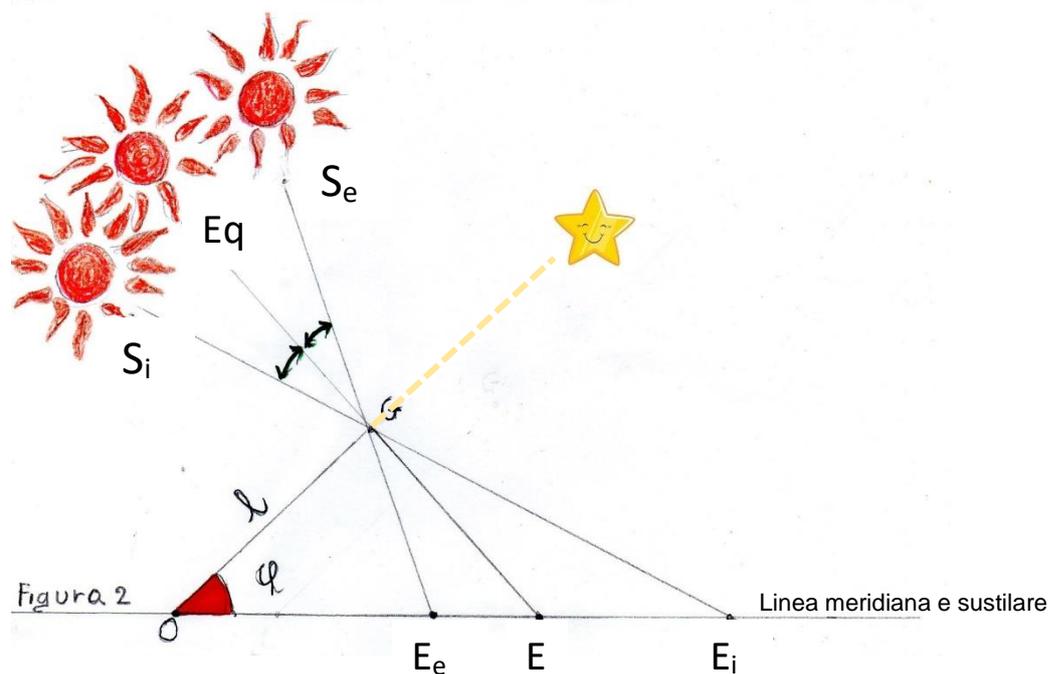
L'esperienza si realizza in due tempi:

1. Prima fase: disegno e realizzazione (a tavolino) dei quadranti solari per le diverse città del Mondo (circa 10 scelte dagli studenti insieme al docente di geografia);
2. Orientamento e posa in opera degli orologi solari nel giardino della scuola.

## Fase I

**Procedimento geometrico per disegnare un orologio solare orizzontale per una determinata latitudine  $\varphi$ .**

Seguendo il procedimento indicato, costruire un orologio solare orizzontale per diverse città del Mondo cioè calcolati per le diverse latitudini.



Determinare la latitudine del luogo (ad esempio con il GPS). Per stabilire la lunghezza  $l$  dello stilo polare rispetto al quadro bisogna considerare che la lunghezza dell'ombra dello stilo oscillerà tra  $OE_e$  e  $OE_i$  alle ore 12 (figura 2).

A Poggio Mirteto con latitudine  $42,27^\circ$  la lunghezza

dell'ombra agli equinozi sarà  $OE = l/\cos(42,27) = l(1,4)$  cioè circa una volta e mezza  $l$  (in generale  $l/\cos(\varphi)$ ) (ciò perché  $OGE$  è un angolo retto agli equinozi). Se vogliamo costruire orologi solari quadrati di lato 30 cm o circolari uguale diametro andrà bene uno stilo di lunghezza 12 cm.

Su un cartoncino disegnare il triangolo rettangolo  $OGE$  con  $OG = l = 12$  cm,  $OE = l/\cos(\varphi)$ , allora l'angolo in  $O$  sarà uguale alla latitudine  $\varphi = 42,27^\circ$  a Poggio Mirteto.

Su un foglio quadrato di lato almeno 30 cm disegnare: una retta  $o$ , detta orizzontale (linea oraria delle 6 e delle 18), parallela ad un lato del foglio a circa 4 cm da esso e la retta  $m$ , detta meridiana (o linea delle ore 12) ortogonale ad  $o$  passante per il punto medio del lato del foglio parallelo ad  $o$ . L'intersezione di  $m$  ed  $o$  si chiama  $O$  ed è il centro dell'orologio solare.

Disegnare poi:

1. Il punto  $E$ , sulla semiretta  $m$ , con la lunghezza del segmento  $OE$  precedentemente calcolato;
2. Il punto  $G'$  su  $m$ , dalla parte opposta di  $O$  rispetto ad  $E$  (vedere figura 3) tale che

$$G'E = GE$$

Per non creare confusione sul verso di rotazione delle linee orarie, proseguire il disegno lavorando

con i punti O E G' nell'ordine dall'alto verso il basso del foglio.

3. La retta **e** perpendicolare ad **m** passante per E, e quindi è parallela alla retta orizzontale delle 6-18. Tale retta è la linea EQUINOZIALE **e**;
4. La circonferenza con centro in G' e raggio G'E (detta circonferenza delle ore);
5. Con un goniometro centrato in G' con lo zero sulla meridiana **m** nella direzione sud segnare angoli di  $15^\circ$  sia in senso orario che in senso antiorario. Numerare con 12, 11, 10, 9...i punti da **m** in senso orario e con 12, 13, 14 15.. i punti da **m** in senso antiorario (al contrario nell'emisfero australe);
6. Tracciare le semirette uscenti da G' e passanti per gli estremi degli angoli disegnati nel precedente punto fino ad incontrare la retta **e** in altrettanti punti denominati con lo stesso numero dell'angolo corrispondente cioè 12, 11, 10...13, 14.. Se i punti relativi alle ore 16 e 17 oppure 4 e 5 cadessero fuori del quadro, si potrà risolvere il problema considerando che la linea delle 8 è simmetrica rispetto alla meridiana **m** della linea delle 16 e quella delle 7 è simmetrica rispetto a **m** della linea delle 17 oppure si potrà riportare comodamente il disegno su un foglio più grande sul quale sarà possibile disegnare senza problemi l'intera raggiera delle linee orarie uscenti da O.

7. Unire O con i punti numerati individuati sulla retta e. Si ottengono così le linee orarie dell'orologio. Le linee orarie delle 4 e 5 del mattino si possono ottenere prolungando le linee delle ore 16 e 17. Nella figura 3 il disegno riporta i numeri al "dritto" per un osservatore posto a nord dell'orologio così che la sua ombra non disturbi la lettura del quadrante. Questa scelta dipende dal gusto personale e dalla posizione del quadrante nel giardino.
8. Disegnare il triangolo stilare OGB come indicato nella figura 4. La posizione di B è arbitraria OB poggia sulla linea meridiana e OB determina la struttura portante dello stilo stesso

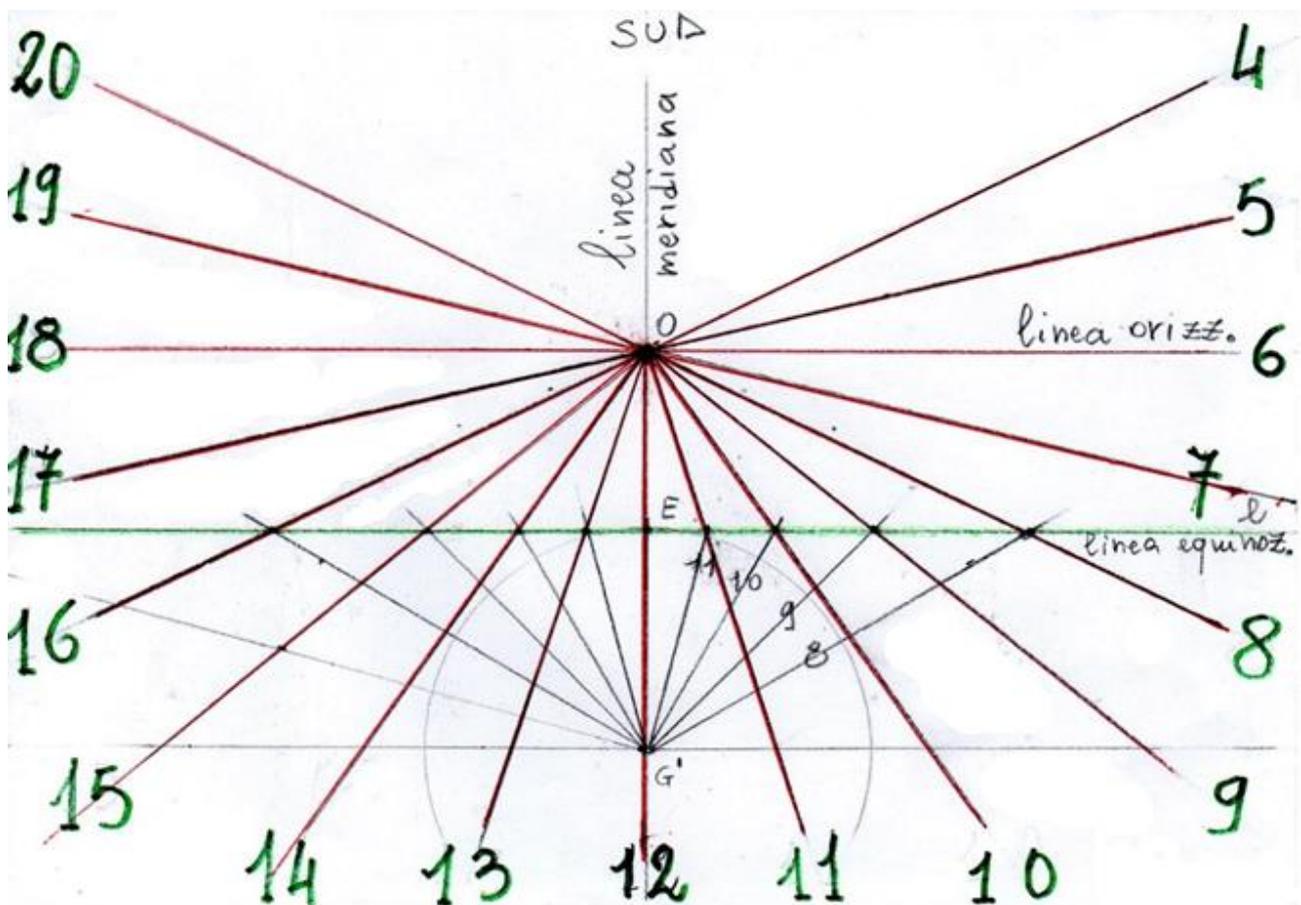
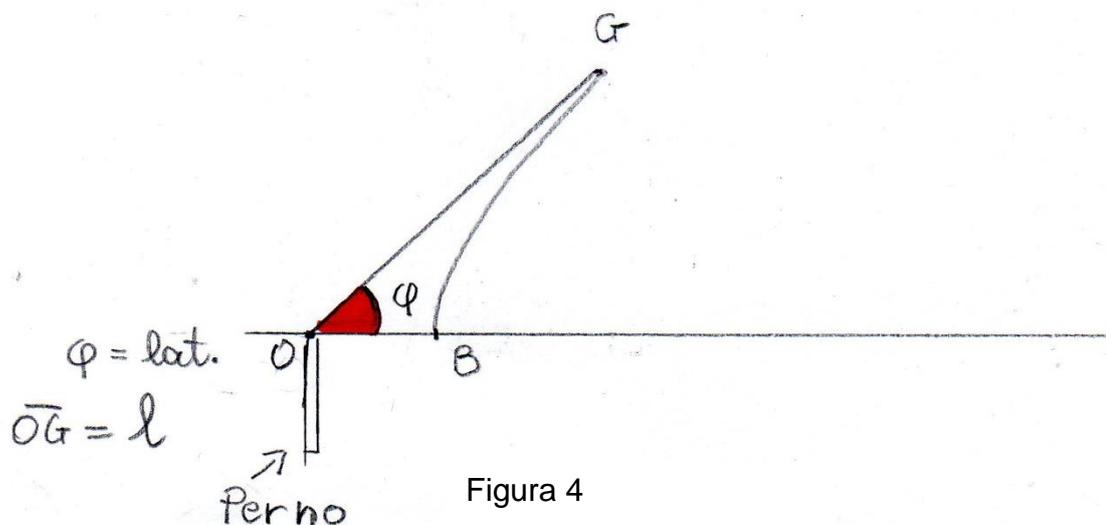


Figura 3



Riportare il disegno geometrico sul supporto di policarbonato e completarlo con gli ornamenti ed eventuali “motti” che sono caratteristici sugli orologi solari. Se il policarbonato ha forma circolare il centro dell’orologio è bene mantenerlo su un diametro, a cinque o sei cm dalla circonferenza, si tenga conto della parte ornamentale che è bene abbozzare prima sul foglio di carta. Si può comunque posizionare il disegno con il centro O, e quindi lo stilo, anche in modo asimmetrico ma si tenga però conto della leggibilità dell’ora sul quadrante.

Unire le due parti di policarbonato con un filo perimetrale di silicone e, una volta asciutto, sigillare con la striscia di metallo flessibile lo spessore delle due lastre di policarbonato.

Realizzare lo stilo definitivo ritagliando con un traforo la sagoma precedentemente costruita (figura 4) su una

lastra sottile di policarbonato opalescente o colorata (meglio se si dispone di una tagliatrice laser) Se si ha la possibilità lo stilo si può far costruire in metallo.

Praticare un foro in corrispondenza del punto O e inserire il piede dello stilo nel foro in modo che B giaccia sulla linea m. Sigillare il perimetro dello stilo con un filo di silicone.

## **Fase II Posizionamento dei quadranti.**

Sul piano orizzontale del giardino dove si vogliono posizionare i quadranti solari delle ore del mondo, segnare una line meridiana per ciascun orologio.

Posizionare, inizialmente, ciascun quadrante sul piano orizzontale e con la linea delle 12 sovrapposta alla linea meridiana; la punta dello stilo verso nord per i quadranti boreali, verso sud per i quadrante australi. Ruotare il quadrante intorno all'asse stilo di un angolo uguale alla variazione di longitudine tra la città rappresentata dal quadrante e il luogo di residenza dello stesso (Poggio Mirteto nel nostro caso). La rotazione va effettuata in senso orario se la longitudine della città rappresentata è più orientale del luogo di residenza, in senso antiorario in caso contrario. Non bisogna compiere alcuna rotazione se le città sono alla stessa latitudine.

Per riportare il piano del quadrante parallelo all'orizzonte della città di provenienza bisogna ora ruotare il quadrante intorno alla direzione est-ovest

sollevando la parte a sud di un angolo uguale alla differenza di latitudine se la latitudine è diminuita, sollevando a nord se la latitudine è aumentata.

Queste due operazioni corrispondono ad una traslazione, senza rotazioni del quadrante solare da una città ad un'altra e quindi l'orologio segnerà l'ora della città di provenienza.

Fissare i quadranti nella posizione così individuata. A tale scopo è comodo far costruire delle basi di marmo a forma di parallelepipedo non rettangolo (o cilindro) con la faccia verticale inclinata di un angolo pari alla differenza di latitudine tra le due città (o costruirle in muratura o ceramica). Sarà sufficiente poi incollare (va bene anche il silicone) il quadrante sulla faccia in alto e inclinata del supporto e lo stesso sul pino orizzontale.