

LABORATORIO DI GNOMONICA

Attività didattica a cura di:

Elena Giacobino – Responsabile Sezione Didattica

Daniele Del Gaudio, Barbara Fassetta, Renzo Rancoita – Operatori didattici

Ricerca iconografica: Annalisa Ribecchi, Isabella Riva

LA GNOMONICA

La Gnomonica è quel ramo dell'Astronomia e della Matematica che studia i principi degli orologi solari, comunemente detti "meridiane" o quadranti solari.

Perché un orologio solare oggi?

Perché ci interessano gli orologi solari, dal momento che viviamo nell'era dei cronometri atomici, precisissimi al punto di perdere solamente minute frazioni di tempo in migliaia di anni?

Fra le molte risposte, forse la principale è che la meridiana rappresenta un legame col nostro passato, con le vite contadine dei nostri avi legate dallo scorrere delle ore della giornata, scandite dal campanile e osservate sui quadranti solari lì disegnati.

Un orologio solare può essere un arredo per giardini privati e pubblici, per i muri di case semplici o di palazzi sfarzosi, e può assumere valore didattico se posto presso un edificio scolastico o pubblico.

Nelle meridiane convergono arte e scienza e per progettarle e realizzarle è indispensabile una buona esperienza. Un orologio solare deve funzionare perfettamente, deve cioè essere costruito seguendo giuste leggi astronomiche, deve essere appositamente calcolato per il luogo e per l'esposizione verso il punto cardinale a cui si affaccia.

Un po' di storia... ..

La gnomonica affonda le sue radici in un passato molto antico; i primi quadranti solari non sono stati neppure costruiti, ma semplicemente estrapolati da qualche configurazione naturale: un pendio ben esposto e percorso quotidianamente dall'ombra di un rilievo. Ancora oggi la tradizione popolare di svariate culture conserva l'uso di orologi solari naturali; in provincia di Cuneo per esempio, il monte Oriol (orologio) testimonia col suo nome la funzione che per secoli gli abitanti della Val Gesso gli hanno attribuito.

La nascita della gnomonica come arte va però correlata alla prima vera operazione creativa, e cioè probabilmente quella di infiggere un bastone nel suolo per produrre delle ombre artificiali e valutarne l'andamento nella giornata.

L'architettura monumentale dell'antichità, preistorica e storica si basava sulla concezione dello scorrere del tempo; il tempio di Salomone, le piramidi egizie o precolombiane erano tutte sapientemente orientate. La Bibbia stessa fa riferimento ad un altare in qualità di orologio solare.

L'Europa è cosparsa di monumenti preistorici come i "menhir" ed i "dolmen"; la più famosa di queste strutture è Stonehenge in Inghilterra la cui funzione astronomica era innanzi tutto quella di determinare con esattezza solstizi ed equinozi (calendario).

I culti solari dell'antico Egitto celebravano la gloria del Dio Ra con un repertorio vastissimo di opere gnomoniche come gli obelischi.

Agli stessi antichi Egizi dobbiamo il primo orologio solare conosciuto che risale al 1500 a.C. e di cui rimangono alcuni esemplari (un frammento è conservato al Museo Egizio di Torino).

I Greci ereditarono il patrimonio culturale dell'Egitto e della Mesopotamia ed in particolare la Gnomonica, l'Astronomia e la Geometria.

In mancanza di prove e testimonianze concrete, la storia della gnomonica è fatta soprattutto di supposizioni, congetture ed ipotesi, basate sull'interpretazione delle citazioni che ci giungono, quando si è fortunati di terza o quarta mano; la maggior parte degli storici antichi concordano però nell'attribuire ad Anassimandro di Mileto (610-546 a.C.) la costruzione del primo quadrante solare greco.

Nel III secolo a.C., con le guerre puniche, giunsero anche a Roma i primi quadranti. Come si sa, i Romani furono gli eredi della scienza greca, come, lo furono mille anni dopo i popoli arabi. Per questo la gnomonica, durante tutto l'Impero romano, fu niente altro che l'adozione di idee e teorie vecchie di secoli. Inoltre, un'altissima percentuale degli orologi di epoca romana rinvenuti negli scavi archeologici sono di provenienza greca o addirittura egizia. I Romani dopo le loro vittorie belliche erano soliti trafugare ogni cosa che potesse apparire bella per adornare una piazza, una fontana o una strada; si narra che, essi si ritrovarono a leggere per più di 100 anni le ore sbagliate su un orologio solare trafugato a Catania ed installato nel foro romano; l'orologio costruito per la latitudine di Catania non poteva funzionare per quella di Roma.

Nel 9 a.C. fu l'imperatore Ottaviano Augusto a fare costruire in Campo Marzio, un gigantesco quadrante solare orizzontale, utilizzando come gnomone un obelisco egizio. L'uso delle meridiane si diffuse progressivamente in tutti i domini dell'impero romano, fino al tempo della sua caduta.

Col declino dell'impero romano, la civiltà occidentale tracolla verso i secoli del medioevo e anche la gnomonica viene trascurata per sopravvivere quasi unicamente nelle abbazie e nei monasteri. Inoltre viene inventato l'orologio meccanico costituito sostanzialmente da un peso cadente che muove una serie di ingranaggi.

Per secoli in Europa non furono più costruiti quadranti solari di rilievo; nel frattempo i veri custodi e promotori del patrimonio gnomonico furono gli Arabi.

Dall'anno 1000 al 1300 riprende lentamente ma inesorabilmente il cammino delle Arti e delle Scienze verso il Rinascimento; il periodo di massimo splendore della gnomonica è da collocarsi tra il 1600 ed il 1800 quando divenne ormai un ramo della matematica e fu introdotta in quasi tutti i libri di scienze.

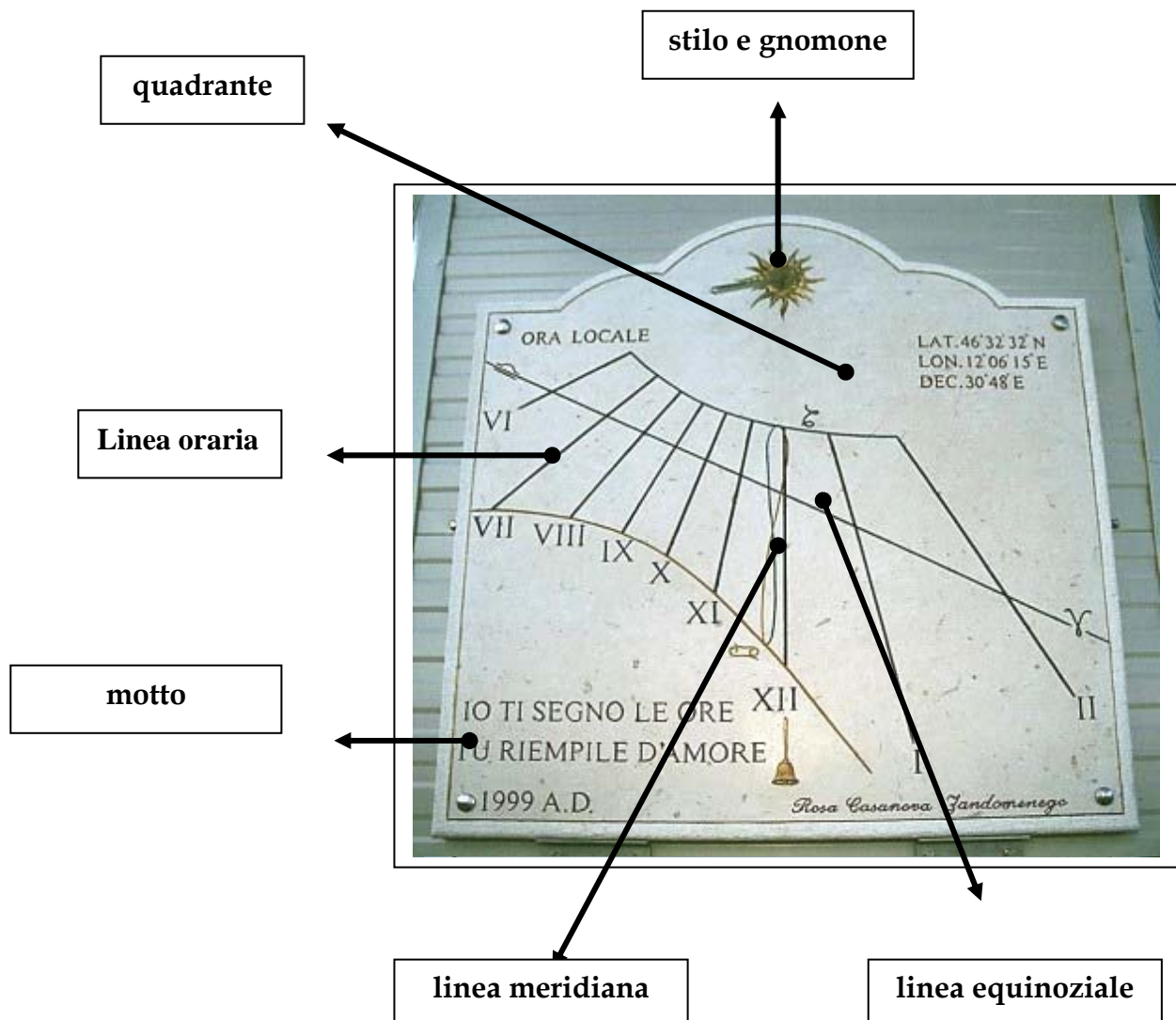
Nell'800 gli orologi meccanici prevalsero su quelli solari; le continue scoperte della fisica moderna e della tecnologia elettronica hanno definitivamente relegato la nobile scienza della gnomonica ad una passione di pochi.

COM'E' FATTA UNA MERIDIANA

L'orologio solare a cui noi comunemente diamo il nome di meridiana, in realtà dovrebbe essere chiamato **quadrante**; infatti è così che si definisce il piano su cui si disegnano le varie **linee orarie**. La **mediana o meridiana** non è che la principale di tali linee, cioè quella che indica le XII. L'ora segnata sulle meridiane corrisponde all'**ora astronomica o ora solare locale**, in quanto varia di città in città. Di essa parleremo più avanti, per adesso ci basti sapere che essa va indicata sul quadrante con i numeri romani.

A proiettare l'ombra sul quadrante è solitamente una bacchetta o un triangolo metallico. La bacchetta (o l'ipotenusa del triangolo) viene detta **stilo** e la sua punta terminale **gnomone**.

Spesso le meridiane non sono semplici orologi, ma vere e proprie opere d'arte, dipinte o scolpite in marmo o in pietra; esse segnano il trascorrere dei giorni e delle stagioni. Spesse volte sono riportati i **motti** cioè pensieri sul tempo che fanno riflettere sul significato dell'esistenza umana.



LA MERIDIANA ORIZZONTALE

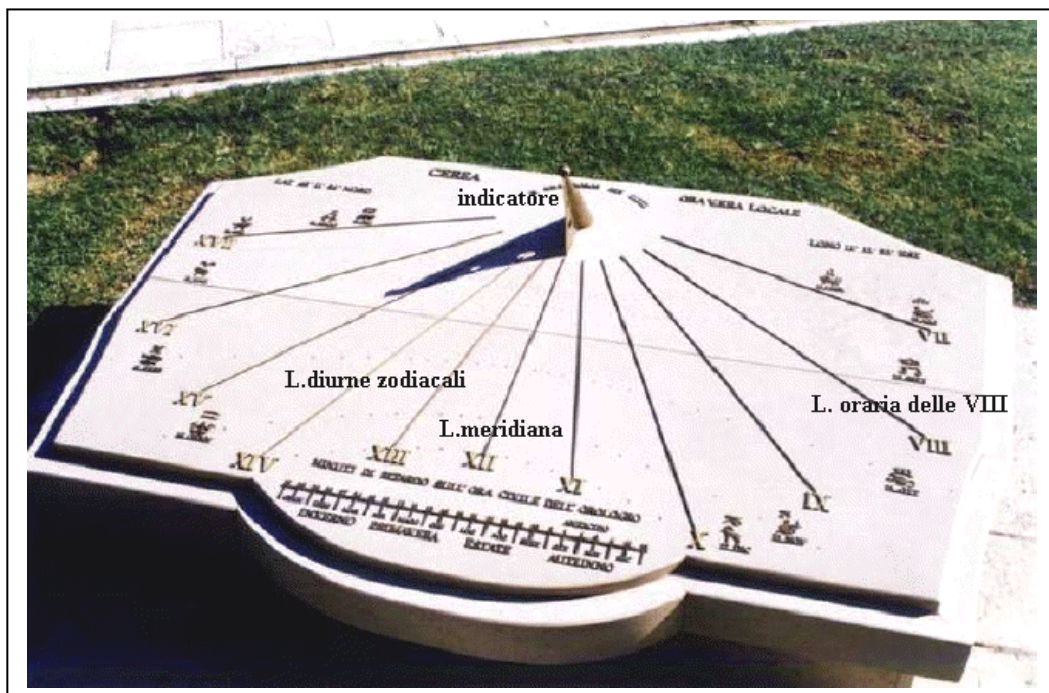
Esistono molti tipi di meridiane addirittura quella lunare. Qui noi tratteremo solamente quella orizzontale perché è la più importante didatticamente.

La meridiana orizzontale viene collocata solitamente sulle pavimentazioni delle piazze o nei parchi, e comunque sempre in spazi aperti, dove la luce solare non possa essere intercettata da ostacoli artificiali o naturali.

Il quadrante è posto sul piano orizzontale, la linea del mezzogiorno è orientata sul meridiano locale (proiezione linea N-S); l'inclinazione dello stilo è pari alla latitudine del luogo. Lo gnomone punta il Nord celeste. In questo modo alle XII, ora solare locale, lo stilo avrà il sole alle "spalle" e proietterà la sua ombra esattamente sulla linea meridiana che sarà rivolta verso il Nord terrestre; infatti l'ombra dello stilo verrà proiettata sempre dalla parte opposta a dove si trova il sole.

Quindi:

- quando il sole a mezzogiorno si trova a Sud, l'ombra dello stilo verrà proiettata a Nord sulla linea meridiana
- quando il sole al mattino si trova ad Est, l'ombra dello stilo verrà proiettata sul quadrante ad Ovest, dove ci sono le linee orarie mattutine
- quando il sole al pomeriggio si trova ad Ovest, l'ombra dello stilo verrà proiettata sul quadrante ad Est, dove ci sono le linee orarie pomeridiane



esempio di meridiana orizzontale

COME SI TROVA IL NORD

Abbiamo detto che nelle meridiane lo gnomone va sempre orientato a Nord. Ma come facciamo a sapere da che parte è il Nord? Certo se abbiamo una bussola basta seguire la direzione dell'ago magnetico, prestando attenzione alla presenza di corpi ferromagnetici che falsano la misura. Se non disponiamo di questo strumento il problema si complica.

Ecco qui di seguito alcuni semplici metodi per trovare il Nord.

ORIENTAMENTO DELL'OMBRA CON IL METODO DEL BASTONCINO

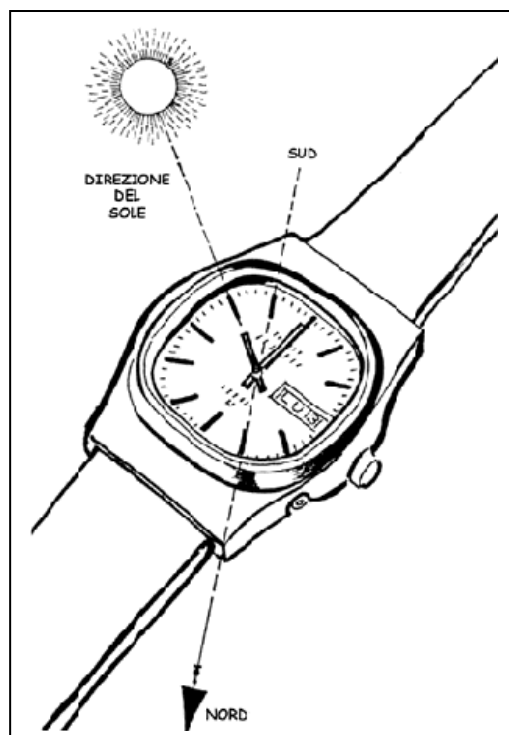
Si pone un bastoncino in maniera perpendicolare al terreno e si misura l'ombra. Quando questa raggiunge il valore minimo siamo a mezzogiorno. Prolungando l'ombra si ha la proiezione della linea N-S.

ORIENTAMENTO CON L'OROLOGIO

Tenendo orizzontale l'orologio, ruotarlo fino a quando la lancetta delle ore punti verso il sole. La bisettrice dell'angolo formato dalla lancetta delle ore e le 12 indica il Sud. Il Nord si troverà sul prolungamento della bisettrice dalla parte opposta.

N.B. 1: la bisettrice di un angolo è la linea che taglia l'angolo in due parti uguali.

N.B. 2: durante il periodo in cui vige l'ora legale, ricordarsi di spostare le lancette un'ora indietro.



ORIENTAMENTO CON LA STELLA POLARE



Nell'emisfero Settentrionale il Nord è indicato dalla Stella Polare. Essa è l'ultimo astro dell'Orsa Minore, una costellazione difficile da vedere ad occhio nudo per via della poca luminosità delle sue stelle e soprattutto per l'inquinamento luminoso. A questo problema si può ovviare cercando in una notte serena l'Orsa Maggiore, più luminosa e ben visibile in ogni momento dell'anno perché è una delle costellazioni circumpolari. Prolungando 4-5 volte la distanza tra le ultime due stelle dell'Orsa Maggiore si riesce ad individuare con precisione la Stella Polare e quindi il Nord.

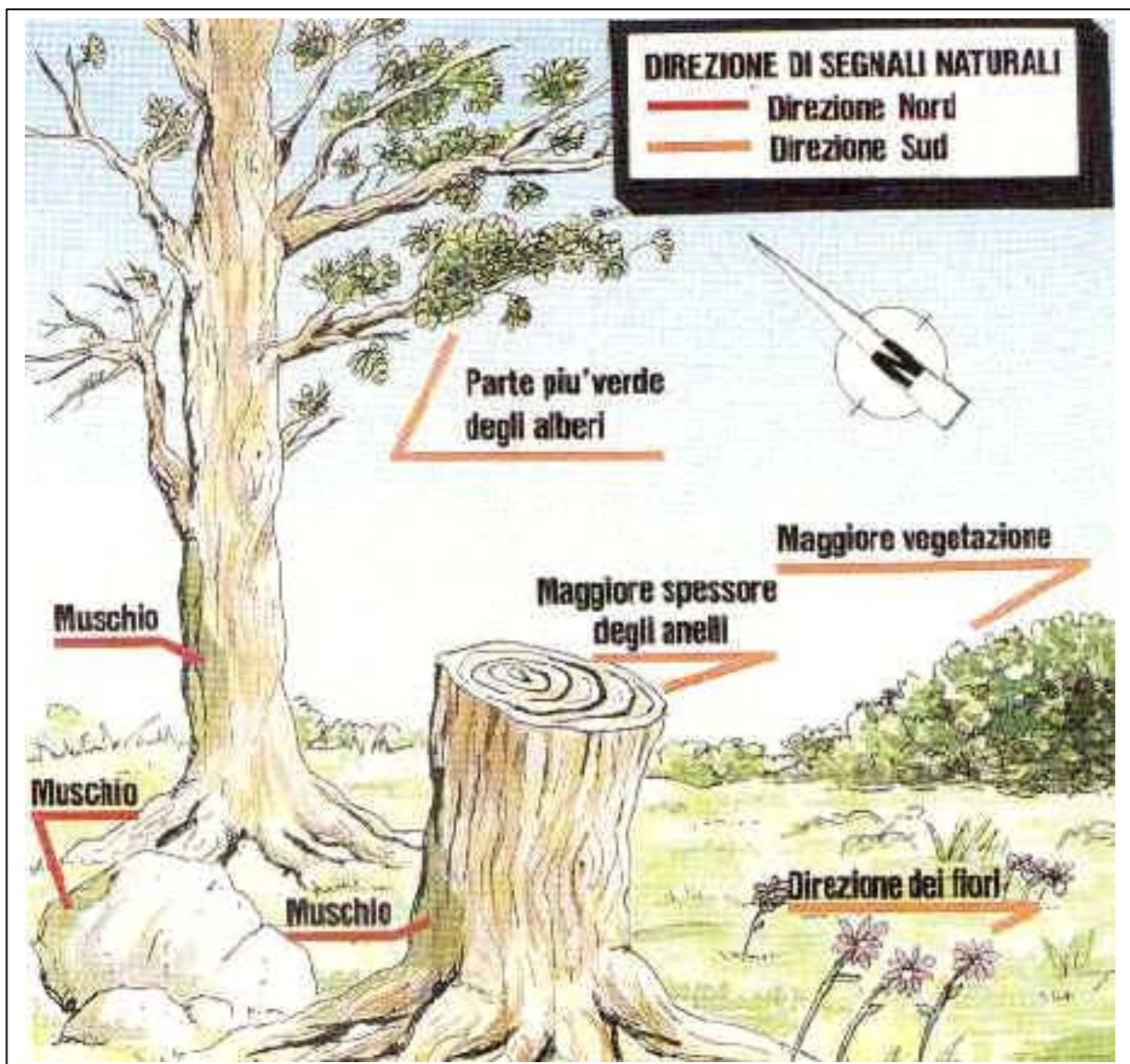
N.B.: La Stella Polare ha un'altezza sopra l'orizzonte pari alla latitudine del posto. Per esempio a Torino, che si trova a Lat. 45° N, la Stella Polare è a 45° gradi sopra l'orizzonte. Questa regola determina anche l'inclinazione dello stilo: infatti lo gnomone, che come abbiamo detto è rivolto a Nord, deve puntare proprio la Stella Polare. Ciò spiega come mai lo stilo è più o meno inclinato nelle meridiane di tutto il mondo e come mai a Torino e dintorni è sempre inclinato a 45° ... un angolo fortunato come vedremo!

ALTRI METODI DI ORIENTAMENTO

A volte, in mancanza d'altro, può essere opportuno osservare attentamente il paesaggio naturale che ci circonda. Certo questi metodi non ci permetteranno di orientare in maniera corretta una meridiana, ma almeno sapremo tornare a casa prima di cena!

Ricordarsi sempre che:

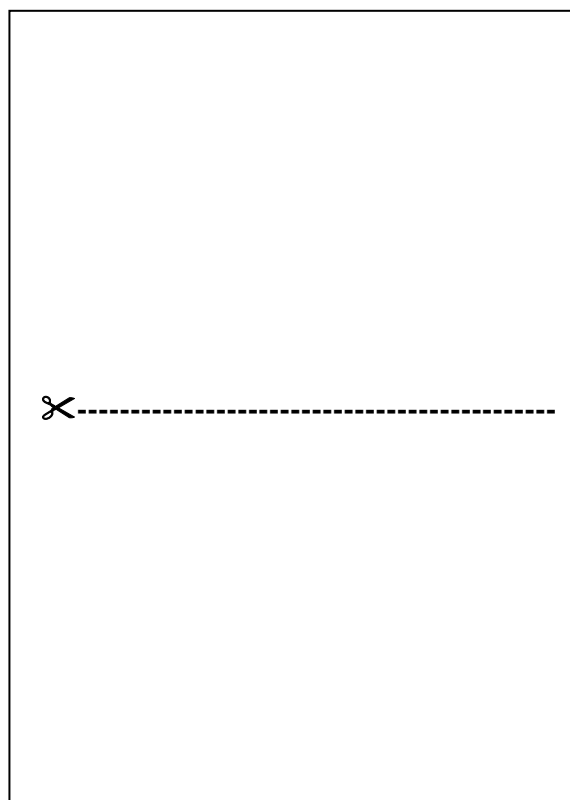
- la corteccia degli alberi e le rocce hanno la parte rivolta a Nord generalmente coperta di muschio
- il ceppo di un albero abbattuto presenta anelli di accrescimento più ampi a Sud
- il fogliame degli alberi e la vegetazione in genere sono più folti a Sud
- la neve si scioglie più velocemente verso la parte esposta a Sud



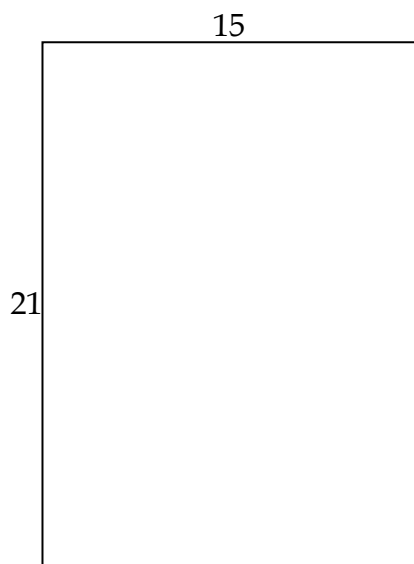
COSTRUIAMO UNA MERIDIANA ORIZZONTALE

Qui di seguito vi proponiamo di costruire una semplice meridiana orizzontale. Per portarla a termine sono necessari solo materiali che sicuramente avete a casa o facili da reperire.

1 - PRENDETE UN FOGLIO A4 E TAGLIATELO IN 2 PARTI UGUALI COME NELLA FIGURA

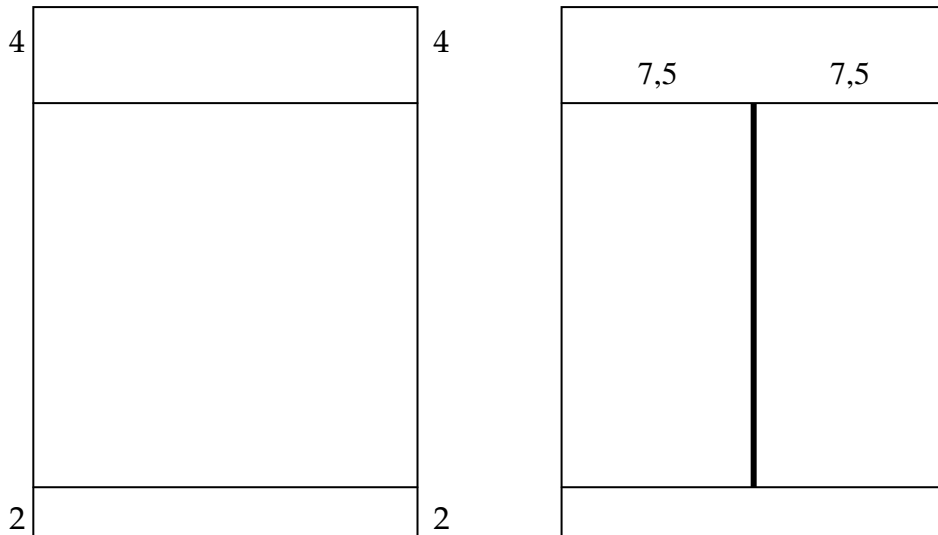


Le dimensioni del foglio così ottenuto saranno di circa 15 x 21 cm.



2 - TRACCIATE DUE LINEE ORIZZONTALI MOLTO SOTTILI, UNA A 4 cm. DAL BORDO SUPERIORE DEL FOGLIO E UNA A 2 cm. DAL BORDO INFERIORE.

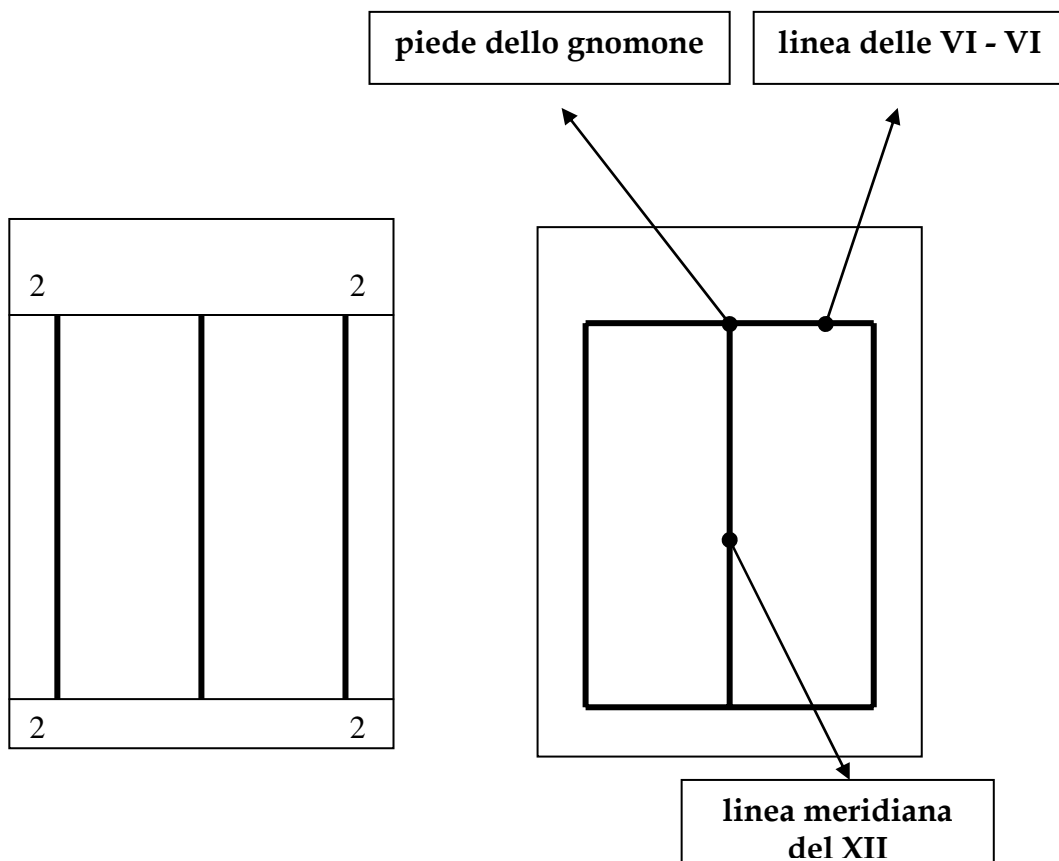
3 - TRACCIATE UNA LINEA VERTICALE PIU' SPESSA CHE UNISCA LE DUE ORIZZONTALI E TAGLI A META' IL FOGLIO (CIRCA 7,5 cm DAI BORDI)



4 - TRACCIATE ALTRE DUE LINEE VERTICALI SPESSE A 2 cm. DAI BORDI

5 - CANCELLATE I 4 "ANGOLINI" DELLE LINEE ORIZZONTALI.

6. RICALCATE LA CORNICE INTERNA.



La linea orizzontale superiore è anche detta **linea delle VI - VI**.

La linea verticale centrale è invece la **meridiana del XII**.

Il punto d'incontro tra le due linee viene definito **piede dello gnomone**, perché da esso parte lo stilo che punta circa verso la Stella Polare.

7- PRENDETE UN GONIOMETRO E CENTRATELO NEL PIEDE DELLO GNOMONE

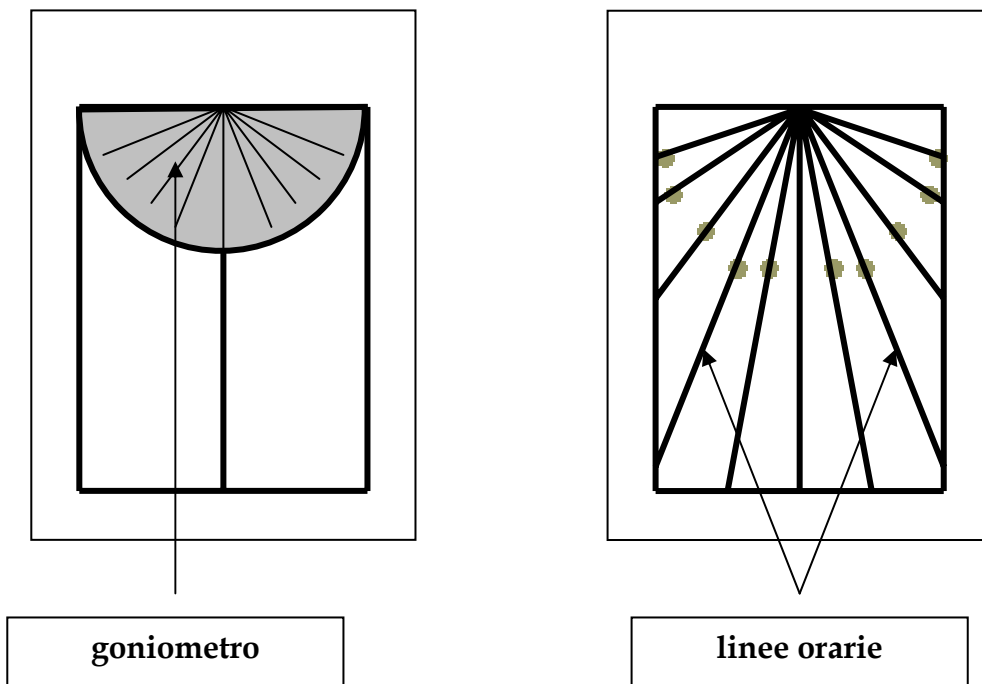
8 - SEGNATE DEI PUNTI CON LA MATITA SIA A DESTRA CHE A SINISTRA DELLA LINEA MERIDIANA, IN CORRISPONDENZA DEI SEGUENTI ANGOLI:

11° - 22° - 35° - 51° - 69°

N.B. : Questi angoli sono quelli giusti per le meridiane costruite a 45°N, quindi per Torino e dintorni. Al variare della latitudine variano anche gli angoli delle linee orarie.

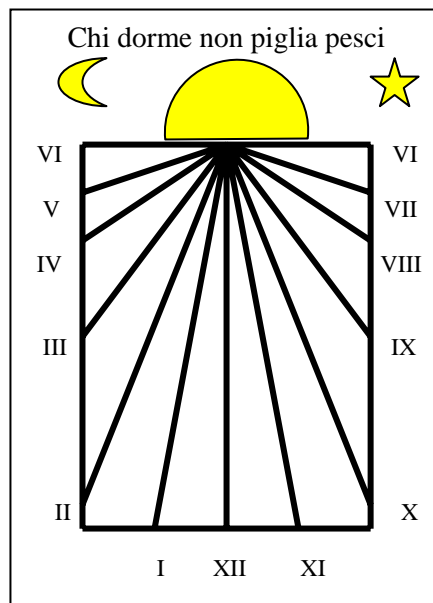
9 - PARTENDO DAL PIEDE DELLO GNOMONE TRACCIATE DELLE LINEE CHE PASSINO PER I PUNTI TROVATI E RAGGIUNGANO LA CORNICE DELLA MERIDIANA

Queste sono le altre **linee orarie**.



10 - IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI IN CUI LE LINEE TOCCANO LA CORNICE, SEGNATE CON NUMERI ROMANI LE VARIE ORE DEL GIORNO. SULLA DESTRA DELLA MERIDIANA QUELLE DEL MATTINO, SULLA SINISTRA QUELLE DEL POMERIGGIO (COME NELLA FIGURA)

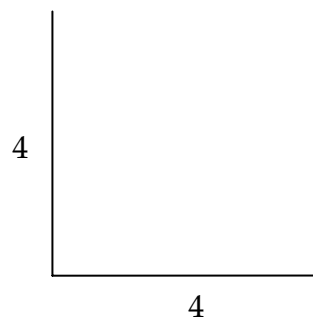
11 - SOPRA LA LINEA DELLE VI-VI LA MERIDIANA PUO' ESSERE ABBELLITA DISEGNANDO UN SOLE E RIPORTANDO UNA FRASE CELEBRE SUL TEMPO



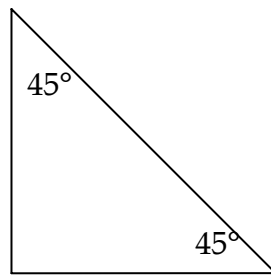
N. B. Le ore segnate sulla nostra meridiana rispecchiano l'ora astronomica, che dipende dalla longitudine del posto, e quindi non corrisponderanno mai a ciò che leggeremo sul nostro orologio. Per capire di quanto è sfasata tale ora astronomica dovrete avere ancora un po' di pazienza!

Ora costruiamo lo stilo, possibilmente con materiale rigido (cartoncino, cartone, ...)

1 - TRACCIATE SUL CARTONCINO DUE LINEE PERPENDICOLARI LUNGHE 4 cm.



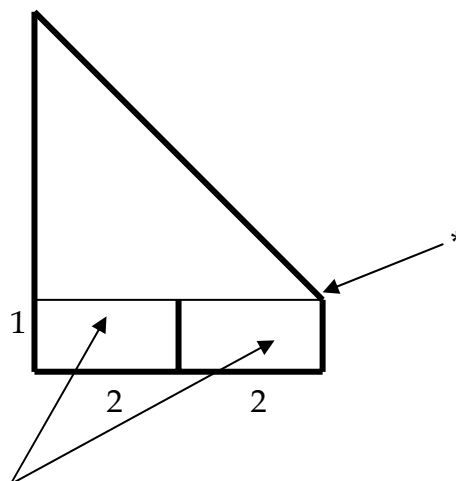
2 - UNITE I DUE ESTREMI LIBERI CON UNA DIAGONALE: OTTERRETE COSI' UN TRIANGOLO RETTANGOLO ISOSCELE



Questo triangolo a due angoli di 45° e quindi, se correttamente orientato, punterà verso la Stella Polare.

3 - COSTRUIRE SU UNO DEI DUE CATETI UN RETTANGOLO DI ALTEZZA 1 cm. E DIVIDETE QUESTO RETTANGOLO IN DUE PARTI UGUALI

4 - RITAGLIATE LE PARTI IN GRASSETTO



5 - PIEGATE LE DUE "ALUCCE" UNA IN UN SENSO E L'ALTRA NELL'ALTRO

6 - METTETE UN PO' DI COLLA SOTTO LE "ALUCCE" E INCOLLATE IL TRIANGOLO SULLA LINEA MERIDIANA IN MODO CHE IL PUNTO INDICATO DALL'ASTERISCO COMBACI CON IL PIEDE DELLO GNOMONE

**AVETE ESEGUITO PUNTO PER PUNTO LA SPIEGAZIONE?
BRAVI!!! LA VOSTRA MERIDIANA ORIZZONTALE E' PRONTA.**



I MOTTI DELLE MERIDIANE



Vi proponiamo qui di seguito una serie di motti famosi riportati su altrettante famose meridiane; potete sceglierne uno per l'orologio solare che costruirete o dare spazio alla vostra fantasia.....

- *Tu sol passi, non che io che immobile sono*
- *Sono pur figlia del sol, sebben son ombra*
- *Il tempo è il tesoro della vita, fa tesoro d'ogni istante*
- *Sol omnibus lucet*
- *Fugit irreparabilis tempus*
- *La vita fugge e non s'arresta un'ora*
- *Cogli l'attimo che fugge*
- *L'ombra è come la tua vita*
- *Di ferro è lo stilo, d'oro il tempo*
- *Nasco all'alba, muoio al tramonto*
- *Ombra fugace dalla luce uscita, misuro i passi del sol, all'uom la vita*
- *Senza il sol nulla son io*
- *Torna il sole non il tempo*
- *Che io segni sempre per voi ore liete*
- *Temo e bramo l'ultima ombra*
- *Senza rotelle, senza ritocchi, se il sol mi tocca l'ora ti do*
- *Come scorre la mia ombra, così scorre la tua vita*
- *A Dio appartiene il tempo mio*
- *Per gli amici qualunque ora*
- *Il sole segna il ritmo della tua vita*
- *Segno solo le ore liete*
- *Se il sol mi guarda, le ore ti mostro*
- *Senza il sole taccio*
- *Con noi tramonta una volta per sempre la breve giornata*
- *La mia ombra è la vostra luce*
- *Ogni giorno rinasco*
- *Guardando che ora è pensa alla morte e tienti pronto*
- *Scorrono lente le ore ai tristi, veloci a chi gioisce*

Siete sicuri di avere capito il significato di tutte queste frasi? Alcune sono allegre, altre molto più tristi ma sono comunque il frutto della sensibilità dei popoli verso l'inesorabile trascorrere del tempo.

Prova ad interpretare assieme ai tuoi compagni qualche motto e se proprio non ci riuscite puoi farne un argomento di discussione con i tuoi insegnanti.....

Per costruire la nostra meridiana abbiamo utilizzato alcuni termini che devono essere spiegati meglio, come latitudine e longitudine. Ora che la meridiana è finita possiamo concentrarci meglio!

LA LATITUDINE E I PARALLELI

La Terra è divisa in due emisferi da una circonferenza immaginaria chiamata **equatore**. Quello settentrionale è detto **emisfero boreale**, quello meridionale **emisfero australe**.

L'equatore è anche il parallelo di riferimento (latitudine 0)

I **paralleli** si chiamano così perché sono circonferenze parallele all'equatore che diventano via via più piccole man mano che ci si sposta verso i poli.

La **latitudine** di una località è la distanza angolare tra il luogo e l'equatore.

I paralleli variano da 0° (equatore) a 90° (**poli**) di latitudine. Diventa quindi sempre indispensabile specificare se la latitudine calcolata sia Nord o Sud.

Torino si trova a 45°N, per cui è esattamente a metà strada tra l'equatore e il Polo Nord.

I paralleli dividono il mondo in cinque zone:

- **torrida**: tra il Tropic del Cancro (23,5°N) e il Tropic del Capricorno (23,5°S): è la zona in cui almeno una volta l'anno abbiamo il sole allo zenith (90°) a mezzogiorno;
- **due temperate**: tra il Tropic del Cancro e il Circolo Polare Artico (66,5°N) e tra il Tropic del Capricorno e il Circolo Polare Antartico (66,5°S): è la zona in cui il sole sorge ogni giorno, ma non riesce mai a raggiungere lo zenith;
- **due glaciali o polari**: tra il Circolo Polare Artico e il Polo Nord e tra il Circolo Polare Antartico e il Polo Sud: è la zona in cui almeno una volta l'anno il sole non sorge e almeno una volta l'anno non tramonta.

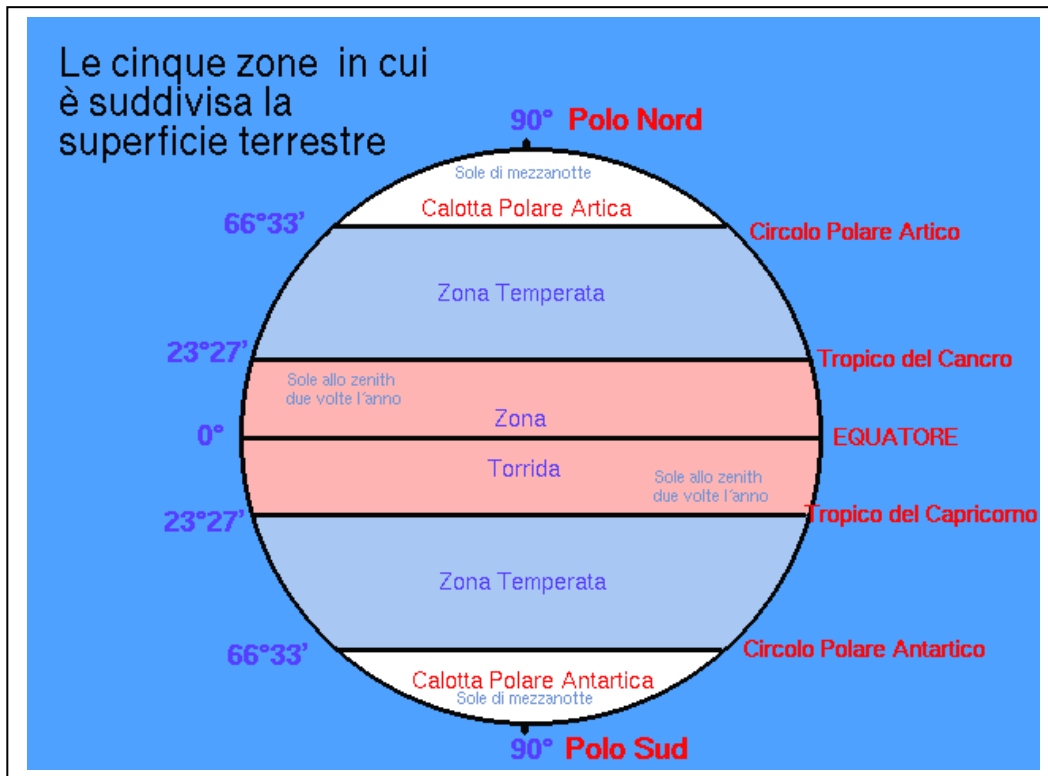
LA LONGITUDINE E I MERIDIANI

I **meridiani** sono semicirconferenze che uniscono il Polo Nord e il Polo Sud. Il **meridiano** di riferimento è quello di **Greenwich**, che passa nei pressi di Londra.

La **longitudine** di una località è la distanza angolare tra il luogo e il meridiano di Greenwich

I meridiani variano da 0° (Greenwich) a 180° (**meridiano del cambiamento di data**) di longitudine. Anche in questo caso è indispensabile precisare se tale longitudine sia Est o Ovest.

Torino si trova a circa 7,5°E, esattamente a metà strada tra Greenwich ed Etna, il cui osservatorio dà l'ora a tutto il nostro fuso orario. Questo spiega come mai tra l'ora civile invernale (o ora solare) segnata dai nostri orologi e l'ora solare locale di Torino ci sia uno sfasamento di mezz'ora, che diventa un'ora e mezza con l'ora civile estiva (o ora legale).



le zone della Terra

i meridiani e i paralleli

IL MOTO DI ROTAZIONE TERRESTRE

Quando diciamo che la meridiana funziona grazie allo spostamento del Sole da Est ad Ovest nel corso della giornata, ovviamente ci riferiamo ad un moto apparente; infatti è la Terra che si muove girando su se stessa in senso antiorario (cioè da Ovest ad Est). Questo movimento avviene attorno ad un'asse di rotazione inclinato di $23,5^\circ$ e passante per i poli. Il moto di rotazione determina l'**alternanza del dì e della notte** e la durata del giorno, che è di circa 24 ore.

Benché oggi sia un dato scontato, nei secoli passati il moto di rotazione terrestre fu messo in discussione, quando non addirittura bollato come eresia. La visione dell'universo era geocentrica, cioè il nostro pianeta stava immobile al centro di tutto e l'intero universo ruotava attorno ad esso, Sole compreso.

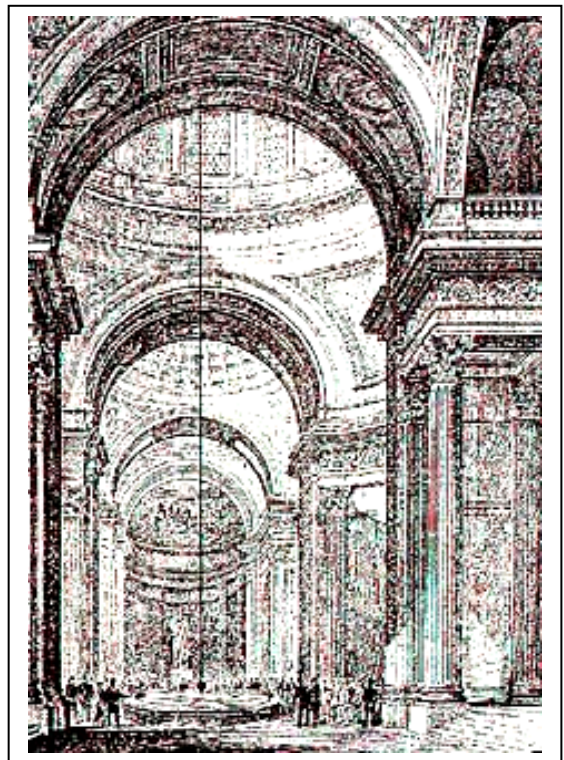
La prima dimostrazione chiara del moto di rotazione terrestre venne eseguita dal fisico francese **Leon Foucault** nel 1851.

Nel marzo del 1851 Foucault installò un pendolo lungo 67 metri nel **Pantheon di Parigi**. Da un foro posto nella boccia terminale fuoriusciva sabbia che si depositava sul pavimento.

Secondo il senso comune, la sabbia avrebbe dovuto disporsi lungo una linea retta, ma dopo 24 ore si era distribuita sull'intero pavimento.

Foucault ne dedusse che, non avendo potuto ruotare il pendolo, doveva averlo fatto il Pantheon e cioè la Terra.

Per comodità tuttavia, possiamo continuare a dire che il Sole inizia il suo cammino ad Est per terminarlo ad Ovest (anche se questo è esatto solo negli equinozi), e che dovendo fare 360° , cioè il giro della Terra, in 24 ore, si sposta ad una velocità angolare di 15° all'ora.



Il Pendolo di Foucault

IL MOTO DI RIVOLUZIONE TERRESTRE

Il moto di rivoluzione e l'inclinazione dell'asse terrestre sono responsabili dell'**alternanza delle stagioni**.

Quante volte abbiamo detto che il sole è più basso d'inverno e più alto d'estate?

In realtà anche in questo caso è la Terra che si muove dando l'illusione di un moto apparente della nostra stella.

Il moto di rotazione di per sé non basterebbe a spiegare le stagioni. Se la Terra girasse su se stessa, ma non intorno al Sole, il dì e la notte avrebbero sempre la stessa lunghezza; invece ruotando anche intorno al Sole con asse di rotazione inclinato in modo

quasi costante, la Terra occupa posizioni diverse nei suoi confronti; ciò permette alle varie zone del pianeta di essere colpite dalla luce più o meno a lungo.

Nel suo cammino intorno al Sole la Terra tocca quattro punti fondamentali:

- 1- **il solstizio d'estate (21 giugno)**
- 2- **l'equinozio d'autunno (23 settembre)**
- 3- **il solstizio d'inverno (22 dicembre)**
- 4- **l'equinozio di primavera (21 marzo)**

Negli equinozi la durata del dì e della notte è uguale in ogni luogo: 12 ore di luce e 12 di buio. Il Sole sorge esattamente ad Est e tramonta esattamente ad Ovest.

Nel solstizio estivo abbiamo il dì più lungo nell'emisfero boreale e quello più corto nell'emisfero australe. Da noi il Sole sorge verso Nord-Est e tramonta verso Nord-Ovest, compiendo sopra l'orizzonte un tragitto più ampio.

Nel solstizio d'inverno avviene esattamente il contrario. Da noi il Sole sorge verso Sud-Est e tramonta verso Sud-Ovest, compiendo sopra l'orizzonte un tragitto più breve.

La durata del moto di rivoluzione terrestre è di 365 giorni e 6 ore circa, questo comporta l'istituzione degli anni bisestili ogni 4 anni.

La dimostrazione del moto di rivoluzione terrestre, forma ellittica dell'orbita ed inclinazione dell'asse terrestre, è esplicitata dalla **lemniscata**. E' possibile disegnare empiricamente questa curva a forma di otto fotografando il Sole sempre alla stessa ora nella maggior parte dei giorni dell'anno.

Essa è dovuta a leggeri sfasamenti, che a loro volta dipendono da accelerazioni e rallentamenti che la terra ha avvicinandosi o allontanandosi dal Sole. Come tutti sappiamo infatti l'orbita terrestre, l'**eclittica**, è a forma di ellisse e non di circonferenza. Il punto più lontano della Terra dal Sole è detto **afelio** (152 milioni di km), quello più vicino **perielio** (147 milioni di km).

Approfondimenti:

Utilizzando lo stesso metodo spiegato nelle pagine precedenti per realizzare la meridiana orizzontale ad ore astronomiche o francesi, si può costruire la meridiana ad ore civili invernali utilizzando la tabella sottostante:

Ora	Angolo
7	79°
8	60°
9	43°
10	28°
11	16°
12	5°
XII	0°
13	6°
14	17°
15	29°
16	43°
17	60°
18	80°

Gli angoli sono calcolati per Torino e dintorni. Durante il periodo primavera-estate bisogna aggiungere una ora.

L'orologio solare segna esattamente l'ora del nostro orologio nei giorni 16 aprile, 15 giugno, 1 settembre, 25 dicembre.