

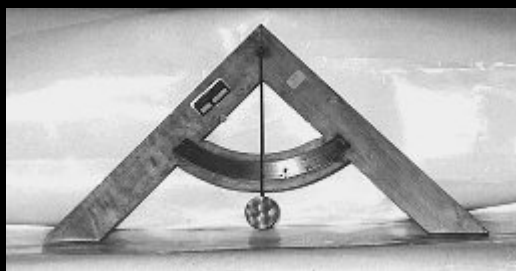


# IL RILEVAMENTO ARCHITETTONICO

## Storia (I parte)

Parleremo ora di storia del rilevamento architettonico, non tanto per ripercorrerne cronologicamente le vicende e gli esiti, quanto per descrivere i principali strumenti utilizzati. Vedremo infatti come gli strumenti in uso fin dall'antichità, pur se rudimentali nella loro realizzazione, applicano concetti e principi generali universalmente validi e alla base del funzionamento di strumenti ben più sofisticati.

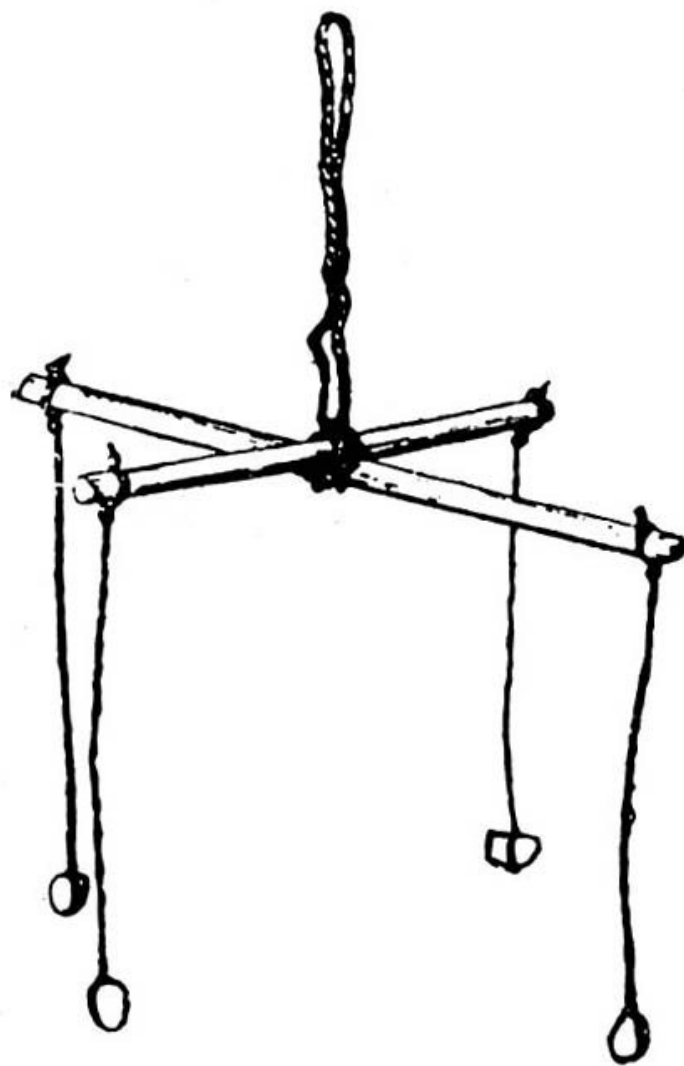
La civiltà mesopotamica è la prima a offrire testimonianze interessanti dal punto di vista della rappresentazione di città e porzioni di territorio, ma anche per quanto riguarda l'uso di strumenti per la misura e il rilievo. Fra questi possiamo citare l'*empan*, una sorta di metro rigido corrispondente al piede babilonese, e l'*archipendolo*. L'*archipendolo* (o *archipenzolo*) consiste in due aste (di legno o di metallo) disposte ad angolo retto, fissate in corrispondenza e del punto di incontro e ulteriormente rafforzate tramite un'altra asta. Dal vertice dell'angolo retto partiva un filo a piombo. Lo strumento serviva per tracciare allineamenti.



Archipendolo realizzato all'inizio del XX secolo

L'Egitto è il luogo in cui sono state elaborate le principali conoscenze geometriche poi diffuse nel mondo occidentale. In particolare, l'elaborazione e l'applicazione delle cognizioni legate al disegno, alla pittura, all'architettura e all'agrimensura erano affidate a una classe legata al mondo sacerdotale. Nell'area della Valle del Nilo, continuamente soggetta a inondazioni, il ruolo dei topografi-agrimensori era fondamentale per assicurare una corretta ridistribuzione delle proprietà una volta che le acque si erano ritirate.

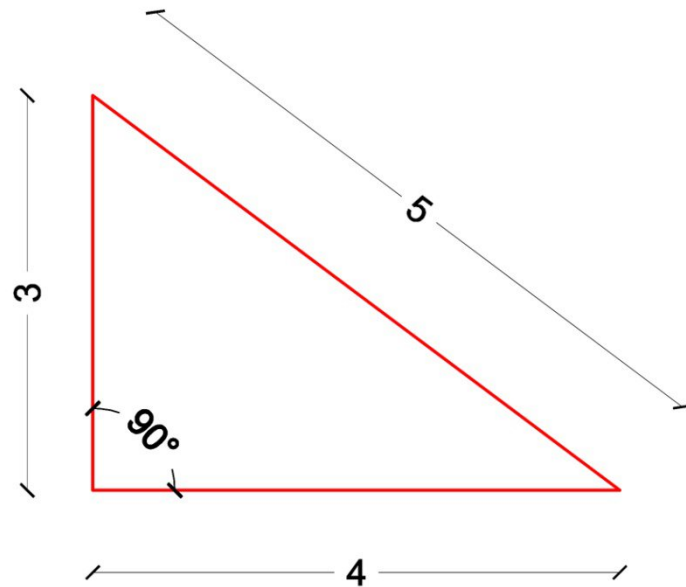
La civiltà egiziana ci ha lasciato numerosi documenti in cui sono riportate informazioni inerenti operazioni agrimensorie (*Papiro di Mosca, Papiro di Tebtunis, Papiro Ayer, Papiro di Lilla*). Al XV secolo a.C. risale un regolo di legno rivestito d'oro, corrispondente al un cubito reale, che il faraone Amenophi donò all'architetto Ka-ye (nella cui tomba, fra l'altro, è stato rinvenuto un piccolo livello ad acqua conservato al Museo Egizio di Torino).



Groma Egiziana

La strumentazione in uso nel rilievo e nella progettazione, pure se rudimentale, non ha impedito la realizzazione di architetture imponenti e pressoché perfette dal punto di vista dimensionale, proporzionale e costruttivo (basti pensare alle piramidi). La strumentazione comprendeva il compasso, il filo a piombo e la corda a nodi equidistanti per tracciare il triangolo "magico" e, quindi, verificare l'esistenza di un angolo pari a  $90^\circ$ . In base al Teorema di Pitagora (Pitagora si formò per venti anni in Egitto e lì apprese il teorema che comunemente gli viene attribuito), il quadrato costruito sull'ipotenusa di un triangolo rettangolo è uguale alla somma dei quadrati costruiti sui cateti.

Se disegniamo un triangolo i cui lati sono 3, 4 e 5, esso sarà necessariamente rettangolo (infatti  $3^2+4^2=5^2$ ). Quindi, disponendo di una corda lunga 25 unità con nodi a ogni unità, potremo definire facilmente un triangolo rettangolo e, con esso, verificare l'ortogonalità di angoli esistenti o imporre l'ortogonalità in fase di tracciamento o di costruzione.

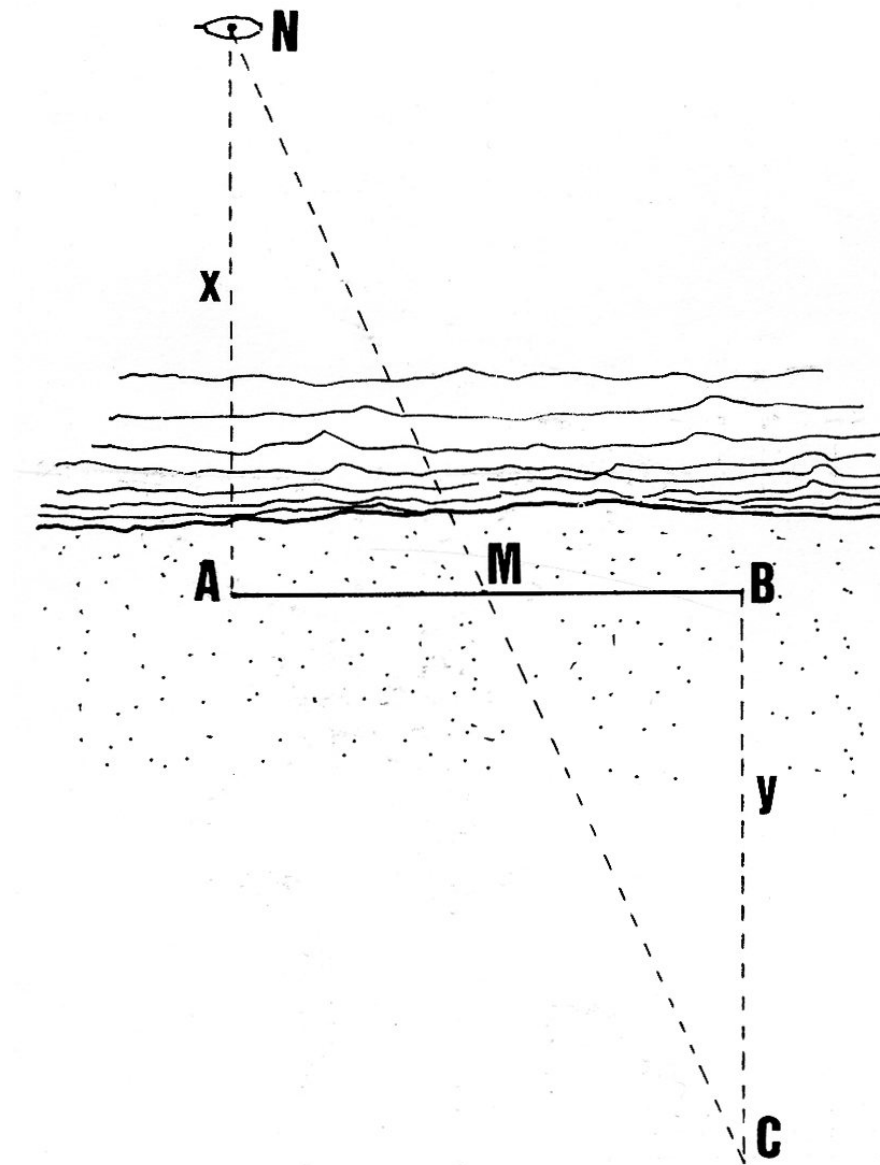


Schema 3-4-5

La cultura greca, strettamente connessa a quella egizia, è più ricca di testimonianze. Eudemo, biografo di Talete di Mileto (VII-VI secolo a.C.) descrive un metodo per calcolare le distanze con cui poter ricavare, ad esempio, la distanza intercorrente fra una nave e la costa.

Il metodo presuppone di tracciare una linea base A-B, di individuare il punto medio M e di costruire due triangoli rettangoli e opposti traggiati tra la nave N, il punto M un punto C posto sul terreno. Grazie al principio dei triangoli uguali, è possibile determinare con sufficiente approssimazione la distanza della nave dalla riva. Infatti AN (non misurabile) sarà uguale a BC (misurabile).





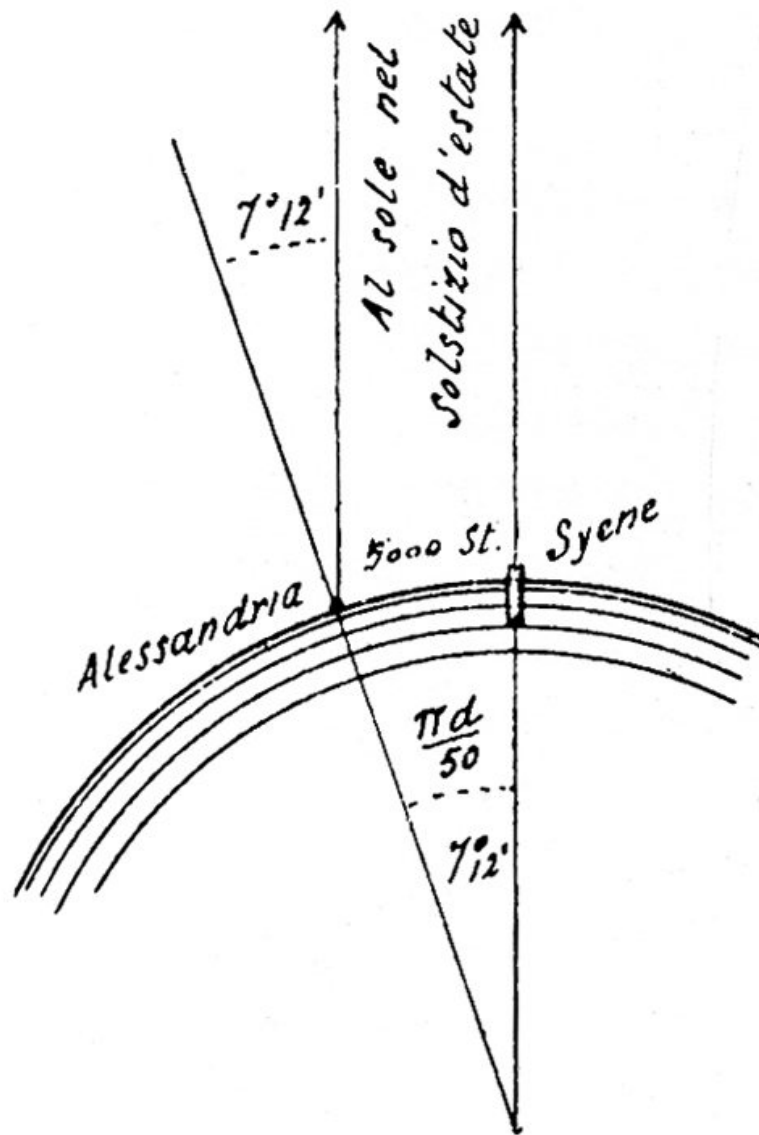
Schema per la determinazione della distanza di una nave dalla costa secondo il metodo di Talete da Mileto

Sempre a Talete di Mileto, Plutarco attribuisce un metodo per calcolare l'altezza delle piramidi (o, in generale, di un qualsiasi oggetto).

Il metodo consiste nel fissare sul terreno un'asta in modo che la sua ombra sia coincidente con l'estremità dell'ombra della piramide. Con una semplice proporzione ( $\text{base ombra} : \text{base piramide} = h_{\text{ombra}} : h_{\text{piramide}}$ ) sarà possibile calcolare il termine ignoto, ossia l'altezza della piramide.

Eratostene (III-II secolo) effettuò il calcolo del perimetro terrestre misurando l'angolazione esistente fra Syene (città posta sul Tropico del Cancro e, quindi, in cui al solstizio d'estate il sole è allo zenit) e Alessandria servendosi della *scafe*.

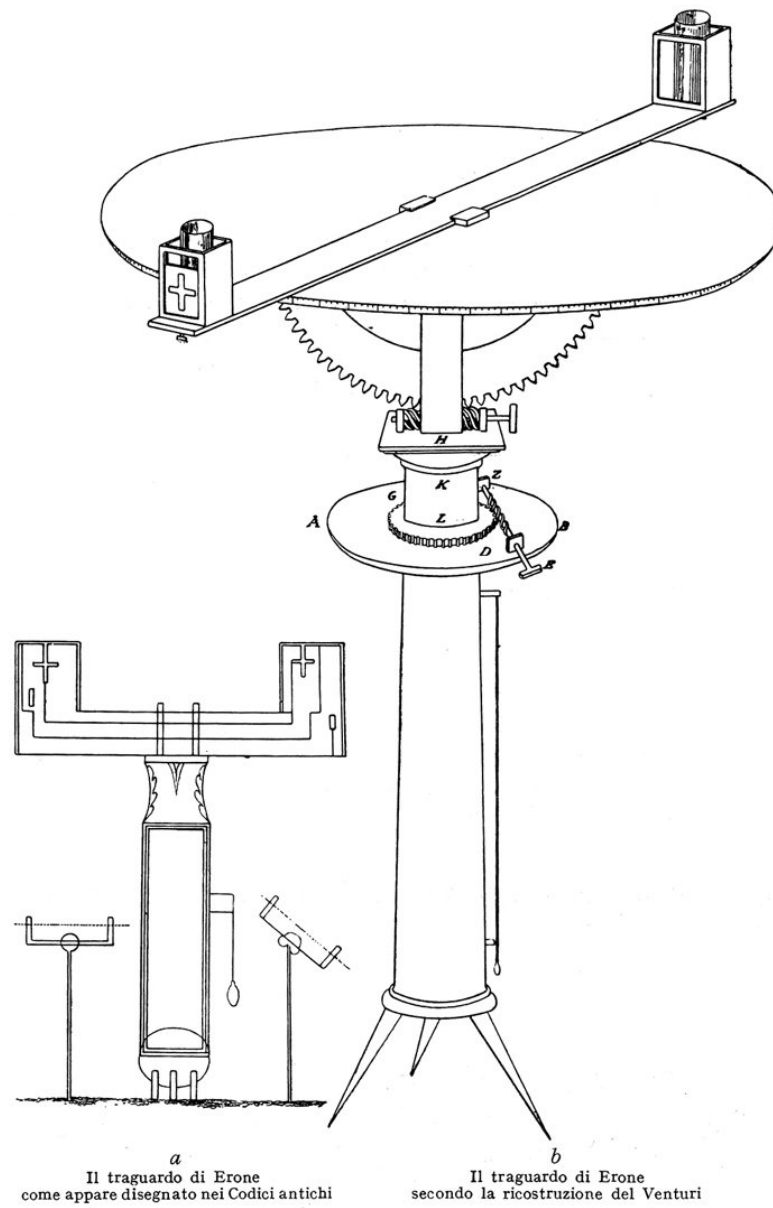
La *scafe* è uno strumento consistente in una sfera semigraduata sul fondo con uno stilo infisso al centro. Essa veniva usata per le misurazioni in modo che lo stilo fosse posto verticalmente rispetto a un piano orizzontale. Misurando nello stesso istante (a mezzogiorno del 21 giugno) la differenza di inclinazione del sole fra Syene e Alessandria, e conoscendo la distanza fra le due città (5000 stadi), Eratostene ha potuto calcolare con sufficiente approssimazione la circonferenza terrestre.



Schema del calcolo per la misurazione della circonferenza terrestre da parte di Eratostene

Nel II secolo a.C. operò Erone di Alessandria, che scrisse un'opera sulla *diottra* e inventò, secondo la tradizione, un *traguardo* col quale potevano essere effettuate diversi tipi di misurazioni.

La diottra era uno strumento per determinare allineamenti rettilinei. Consiste in un'alidada con due mirini (uno fisso e uno mobile). La diottra è stata usata, con alcune modifiche fino al secolo XIX. Il traguardo di Erone è una diottra più complessa, che con l'aggiunta o l'asportazione di alcune parti consentiva numerose operazioni: effettuare la misura di angoli orizzontali e verticali; senza alidada, permetteva di tracciare curve sul terreno; con un tubo riempito d'acqua, permetteva di effettuare livellazioni. Lo strumento era sostenuto da un'asta dotata di filo a piombo.



Ipotesi ricostruttiva della diottra di Erone (Venturi, 1814)

Con l'epoca romana nasce una vera e propria figura professionale autonoma, destinata ad occuparsi esclusivamente dei problemi inerenti la cartografia e l'agrimensura. Gli agrimensori romani erano organizzati in corporazioni che curavano sia gli aspetti teorici della disciplina che quelli pratici. Gli agrimensori erano suddivisi in otto sottocategorie, che dimostrano l'elevato livello di specializzazione: *ensor agrarius*, *ensor aedificiorum*, *ensor machinarius*, *ensor frumentarius*, *ensor ripariensis*, *ensor navicularius*, *ensor castrensis*, *ensor cereris augustae*. La elevatissima qualità dei loro lavori è testimoniata, ad esempio, dalla celebre pianta marmorea *Forma Urbis Romae*.

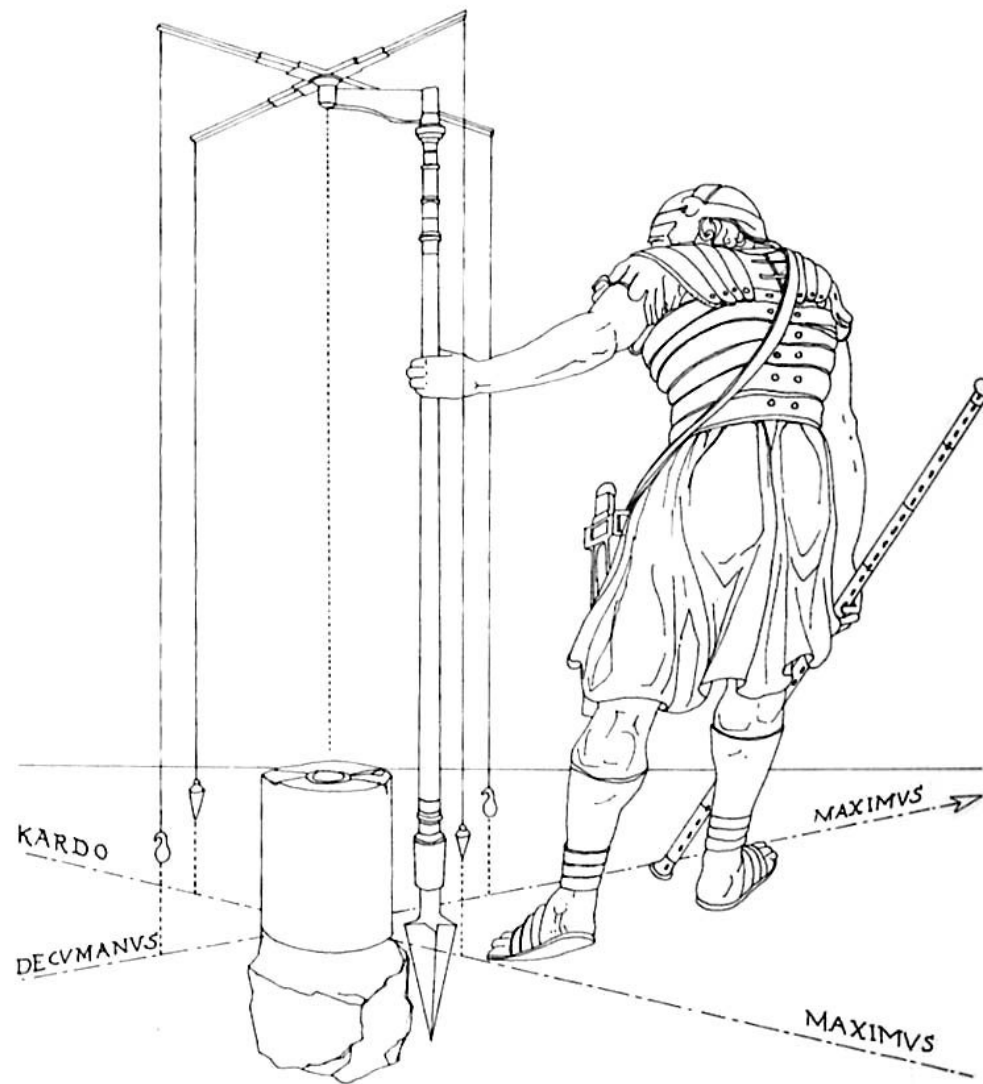


Un frammento della Forma Urbis Romae, pianta marmorea di Roma risalente al III secolo d.C.



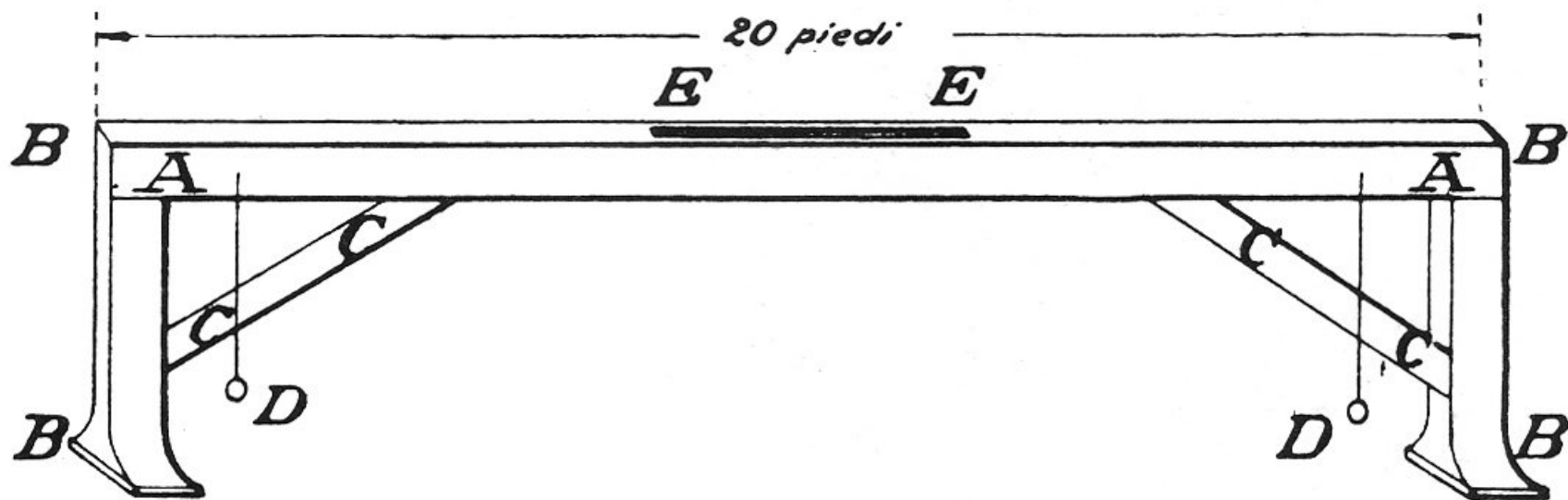
Gli strumenti più utilizzati in epoca romana, oltre ai già citati compasso, squadra, filo a piombo, diottra e archipendolo, erano la *groma*, il *corobate*, la *lychnia*, lo *gnomone* e la *decempeda* (canna lunga 10 piedi).

Strumento per eccellenza degli agrimensori romani (chiamati anche *gromatici*), la groma serviva essenzialmente per tracciare allineamenti ortogonali rispetto a una direzione prestabilita. Consisteva in un bastone di sostegno (*ferramentum*) che poteva essere infisso nel terreno; sulla sommità si inseriva una mensola sporgente (*unbilicus soli*), alla cui estremità si poneva la groma vera e propria. Essa consisteva in una croce a bracci ortogonali, lunghi 1,5 piedi cadauno, dalle cui estremità pendevano quattro contrappesi di bronzo sorretti da fili.



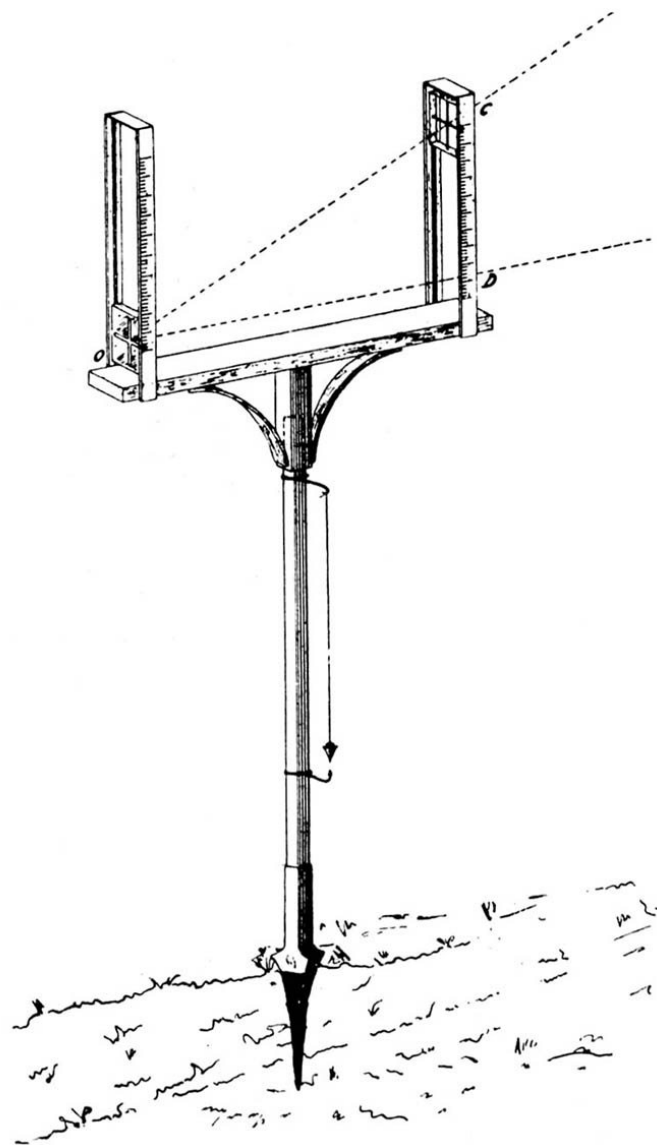
Ipotesi ricostruttiva della groma romana

Il corobate è uno strumento di livellazione formato a un regolo a doppio piano, di circa sei m di lunghezza, dotato nella parte superiore di un canaletto pieno d'acqua. Agli estremi del regolo, sorretto da due bracci ortogonali che gli conferivano l'aspetto di una panca, erano sospesi due fili a piombo che servivano ad assicurare la verticalità della struttura e, quindi, l'orizzontalità del regolo.



Ipotesi ricostruttiva del corobate (Viviani, 1832)

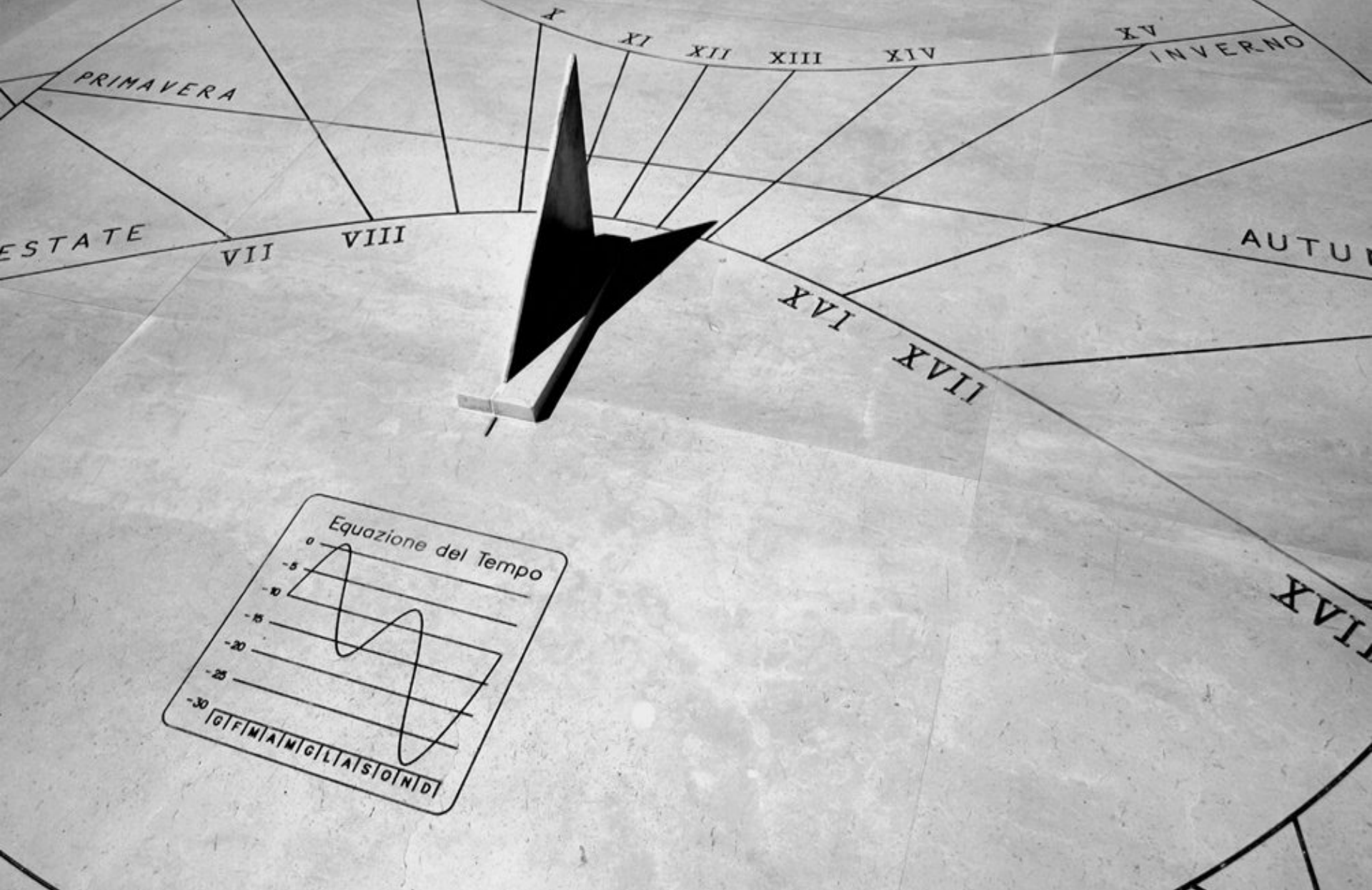
La lychnia (lampada) era una diottra con traguardi graduati. In uno scorreva la finestrella di mira, nell'altro una finestrella con croce di fili. Lungo l'asta verticale di sostegno era fissato un filo a piombo, per assicurare il corretto posizionamento dello strumento. La lychnia serviva per tracciare allineamenti e per determinare le altezze di oggetti inaccessibili (torri, mura, ecc.) mediante la similitudine dei triangoli rettangoli.



Ipotesi ricostruttiva della lychnia

Lo gnomone era un orologio solare, consistente in uno stilo verticale infisso su una lastra piana. Oltre a trovare l'altezza del sole e a determinare l'ora, lo gnomone veniva utilizzato per determinare la direzione nord-sud e, tramite la groma, definire l'orientamento del cardo, del decumano e il conseguente tracciamento degli insediamenti civili e militari.





La maggior parte degli orologi solari funzionano grazie all'ombra proiettata da uno gnomone