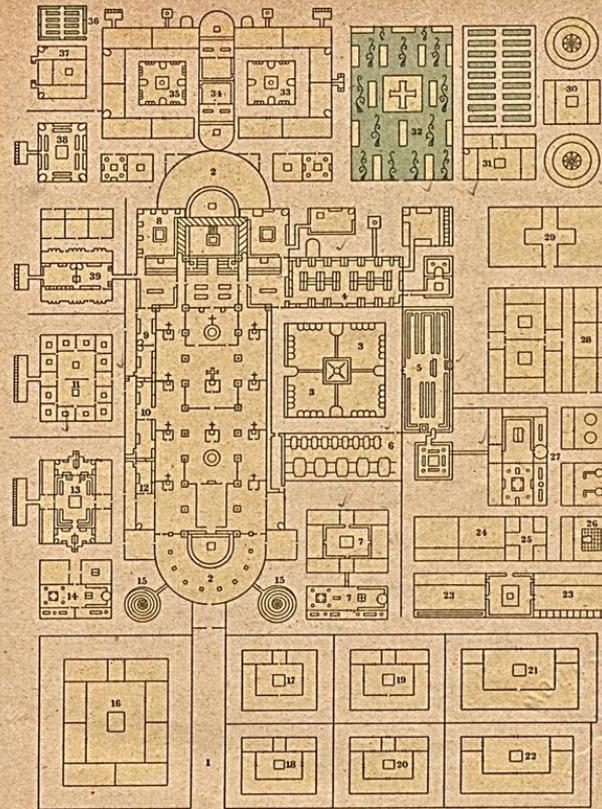


IL RILEVAMENTO ARCHITETTONICO

Storia (II parte)

Con la fine dell'Impero Romano si registra una semplificazione e un rallentamento - anche se non un'interruzione - nelle operazioni di rilevamento e nell'applicazione degli strumenti e dei metodi in uso in età imperiale. Uno sviluppo notevole ha avuto, invece, la cartografia, anche se le numerose carte rinvenute sono piuttosto vaghe e realizzate con metodi intuitivi. Una rappresentazione molto celebre è quella del monastero benedettino di S. Gallo, in Svizzera; in esso è evidente che le cognizioni fondamentali della rappresentazione architettonica fossero sostanzialmente immutate dall'età romana (si confronti con la già citata Forma Urbis Romae).



Explanation

This ground-plan is a reduced copy from the ninth century original preserved in the present monastery library. It represents an ideal Benedictine house, and was probably not carried out in complete detail. The enclosure surrounded by a wall, was about four hundred feet long by about three hundred wide. - 1. Entrance to the church from outside the walls. - 2. Church, with two apses and numerous altars. - 3. Main cloister showing arches. - 4. Dormitory above, room with heating apparatus below. - 5. Refectory below, wardrobe above. - 6. Cellar with storehouses above. - 7. House for pilgrims and poor travellers, with brewery and bakery adjoining. - 8. Writing-room below, library above. - 9. Living-room and dormitory for visiting monks. - 10. Schoolmaster's lodging. - 11. School-room, for ordinary pupils with lodgings for the teachers. - 12. Porter's lodge. - 13. Quarters for guests of quality. - 14. Brewery and bakery belonging to 13. - 15. Towers with spiral staircases, overlooking the whole place. - 16. Large building of unknown use. - 17. Sheep-stall. - 18. Servants' quarters. - 19. Goat-stall with goatherds' quarters. - 20. Swine-stall with swineherds' quarters. - 21. Cattle-shed, with cowherds' quarters. - 22. Horse-barn with groom's quarters. - 23. Stable for mares and oxen with hay-lofts above and quarters for servants in the middle. - 24. Workshops of coopers and turners. - 25. Storehouse for brewery-grain. - 26. Fruit-drying house. - 27. Brewery and bakery for the resident monks, showing mortars and hand-mills. - 28. Workshops of shoemakers, saddlers, sword and shield-makers, carvers, tanners, goldsmiths, blacksmiths, fitters. - 29. Granary and drying-floor. - 30. House of poultry-keeper, hen-house and goose-pen, adjoining. - 31. House of the gardener, kitchen-garden adjoining. The original gives names of vegetables on the several beds. - 32. Burying-ground. - 33. Cloister and living-rooms of the 'oblats' and their teacher, and of convalescents. - 34. Church for the novices and the ill. - 35. Cloister and living-rooms, especially for the seriously ill. - 36. Hospital-garden. - 37. Physician's quarters, apothecary-shop and rooms for patients. - 38. Additional building for surgical purposes. - 39. Abbot's house, showing entrance to church and to main cloister.

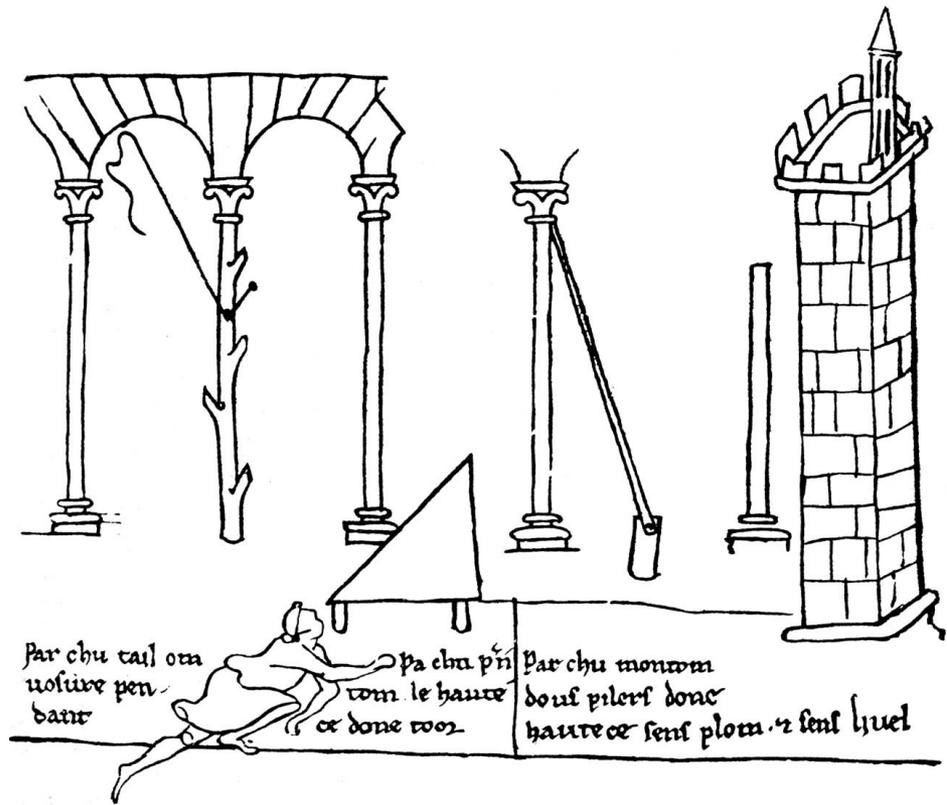
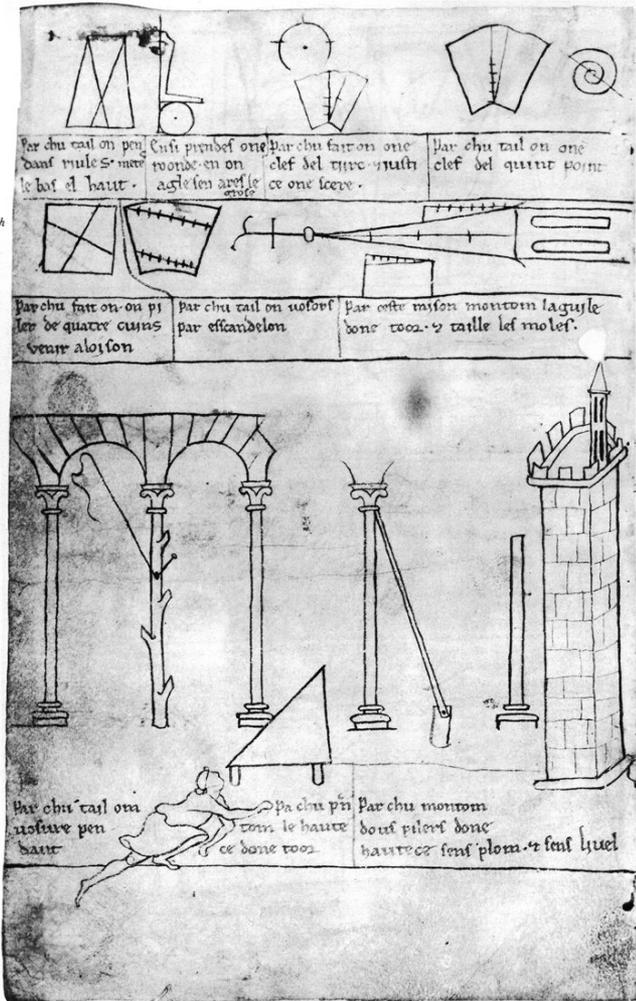
Dopo l'anno Mille si registrarono notevoli progressi, più che nella pratica del rilievo, nelle discipline ad essa attinenti. La traduzione dall'arabo in latino degli *Elementi* di Euclide (1120), gli studi di Leonardo Fibonacci (*Liber Abaci; Practica Geometriae*, 1220), l'intensificarsi dei viaggi e degli scambi culturali con il conseguente proliferare di carte terrestri e nautiche sempre più raffinate, la diffusione (da parte degli Arabi) dell'astrolabio e di un rudimentale sestante, la dimostrazione, da parte dell'ebreo Levi Ben Gerson (1288-1344) che è possibile determinare tutti gli elementi di un triangolo mediante la proporzionalità diretta intercorrente tra i seni degli angoli opposti a due lati del triangolo stesso, e molte altre scoperte e intuizioni, contribuirono a rafforzare e rendere sempre più scientifica l'attività di cartografi, agrimensori e rilevatori.



Inventato dai Greci e perfezionato dagli Arabi, l'astrolabio permette di riconoscere le stelle e le costellazioni.

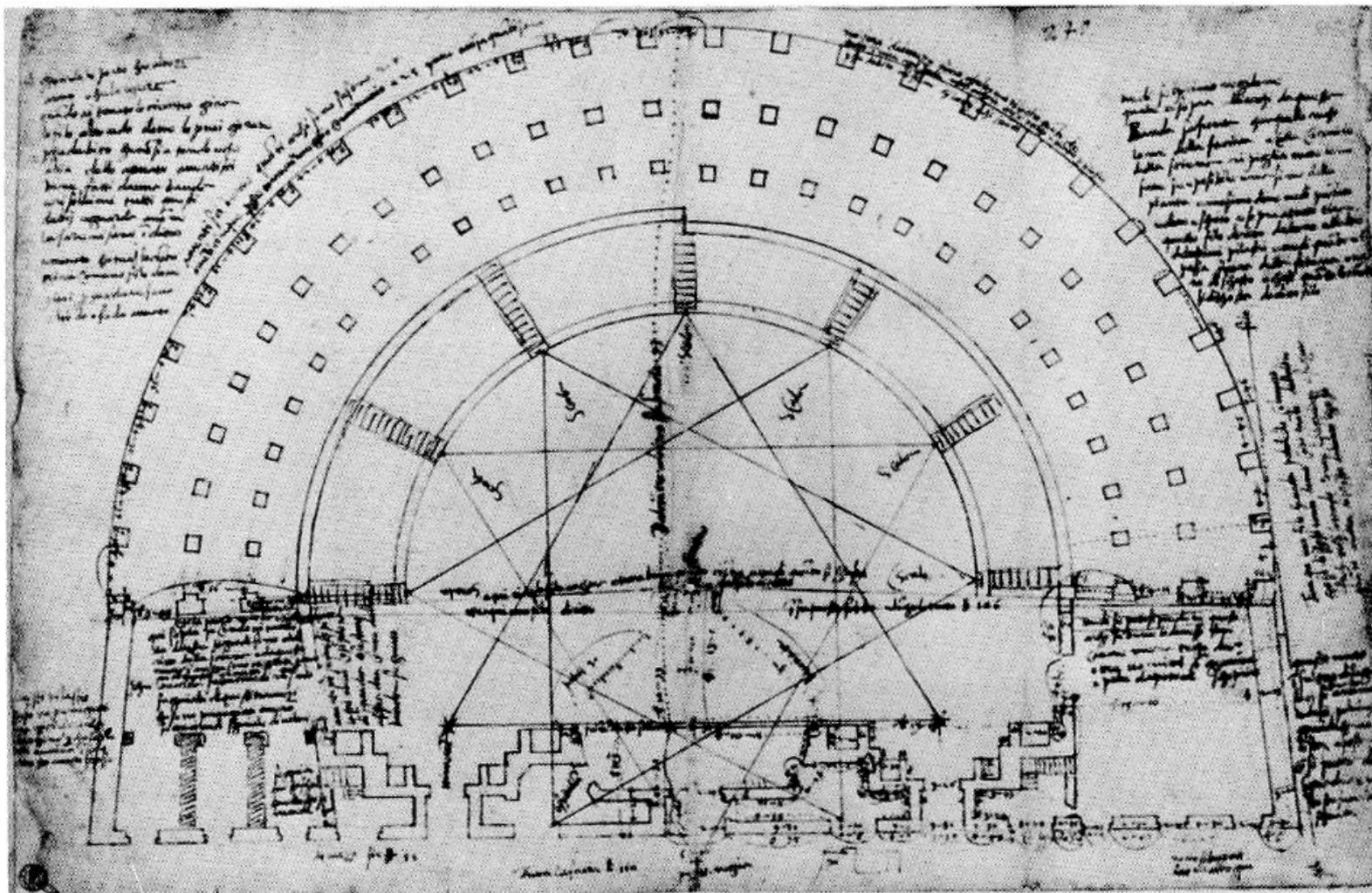
Il documento più interessante per la formazione dell'architetto, ma più in particolare per la pratica del rilievo in epoca medievale, è il *Livre de Portraiture* di Villard de Honnecourt, attivo in Francia intorno alla metà del XIII secolo. Si tratta di una raccolta di 33 fogli di pergamena, rilegati a quaderno, dedicati ai più disparati aspetti riferibili all'attività edilizia, figurativa e costruttiva.

Alcune pagine del *Livre de Portraiture* appaiono come una sorta di manuale col quale risolvere alcuni problemi legati alla pratica quotidiana: il rilievo di dettagli architettonici, la misurazione di una finestra inaccessibile, la determinazione della larghezza di un fiume senza accedere alla sponda opposta, la determinazione dell'altezza di una torre mediante la teoria dei rettangoli simili, ecc. L'importanza di questo documento, quindi, è fondamentale per conoscere il bagaglio culturale proprio dell'architetto in età altomedievale.

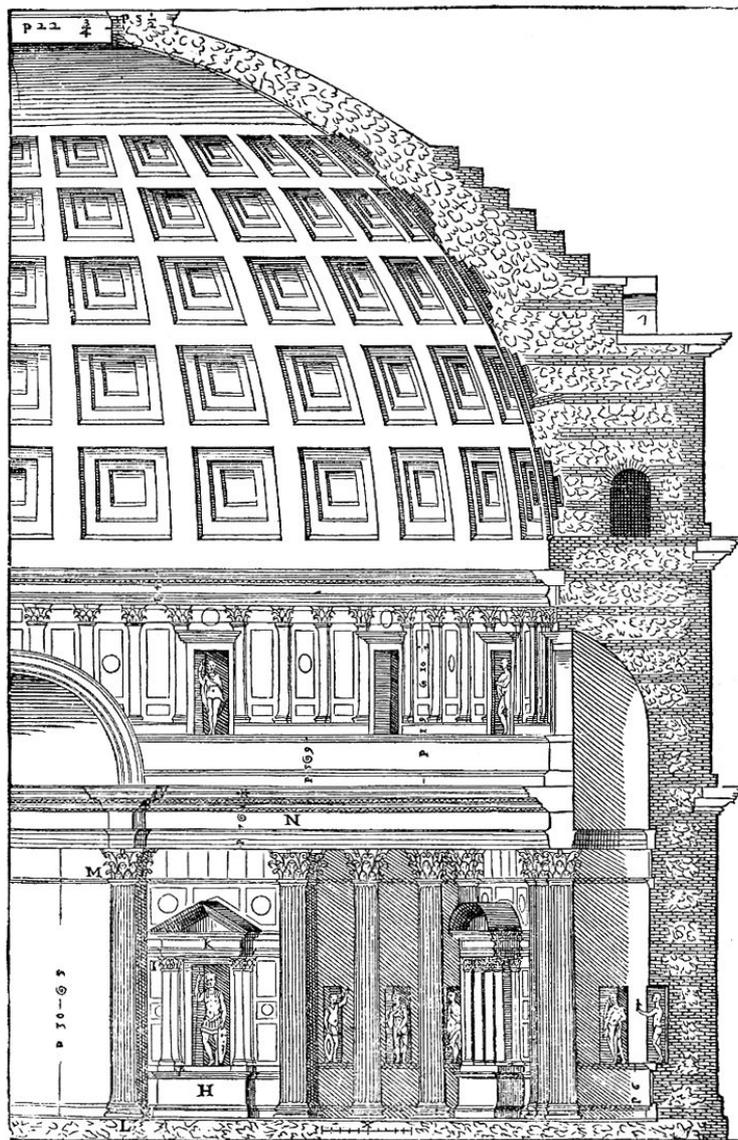


Villard de Honnecourt, *Livre de Portraiture* (foglio 2 verso), Procedimenti e tracciati per l'edilizia. In questo foglio è possibile apprendere, oltre a vari metodi di tracciamento di figure geometriche e membrature architettoniche, come calcolare l'altezza di una torre e come montare due pilastri della stessa altezza senza filo a piombo né livella. Calcolare la larghezza di una finestra a distanza.

Il Rinascimento italiano rappresenta un'epoca fondamentale per la pratica del rilevamento architettonico e urbano; essa registra un notevole progresso nella rappresentazione architettonica, nell'uso delle convenzioni grafiche, nello studio dei monumenti antichi e nella sempre maggiore obiettività delle figurazioni. Da menzionare, in particolare, il lavoro di Francesco di Giorgio Martini, Giuliano da Sangallo, Antonio da Sangallo il Giovane, Fra' Giocondo, Baldassarre Peruzzi, Sebastiano Serlio, Andrea Palladio, Vincenzo Scamozzi.



Antonio da Sangallo il Giovane. Ferento: teatro romano, pianta generale.

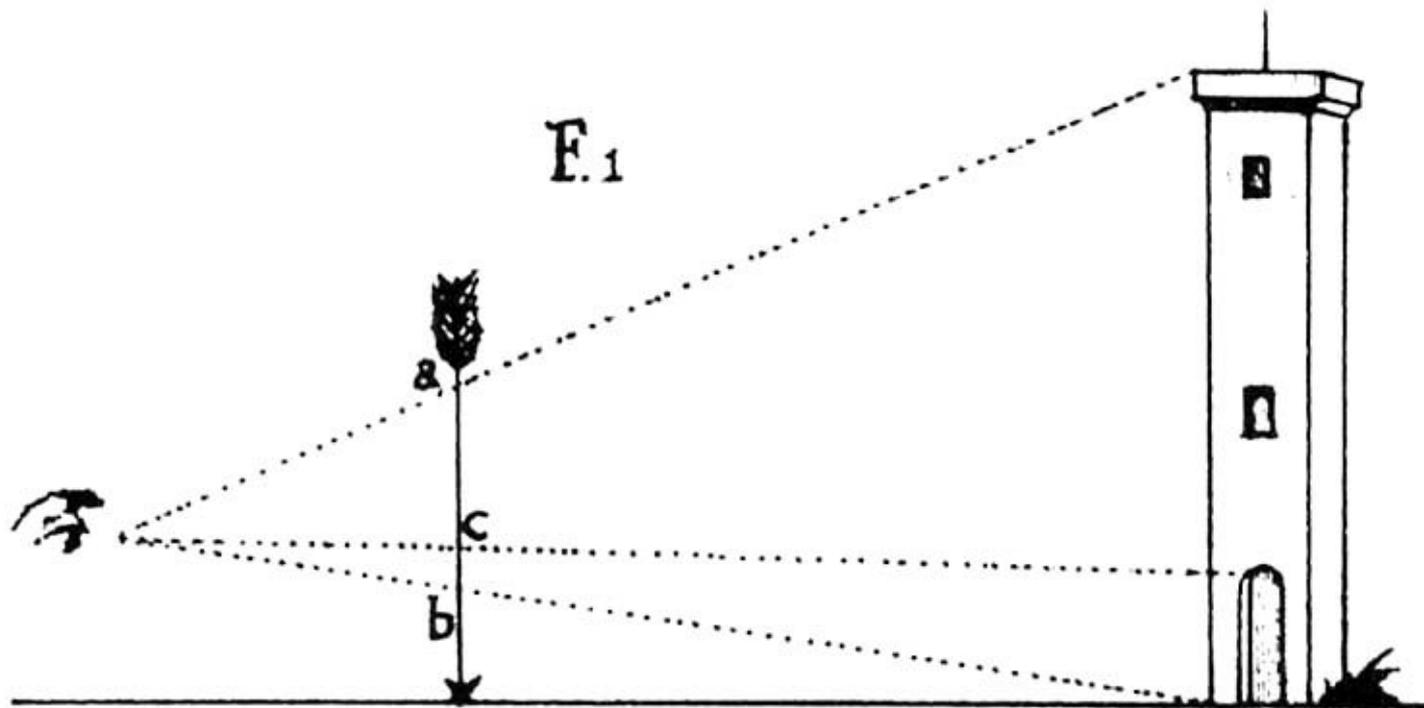


Andrea Palladio. Roma: sezione trasversale parziale del Pantheon.

Particolarmente rilevante è l'opera di Leon Battista Alberti, *Nei Ludi Matematici* egli descrive diversi metodi per il rilevamento. Fra questi, quello che permette di misurare l'altezza di una torre raggiungibile ma non accessibile.

Il metodo prevede di piantare un dardo nel terreno; poi di traguardare la torre mediante il dardo, fissando su questo alcuni punti notevoli (p. es. la sommità A, l'attacco a terra B, l'altezza del portone d'ingresso C). Le distanze segnate sul dardo saranno proporzionali a quelle degli elementi della torre. Quindi, conoscendo l'altezza reale del portone, sarà possibile impostare la proporzione.

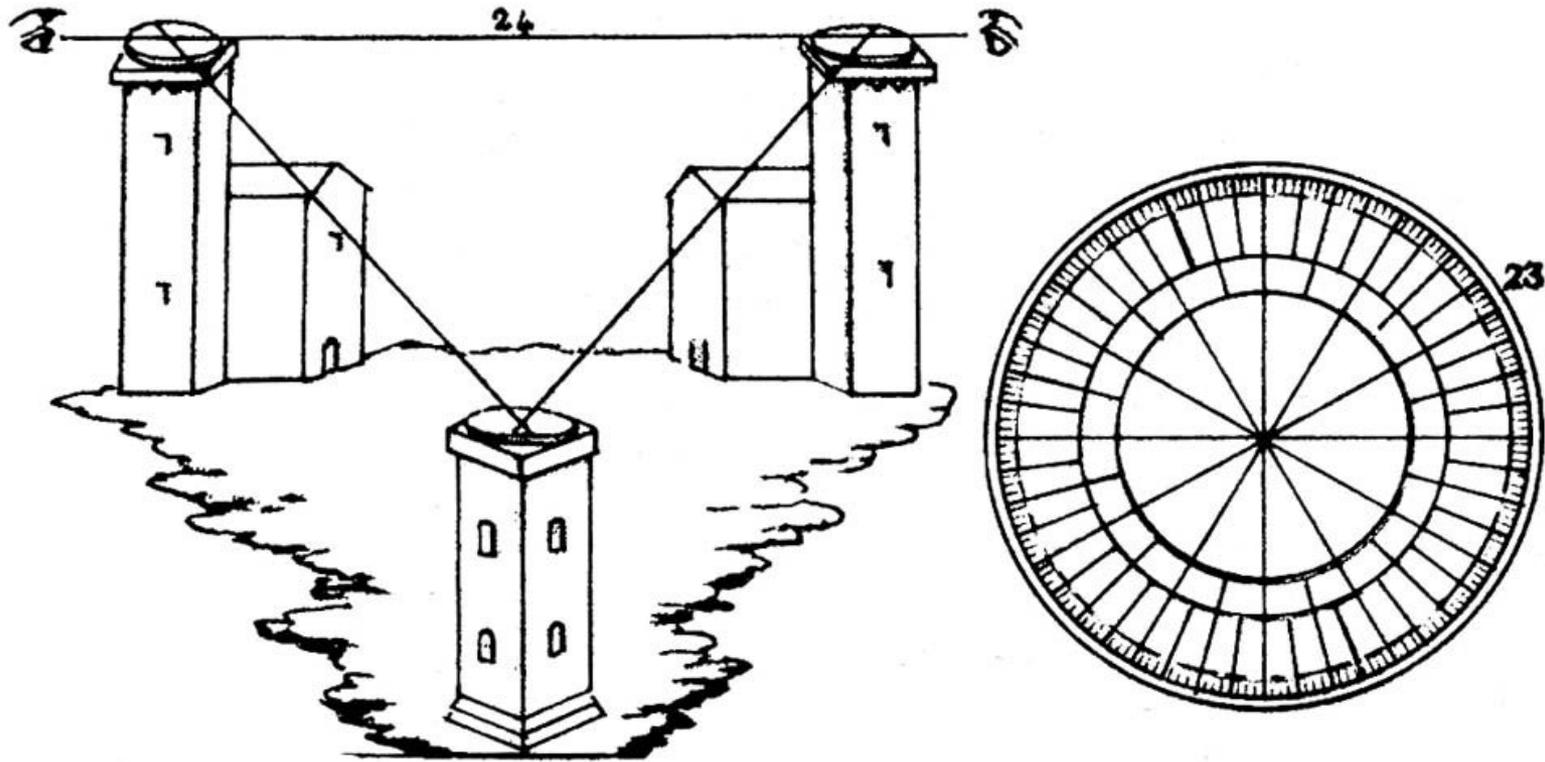
$$h \text{ portone} : CB = x : AB$$



L. B. Alberti, *Ludi Matematici*, Tavola 24. Del modo di misurare l'altezza di una torre da un luogo discosto, ma che la si veda

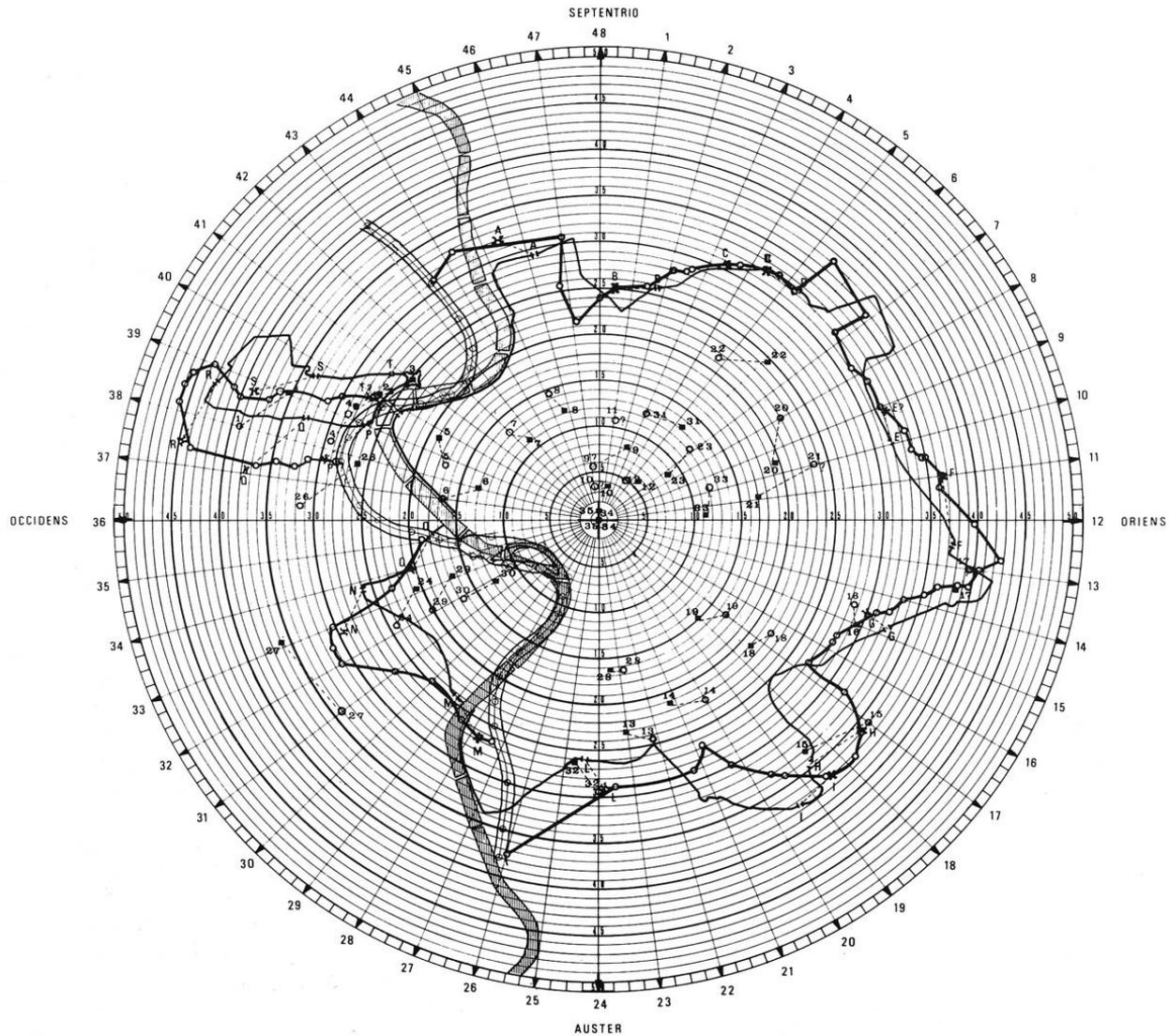
Sempre nei *Ludi Matematici*, Alberti suggerisce un metodo per effettuare il posizionamento di elementi su un terreno.

Il metodo propone di tracciare un cerchio graduato su una tavoletta. Poi ci si dovrà recare su uno degli oggetti da rilevare e da lì tralguardare gli altri, usando la tavoletta come squadro graduato e annotando su un foglio i valori angolari. Successivamente ci si sposterà sugli altri oggetti, e si ripeterà il procedimento. Conoscendo anche una misura fra due di questi oggetti, sarà possibile ricostruire la planimetria generale del luogo.



L. B. Alberti, *Ludi Matematici*, Tavola 24. Modo di misurare il circuito o ambito di una terra

Le teorie di Leon Battista Alberti hanno trovato applicazione nella *Descriptio Urbis Romae*, un'opera pervenuta priva della relativa mappa ma la cui descrizione ha permesso a Luigi Vagnetti, nel 1960, di ricostruire il tracciato albertiano della cinta muraria. Sovrapponendo lo stesso alla planimetria dell'IGM è stato possibile riscontrare (a parte una rotazione in senso orario dovuta alla imprecisione nella determinazione dei punti cardinali) un elevato livello di precisione



La *Descriptio Urbis Romae* di Leon Battista Alberti ridisegnata da Luigi Vagnetti. Con segno più scuro, la pianta secondo l'Alberti; con segno più chiaro, la medesima pianta secondo la planimetria IGM.

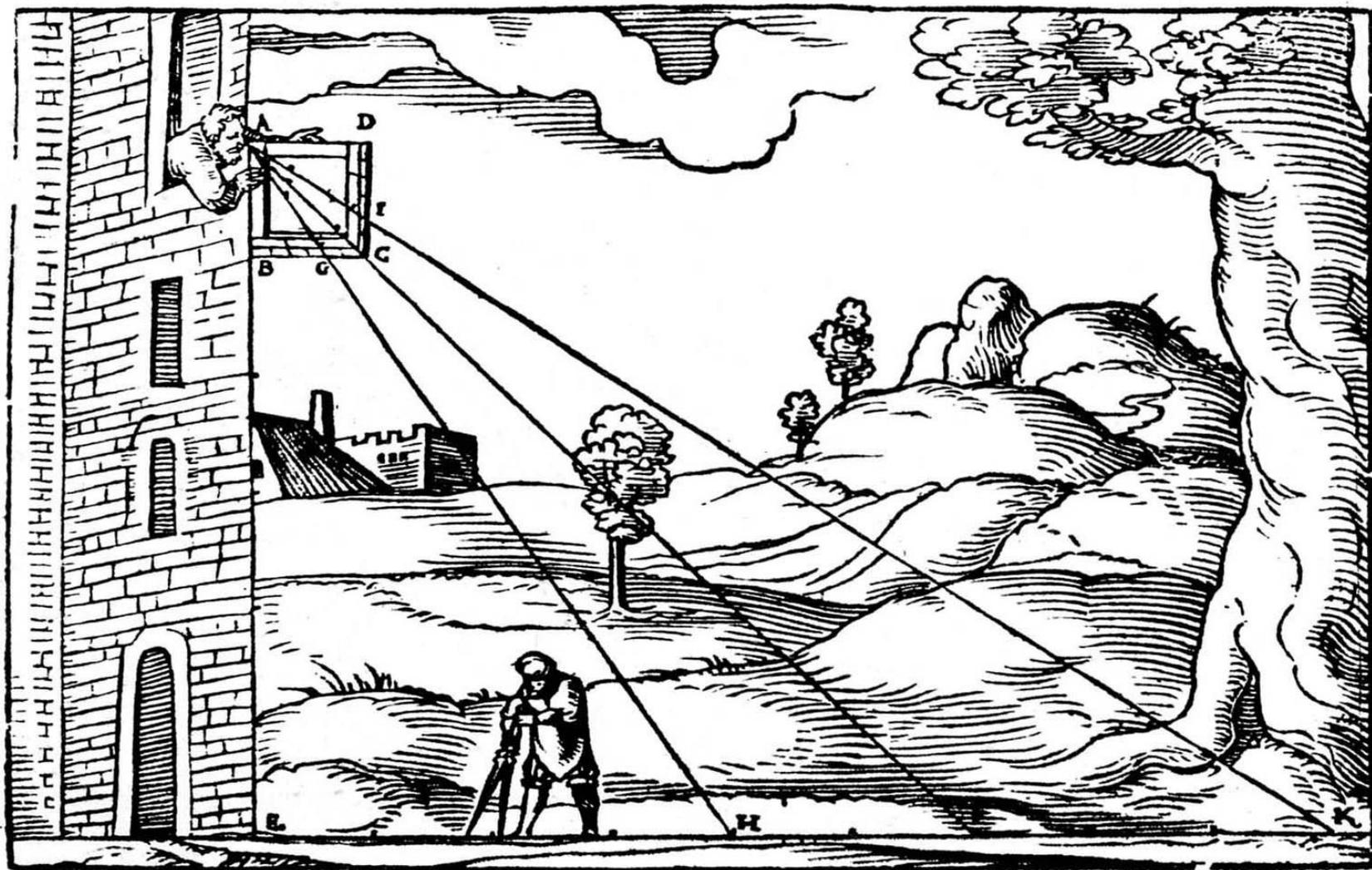
Anche Leonardo da Vinci, con la Pianta di Imola (sicuramente redatta mediante l'uso della tavoletta graduata con bussola e traguardo, facendo stazione da un edificio alto della città) ha alla disciplina un contributo notevole per scientificità e oggettività nella rappresentazione, grazie anche a una rappresentazione quasi corrispondente ai metodi e al gusto contemporaneo, in un'epoca ancora dominata da viste pseudo prospettiche.



Leonardo da Vinci, *Pianta di Imola*.

Durante il Rinascimento vennero perfezionati numerosi strumenti esistenti, e ne vennero utilizzati di nuovi. Uno di questi è il *quadrante geometrico*, inventato intorno al 1450 da Giorgio di Peurbach. Secondo gli studi di Oronce Finé (1527), con il quadrante geometrico è possibile effettuare 57 differenti applicazioni astronomiche e geometriche.

Il quadrante geometrico è uno strumento di legno con due lati suddivisi in sessanta parti ciascuno, e con un'alidada provvista di mirini incernierata nel vertice non graduato del quadrante stesso. Libera di ruotare attorno al punto di cerniera, l'alidada poteva essere allineata con i punti da rilevare.

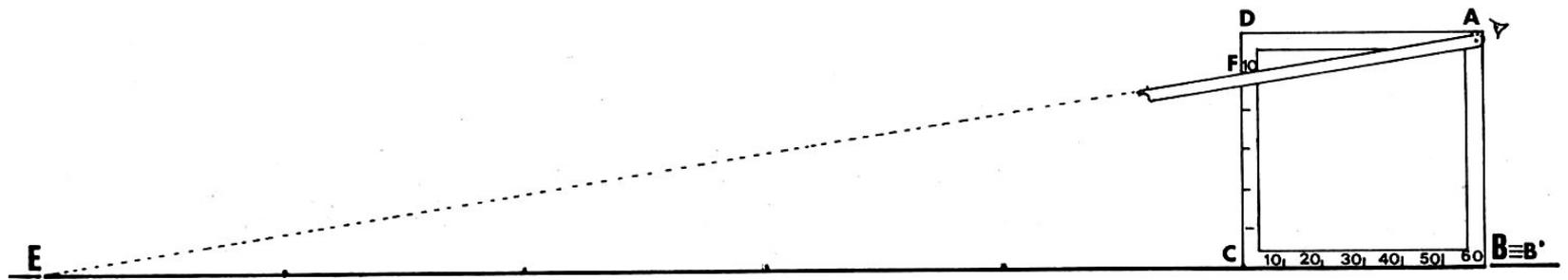


Antica incisione che testimonia l'uso del quadrante geometrico

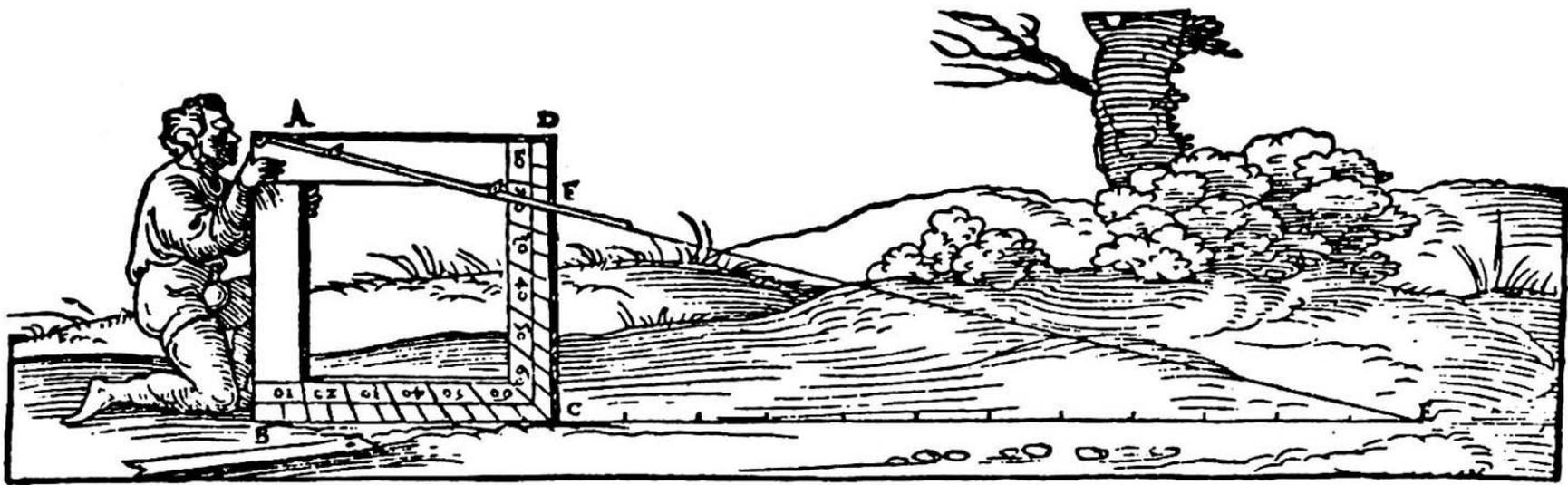
Volendo, ad esempio, determinare la distanza fra i punti B' ed E, occorre innanzitutto disporre il quadrante in corrispondenza del tratto da misurare facendo corrispondere in punto B col punto B'. Poi si deve disporre l'alidada in modo da traguardare il punto E. Così facendo, si determinano due triangoli aventi angoli simili e lati proporzionali: il triangolo AFD e il triangolo ABE. Quindi si potrà impostare la proporzione

$$AD : DF = BE : AB$$

In cui AD, DF e AB sono noti. Sviluppando la proporzione sarà possibile calcolare la distanza BE.

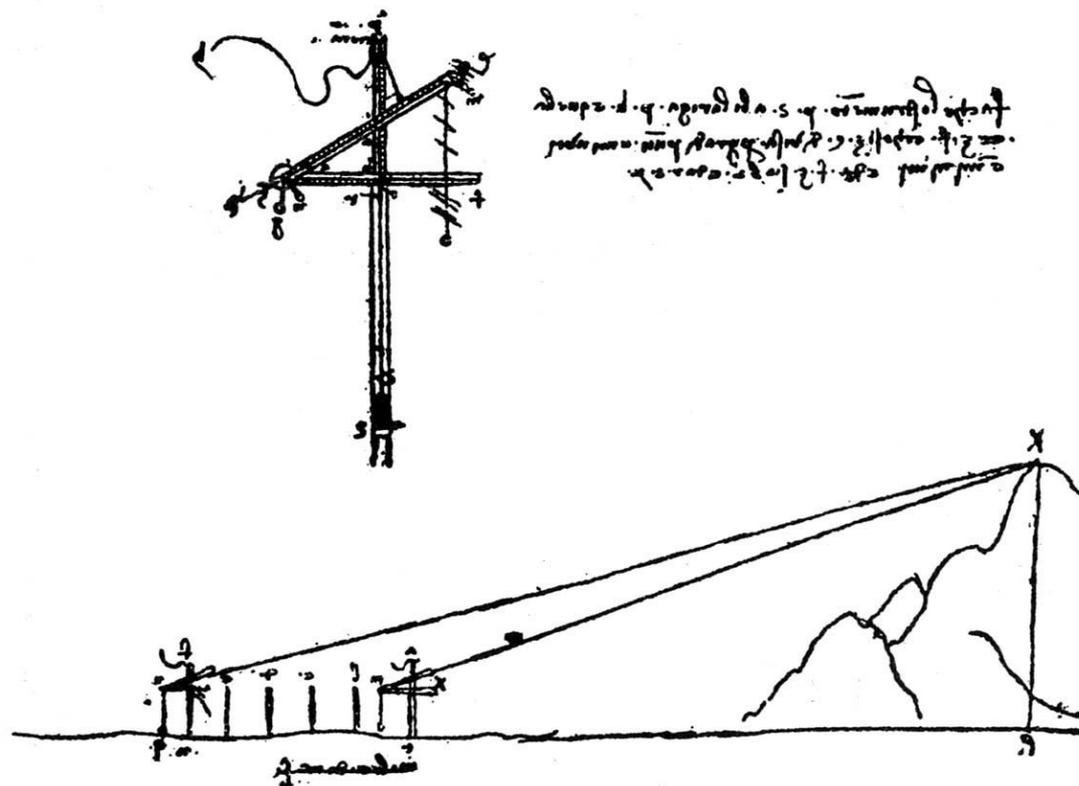


Schema di utilizzo del quadrante geometrico



W. Ryff, Uso del quadrante geometrico per la determinazione delle distanze

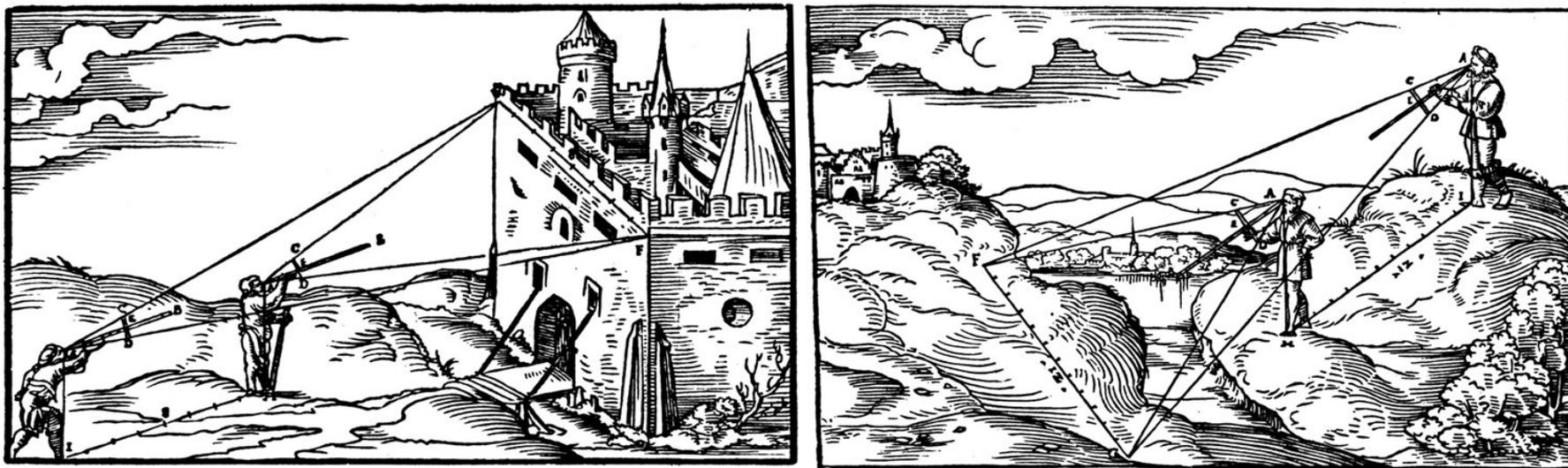
In generale, l'uso delle proprietà geometriche dei triangoli proporzionali è alla base di numerose trattazioni scientifiche e delle conseguenti applicazioni.



L. Da Vinci, Determinazione di una distanza inaccessibile

Un altro strumento utilizzato durante il Rinascimento per la misura indiretta delle distanze è il *baculo*, detto anche *bastone di Giacobbe*.

Il baculo è costituito da un'asta divisa un certo numero di parti uguali; attorno ad essa scorre un'altra asta lunga quanto una delle parti in cui è divisa l'asta più lunga.



W. Ryff, Uso del baculo per operazioni di rilevamento.

Volendo, ad esempio, misurare la distanza fra il punto F e il punto G, occorre:

- porsi con l'asse del baculo perpendicolarmente alla congiungente FG;
- spostarsi lungo la perpendicolare fino a trovare l'allineamento di A coi punti F e G traggurdati alle estremità C e D del braccio trasversale posto in corrispondenza della prima divisione dell'asta maggiore;
- segnare il punto sul terreno (punto I);
- allontanarsi, mantenendosi sempre sullo stesso allineamento, ripetendo l'operazione con il braccio trasversale posto all'altezza della seconda ripartizione e fissando sul terreno il punto L;

La distanza FG cercata sarà uguale alla distanza IL. Infatti sia avrà il triangolo ACD simile al triangolo AFG, e il triangolo A'C'D' simile al triangolo A' FG. Quindi

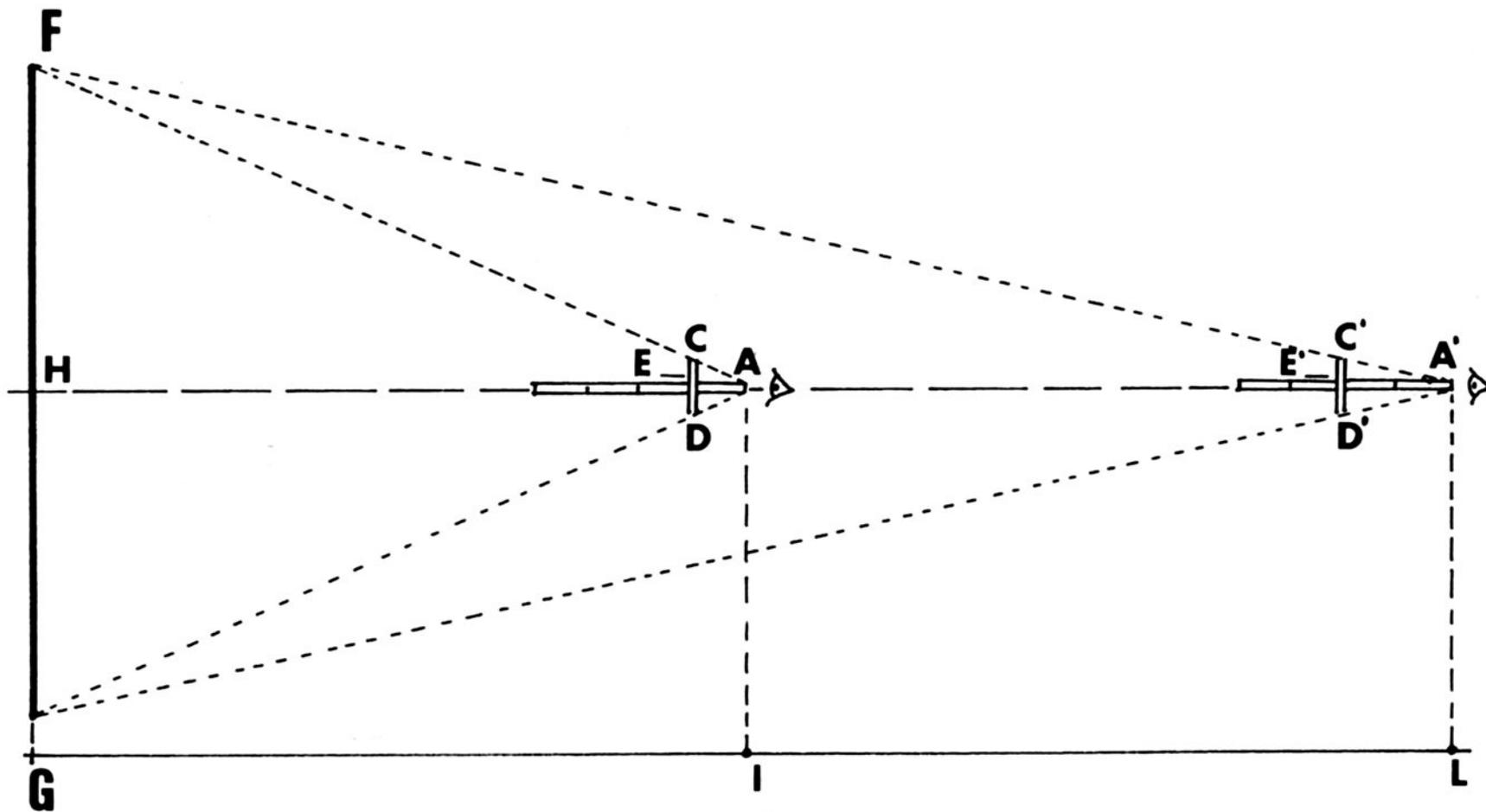
$$AE : AH = CD : FG$$

e quindi $FG = (AH \times CD) : AE = AH$

$$A'E' : A'H = C'D' : FG$$

e quindi $FG = (A'H \times C'D') : A'E' = A'H : 2$

Si ha infine $AA' = IL = A'H : 2 = FG$



Schema di utilizzo del baculo