

# EVOLUZIONE DELLA TOPOGRAFIA

ING. VINCENZO BUSDRAGHI

Nella prima metà del nostro secolo, la Topografia come scienza di osservazione e nelle applicazioni civili, ha raggiunto un tale grado di sviluppo e di perfezione sia di metodi che di strumenti, per cui ritengo, come insegnante della materia, non sia del tutto inutile far cenno al suo progredire nel tempo sino al suo stato attuale.

Possiamo ritenere che il vero sviluppo della geometria pratica proceda ininterrotto e con sensibile apporto del genio italiano soltanto dopo la 1<sup>a</sup> metà del secolo XVII, essendosi nei secoli precedenti l'arte del rilievo mantenuta stazionaria e allo stato rudimentale. Ed invero i Greci conoscevano l'archipendolo ed il livello ad acqua chiamato *libra* dai Romani, la mira a scopo mobile ed il metodo di livellazione dal mezzo.

Nel libro « La diottra » di Erone è descritto il metodo di rilievo per scopi e longimetri mediante la divisione in triangoli del terreno e la deduzione di distanze e altezze mediante la teoria dei triangoli simili non conoscendosi la trigonometria.

Alla diottra gli arabi diedero il nome di alidada. L'applicazione del cerchio alla diottra costituisce il primo esempio di goniometro. La groma o squadro dei romani formato da due diottrre perpendicolari fra di loro, fornite alle estremità dei quattro fili a piombo a tronco di cono rovesciato con picciolo superiore, ed il cui esemplare completo si trova nel museo di Napoli essendo stato rinvenuto nel 1912 a Pompei, serviva per il loro catasto geometrico. I gromatici, ossia coloro che l'adoperavano erano tenuti in grande estimazione e considerati ufficiali pubblici. Essi disponevano lo strumento nel centro della colonia facendo coincidere una delle diottrre con la direzione della meridiana che veniva tracciata col metodo delle altezze corrispondenti del sole. L'astrolabio e il quadrante di Tolomeo erano usati per misure astronomiche.

Nel tracciamento delle strade consolari, degli acquedotti, delle fognature i Romani si dimostrarono così esperti da far supporre che fossero a conoscenza di qualche calcolo trigonometrico. Nella misura delle distanze in terreno inclinato adoperavano il metodo a scaletta che si segue ancora oggi nelle misure dirette in terreno accidentato.

Ai primi del 1500 appare lo squadro agrimensorio non conoscendosi nel medioevo alcun strumento rimarchevole, ma non nella sua forma attuale a cilindro cavo, che risale solo al 1624.

Dopo il 1550 fu inventata da N. Tartaglia la bussola topografica che si può dire sia stato il primo strumento misuratore di angoli, per il rilievo di terreni

aperti e di miniere. Nel 1571 Leonardo Digges inventa uno strumento che può ritenersi il primo teodolite, essendo costituito da un cerchio orizzontale girevole attorno ad un asse verticale e da un semicerchio verticale, girevole attorno ad un asse orizzontale. L'alidada è a pinnule ed è costituita dal diametro del predetto semicerchio e da un filo a piombo. Soltanto dopo quasi due secoli viene costruito il vero teodolite a cannocchiale. Il grafometro inventato nel 1597 era costituito da un semicerchio graduato munito di due alidade a pinnule una fissa e l'altra girevole, e portava nel mezzo una bussola.

Il tamburo di Silvio Belli è il precursore della tavoletta pretoriana inventata nel 1590 dal tedesco Praetorius e che fu modificata da Tomaso Digges, che la fornì di eclimetro e dall'Alberti che vi imprime i movimenti di traslazione. Nel 1606 Snellius esegue la prima triangolazione adoperando un goniometro a diottra e risolve il classico problema che si chiama anche di Pothénot o del vertice di piramide. Nel 1611 Keplero inventa il cannocchiale astronomico. Nel 1631 viene ideato il verniero e nel 1639 il reticolo. Nel 1666 il fisico francese Théveust costruisce la livella torica. L'oculare di Uygghens risale al 1670. Nel 1674 il modenese Geminiano Montanari, professore all'Università di Bologna, inventa il primo distanziometro che essendo ad angolo parallattico variabile fu considerato erroneamente come costante per cui non si divulgò, ma fu realizzato in seguito dallo Stampfer che ne assunse indebitamente la proprietà. Il teodolite fornito di cannocchiale fu usato per la prima volta dal Picard nel 1669-70. Il sestante a due specchi fu ideato da Newton nel 1699. L'oculare a fuoco positivo di Ramsden è del 1783. Lo squadro a specchi di Adams è del 1791, quello quadrangolare di Wollaston del 1804. Il primo livello a cannocchiale con la vera livella cilindrica ad esso allegata è dovuto a Chézy che l'ideò nel 1770. I livelli Egault e Lenoir risalgono al 1820. Nel 1824 Tito Gonnella ideò il planimetro ortogonale non conoscendo quello analogo di Hermann che pare risalga al 1804. Nel 1815 il Negretti chiamò stadia (dal greco misura itineraria) la mira graduata.

Il planimetro polare di Amsler risale al 1854 e da esso sono derivati quelli moderni a rulli ad a disco del Coradi. Nel 1810 il Reichenbach realizza il distanziometro ad angolo diastimometrico costante.

Nel 1823 Ignazio Porro costruisce un distanziometro rendendo anallattico il centro dell'obbiettivo e nel 1850 il cannocchiale centralmente anallattico.

Per quanto riguarda la misura delle basi nelle triangolazioni il padre Boscovich propone di non porre a contatto le aste disposte lungo l'allineamento ma di misurarne l'intervallo mediante un compasso, dando così modo al Borda di costruire il suo apparato a spranghe bimetalliche. Enunciata nel 1838 la sua celebre regola, il Bessel adopera il teodolite per le triangolazioni geodetiche della Germania, lo Struve esegue quelle della Russia applicando nei calcoli i metodi di compensazione dei minimi quadrati forniti dal Gauss.

Il metodo della celerimensura risale al 1824, ma si estese prima in Francia

per opera del Moinot, che l'impiegò nel tracciamento di ferrovie ed in Italia in seguito per merito dell'ing. Soldati cui sono dovute le prime tavole per il calcolo delle coordinate ortogonali dei punti del terreno. Precipuo merito dello sviluppo della Topografia deve attribuirsi al Porro con la sua celerimensura e che volendo applicare i microscopi composti al tacheometro, per ridurre il diametro dei cerchi ed aumentarne il numero delle divisioni, ideò i cleps (goniometri eccentrici a cerchi nascosti). A questo grande scienziato è dovuta anche l'ideazione del cannocchiale di lunghezza costante adoperato nei teodoliti e nei livelli moderni, e l'invenzione del fotogoniometro che serve in fotogrammetria aerea per la determinazione dell'orientamento esterno e per la misura degli angoli che le visuali condotte dal punto di presa della macchina fotografica ai punti noti del terreno, formano fra loro e ciò per la risoluzione analitica del problema fondamentale del vertice di piramide nello spazio, problema che come sappiamo viene ora risolto quasi esclusivamente con gli apparati a proiezione ottica ed ottico-meccanica degli ingg. Nistri e Santoni.

Data dal principio del secolo la costruzione degli strumenti topografici di alta precisione. Nel 1928 viene costruito il livello Zeiss, adoperato per la livellazione geometrica di precisione in sostituzione di quello Brunner e che, essendo fornito di livella con prisma a doppia graduazione ed essendo girevole attorno al proprio asse meccanico, costituisce forse il miglior livello speciale. Per quanto concerne il teodolite la massima precisione si ha con quelli Wild e Zeiss i cui studi datano dal 1921 al 1925. Con l'uso di micrometri ottici si ottengono con una sola lettura, le misure dell'azimut e della distanza zenitale, esenti dagli errori di eccentricità dell'alidada e dell'asse di collimazione con la precisione anche di frazioni di secondo.

Usato dall'I.G.M. il grande modello Wild negli anni 1932-34 nelle operazioni di riattacco delle triangolazioni di 1° e di 2° ordine con quelle del vecchio confine, si ottennero errori dell'importo circa la metà di quelli ottenuti in operazioni analoghe adoperando i soliti teodoliti con microscopi a vite micrometrica.

Il Wild universale serve per le triangolazioni geodetiche di 3° e 4° ordine e per quelle topografiche ed è munito di distanziometro a coincidenza di immagine o telemetro, che consente di determinare la distanza con la precisione di 2 a 3 cm. per m. 100. La tecnica moderna è riuscita anche a costruire dei teodoliti a registrazione fotografica per cui il lavoro di campagna si limita alle collimazioni, mentre le letture corrispondenti sui cerchi si effettuano in laboratorio sviluppando le pellicole impressionate.

Da questo esame sintetico del progresso degli strumenti e metodi della geometria pratica è possibile dedurre: *a)* che in seguito le compensazioni risulteranno inutili data l'esiguità degli errori che si commettono nelle osservazioni; *b)* che la livellazione eclimetrica o tacheometrica può sostituire la livellazione geometrica richiedente maggior tempo, nel tracciamento di strade, canali ecc.; *c)* l'impiego del Radar ed anche dei razzi paracadutati apre una nuova

prospettiva nelle operazioni geodetiche potendosi sostituire alle triangolazioni le cosiddette trilaterazioni, misurando invece degli angoli i lati dei triangoli anche se della lunghezza di qualche centinaio di Km.

Per quanto concerne l'Italia mi pare non sia inutile accennare all'avvenuta unificazione delle coordinate dei punti trigonometrici della Carta d'Italia 1 : 100.000 e delle mappe catastali. Per essa le nuove tavolette dell'I.G.M. portano il reticolato chilometrico e dei punti trigonometrici si hanno, per interpolazione, non più le coordinate geografiche ma quelle ortogonali che prima si ricavavano con apposite formule di geodesia. Dette coordinate sono riferite a sole due origini che sono date dall'intersezione dei meridiani centrali con l'equatore dei due fusi contigui ciascuno dell'ampiezza di 6° nei quali è compreso il territorio nazionale. Si è inoltre sostituito all'Ellissoide di Bessel quello internazionale (Hayford) perché ritenuto più conveniente per l'Italia, adottando come sistema di proiezione quella conforme Gauss-Boaga anziché quella naturale. Tutta la mole dei calcoli necessari sotto la guida dell'insigne geodeta Prof. Boaga è già stata effettuata.

È possibile così utilizzare per ogni tavoletta anche i punti trigonometrici catastali che sono circa una quarantina, senza procedere ai calcoli di trasformazione date le diverse origini, e ciò torna di grande vantaggio specialmente per uso militare.

Grande apporto allo sviluppo della Topografia ha portato il metodo della fotogrammetria terrestre per il rilievo dei terreni accidentati e di quella aerea per i terreni frazionati e qualunque. Col metodo fotogrammetrico le nuove mappe catastali vengono fornite di curve di livello e potranno quindi servire di grande ausilio ai tecnici nei progetti di costruzioni idrauliche, stradali spianamenti ecc.

#### CENNI BIBLIOGRAFICI

- O. IACOANGELI, *Corso di Topografia razionale*. II vol., S.E.L., 1926, Milano.  
 G. BOAGA, *Trattato di Geodesia e Topografia*. Cedam, 1948, Padova.  
 — *La Geodesia di fronte ai progressi della tecnica*. « Rivista del Catasto e dei SS.TT.EE. », n. 3, 1949.  
 — *Lavori trigonometrici*. « Rivista del Catasto e dei SS.TT.EE. », 1950.  
 G. CASSINIS, *Come si è affermata la nozione della forma ellissoidica della Terra*. Zanichelli, Bologna, 1923.  
 — *Sull'uso del tacheometro nel tracciamento di strade, canali e analoghi*. Roma, 1922.  
 — *Il teodolite ed il telemetro Wild*. « L'Ingegnere », n. 4, 1928.  
 V. BAGGI, *Topografia*. U.T.T., 1931.  
*Enciclopedia Treccani*, voce: *Geodesia*.