

**Zeitschrift:** Rivista militare della Svizzera italiana  
**Herausgeber:** Lugano : Amministrazione RMSI  
**Band:** 26 (1954)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Basi geodetiche e carte topografiche [seguito]  
**Autor:** Franchini, Ermelio  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-244411>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## BASI GEODETICHE E CARTE TOPOGRAFICHE

*Sgt. ERMETE FRANCHINI*

(seguito)

### Capisaldi di triangolazione e basi fondamentali.

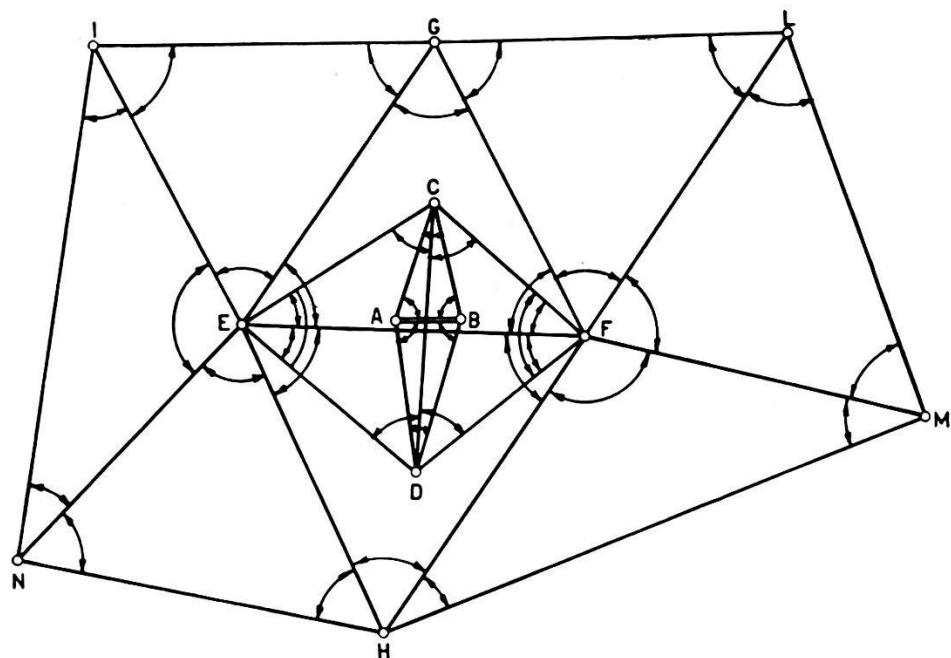
Premessa indispensabile per poter eseguire la misurazione di un paese è quella di conoscere la posizione reciproca di punti disposti in modo pressochè uniforme su tutto il territorio da misurare. Si tratta, in altri termini, di costituire l'ossatura che dovrà servire di base ai rilievi topografici. A tale scopo i singoli punti, denominati **capisaldi di triangolazione**, vengono congiunti idealmente fra di loro in modo da formare un traliccio, nel quale, la figura geometrica più elementare è un triangolo a lati curvilinei (triangolo sferoidico).

Affinchè i punti di triangolazione possano servire di appoggio ad un rilievo topografico, è necessario che essi siano distribuiti sul terreno in modo da non distare uno dall'altro più di qualche chilometro; procedendo alla misurazione diretta di una estesa triangolazione a lati corti, per l'accumularsi degli errori inevitabili, la precisione sarebbe molto ridotta, ragione per cui si comincia col determinare una prima rete trigonometrica che abbia i lati di maggiore possibile lunghezza e a questa si collegano altre reti con lati di lunghezza decrescente, cioè si procede alle triangolazioni per ordini successivi. La triangolazione coi lati di maggiore lunghezza viene chiamata di **I ordine o primordiale**: in essa la distanza da punto a punto varia da 35 a 70 km.

Sappiamo dalla trigonometria che in un triangolo qualunque, dati tre elementi e più precisamente due angoli ed un lato oppure un angolo e due lati, è possibile determinare tutti i rimanenti angoli e lati dai quali, con ulteriori operazioni trigonometriche che qui non

è il caso di dover accennare, si possono ricavare le coordinate di uno dei vertici, ritenuto che la posizione planimetrica dei due altri sia già nota.

Gli angoli definiscono la forma della triangolazione; per averne le dimensioni, occorre conoscere la lunghezza dei lati. Poichè la misura diretta di un lato della rete è oltremodo difficoltosa e porterebbe ad errori considerevoli data la sua eccessiva lunghezza, si procede alla misura diretta di una o più basi fondamentali, che sono distanze fra punti scelti in terreno pianeggiante, scoperto e di facile accesso, dai cui estremi siano visibili almeno due vertici della triangolazione. Come abbiamo già accennato nel capitolo precedente, le basi della nostra triangolazione sono quelle di Aarberg, Weinfelden e Giubiasco rispettivamente lunghe 2400 m., 2540 m. e 3200 m.



La misurazione venne eseguita con estrema precisione (al decimo di mm.) poichè da essa dipende il grado di esattezza di tutta la triangolazione. La base fondamentale deve essere collegata ai capisaldi della triangolazione primordiale per mezzo di una piccola rete a lati successivamente crescenti e procedendo nel modo indicato dalla figura. Sia AB la base fondamentale misurata ed inoltre vengano misurati gli angoli relativi ai triangoli ABC, ABD, CDE, CDF, ecc.

Con questi elementi, facendo uso di semplici operazioni trigonometriche, si determinano dapprima le coordinate dei vertici C e D e quindi, da queste, si calcola la distanza CD. CD è la base comune ai triangoli CDE e CDF, dai quali, con analoghe operazioni si possono determinare le coordinate dei punti della triangolazione di I ordine E ed F.

Successivamente, sempre procedendo nello stesso modo, si calcolano le coordinate di tutti gli altri capisaldi G, H, I, L, ecc.

Da quanto abbiamo visto, le coordinate di tutti i capisaldi possono essere determinate utilizzando una sola misura lineare: tutte le altre misure sono angolari.

I punti di triangolazione di I ordine vengono scelti in luoghi dai quali sia visibile un vasto orizzonte, come sulle vette delle montagne. Allo scopo di ridurre al minimo il numero dei triangoli, di consentire una estensione uniforme della rete in tutti i sensi e di avere da ogni vertice una visibilità uniforme su tutti gli altri, la forma dei triangoli deve essere scelta in modo che essa si scosti il meno possibile da quella equilatera.

Per successivo infittimento della rete di I ordine si procede quindi alla determinazione di altri capisaldi ad essi subordinati i quali, a seconda del grado di derivazione e della distanza da punto a punto, vengono suddivisi in ulteriori tre ordini denominati rispettivamente capisaldi di II, III e IV ordine. Si passa così dai 35-70 km. di distanza fra capisaldi di I ordine a 2-3 km. ed anche meno fra quelli del IV ordine. Nei primi due ordini, le notevoli distanze fra punto e punto inducono, in occasione dei calcoli delle coordinate, a dover tener conto della deformazione prodotta dalla curvatura della terra: di questa particolarità ci occuperemo nello speciale capitolo riservato alla proiezione delle carte.

Le misure angolari vengono eseguite mediante strumenti geodetici di grande precisione chiamati teodoliti. Per lunghe visuali le osservazioni sono fatte di giorno oppure di notte segnalando i capisaldi con speciali apparecchi riflettenti la luce solare chiamati eliotropi (osservazioni diurne) oppure con sistemi ad illuminazione artificiale (osservazioni notturne). Corte visuali vengono segnalate con

pafine oppure con segnali in legno e le osservazioni vengono eseguite essenzialmente durante il giorno.

I punti di triangolazione si suddividono in accessibili ed in inaccessibili. I primi sono contrassegnati sul terreno con cippi in granito oppure con bolloni in ottone: i capisaldi di ordine superiore (I, II, III) sono frequentemente segnalati in modo permanente con piramidi di ferro oppure con torri sulle quali sia possibile stazionare con l'strumento. Punti inaccessibili, per lo più del IV ordine, possono essere campanili, torri, parafulmini ecc., punti insomma sui quali non è possibile stazionare. Le coordinate e le quote di tutti i capisaldi di triangolazione sono determinate al cm. ed indicate in speciali protocolli dai quali ne risulti in modo chiaro anche l'ubicazione. A complemento della triangolazione di IV ordine venne determinata una categoria inferiore di capisaldi inaccessibili; sono i punti topografici. Le coordinate e le quote di essi sono state determinate con minore precisione e vengono quindi indicate al dm. La nostra rete di triangolazione dal I al IV ordine comprende circa 63,000 capisaldi con una densità media di 1,7 caposaldo per km<sup>2</sup>.

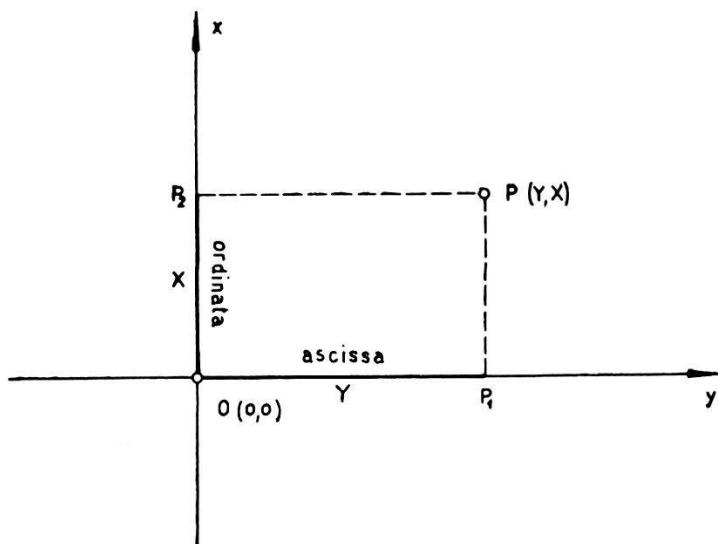
Questa densità varia da un massimo di 4-5 nelle città e centri abitati ad un minimo compreso fra 1 e 0,5 nelle zone di montagna ciò che soddisfa in modo egregio a tutte le esigenze della scienza militare (tiri d'artiglieria p. es.), dell'ingegneria civile (costruzione di strade, gallerie, canalizzazioni, acquedotti ecc.) e del catasto (allestimento di mappe, piani corografici, carte topografiche ecc.).

Il sistema della triangolazione venne usato per primo nel 1615 dall'olandese Snellius.

### Sistema di riferimento della triangolazione e delle carte topografiche

E' noto che la posizione di un punto in un piano può essere definita in modo univoco mediante due grandezze lineari riferite a due assi, i quali, per maggiore comodità, vengono scelti intersecantisi ad angolo retto costituendo in tal guisa un **sistema d'assi** detto **cartesiano ortogonale**. Il punto d'intersezione O dei due assi è chiamato **origine** del sistema.

Dalla figura risulta che, scelto un punto P nel piano, la sua posizione rispetto agli assi y ed x di riferimento è definita dalle due grandezze lineari  $P_2P = OP_1 = Y$  e  $P_1P = OP_2 = X$  ottenute abbassando da P le perpendicolari sui due assi y ed x.



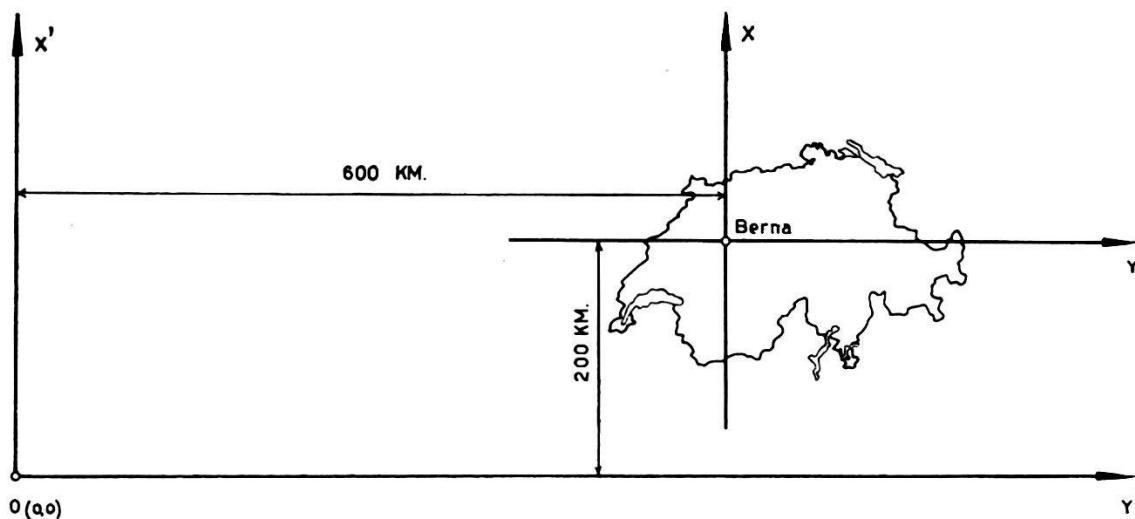
Il primo valore indicato è l'**ascissa** (sempre orizzontale), il secondo è l'**ordinata** (sempre verticale); assieme essi costituiscono le **coordinate piane rettangolari** del punto P considerato.

Tutte le misurazioni eseguite in una nazione sono riferite ad un sistema d'assi l'origine del quale viene scelta in modo da coincidere con un osservatorio astronomico situato in posizione centrale e dal quale sia possibile, mediante osservazioni, determinarne le coordinate geografiche (**latitudine** e **longitudine**) nonchè l'**azimut** riferito ad un lato della rete di triangolazione. Queste operazioni sono indispensabili per poter fissare ed orientare la posizione di ogni singolo caposaldo rispetto alla superficie terrestre.

Origine del nostro sistema d'assi è il vecchio centro dell'osservatorio astronomico di Berna al quale sono riferite le coordinate di tutti i punti di triangolazione e tutte le misurazioni in genere. L'asse delle y o delle ascisse coincide con la direzione ovest-est, quello delle x o delle ordinate con la direzione sud-nord.

Poichè gli assi sono delle rette orientate, cioè rette contraddistinte da versi positivi e negativi, le coordinate di un punto ad esse riferite possono assumere valori di segno diverso. Questo fatto rap-

presenta per scopi militari perdita di tempo e causa non infrequente di errori. L'inconveniente ha potuto essere eliminato sostituendo nelle carte topografiche, al sistema d'assi originale  $y$   $x$ , un nuovo sistema  $y'$   $x'$  ottenuto facendo subire all'asse delle  $y$  una traslazione di 200 km. verso sud ed all'asse delle  $x$  una traslazione di 600 km. verso ovest. Di conseguenza ogni punto situato sul nostro territorio assume coordinate di segno costantemente positivo: inoltre poichè la differenza  $600 \text{ km.} - 200 \text{ km.} = 400 \text{ km.}$  è superiore alla massima dimensione del nostro paese, il valore dell'ascissa sarà sempre maggiore di quello dell'ordinata.



Date quindi le coordinate di un punto riferite al nuovo sistema d'assi si può a priori discernere il valore dell'ascissa da quello dell'ordinata senza tema di creare confusioni.

### L'altimetria

Abbiamo visto nel capitolo precedente che per fissare la posizione planimetrica di un punto sulla superficie terrestre, occorre scegliere dapprima un punto di riferimento chiamato origine; una considerazione identica vale per definirne la posizione altimetrica.

Già nell'antichità, ritenendolo immutabile, si era scelto il livello del mare come orizzonte unico e naturale di riferimento. In realtà, poichè le masse costituenti mari ed oceani risultano irregolarmente distribuite e poichè la notevole differenza di densità fra

mari e continenti cagiona, in prossimità della terraferma, fenomeni di attrazione verso la costa, l'orizzonte subisce una deformazione. Anche l'attrazione del sole e della luna (maree), la rotazione della terra, gli influssi metereologici quali venti, variazioni di temperatura, pressioni atmosferiche diverse, correnti marine, precipitazioni ecc. contribuiscono a produrre sensibili oscillazioni del livello dei mari il quale, di conseguenza, non è unico, non è immutabile, ma varia da costa a costa e da periodo a periodo.

Tutte le nazioni dell'Europa centrale aventi uno sbocco al mare hanno fatto costruire delle stazioni di misurazione dotate d'strumenti speciali di registrazione detti **mareografi** o **limnografi**. Attraverso osservazioni pluridecennali si sono accertati gli spostamenti del livello del mare rispetto ad una marca assicurata in modo stabile nella costa determinandone in tal guisa il livello medio. Dal collegamento delle diverse stazioni, eseguito per mezzo di **livellazioni** \*) **geometriche di precisione**, si è potuto stabilire un confronto fra i livelli medi e derivare quindi un orizzonte unico di riferimento.

La Svizzera, non possedendo nessun sbocco sul mare, ha determinato un proprio orizzonte riferito, come la Francia, al livello medio del mare nel porto di Marsiglia; è la quota del caposaldo **Pierre du Niton** di Ginevra che, come già accennato in precedenza, fu oggetto di due determinazioni. La prima di esse venne eseguita per mezzo di una misurazione trigonometrica riferita alla rete di triangolazione francese e partendo dal caposaldo di triangolazione di I ordine Chasseral. L'orizzonte ottenuto, indicato successivamente come **vecchio orizzonte** (quota 376,860 m.), costituì la base altimetrica delle carte topografiche Dufour e Siegfried. Il secondo orizzonte denominato anche **nuovo orizzonte** (quota 373,600 m.), venne determinato mediante una livellazione di precisione, collegando il caposaldo con la rete altimetrica della Francia. Questo nuovo valore costituisce la base della nuova carta nazionale e di tutti i capisaldi della misurazione.

---

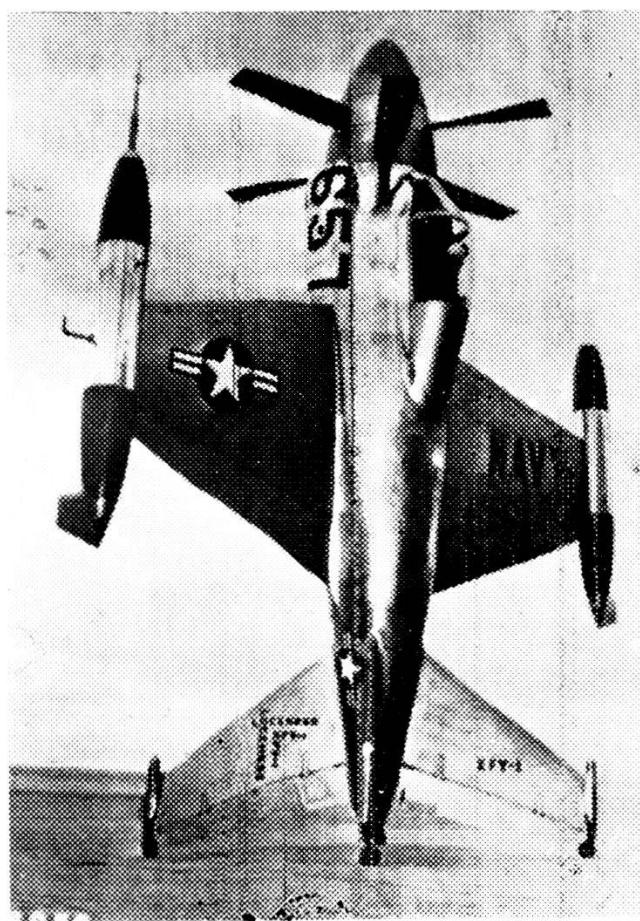
\*) Livellazione: è la determinazione della differenza d'altezza fra due punti ottenuta per mezzo di visuali orizzontali. L'strumento usato è detto livello.

Partendo dalla Pierre du Niton, lungo tutte le strade principali del nostro paese si è quindi provveduto a stabilire, mediante livellazioni di precisione, una fitta rete altimetrica, distinta, a seconda dell'importanza delle strade, in rete di **livellazione federale e cantonale**. La quota dei capisaldi appartenenti a queste reti è stata determinata al mm.

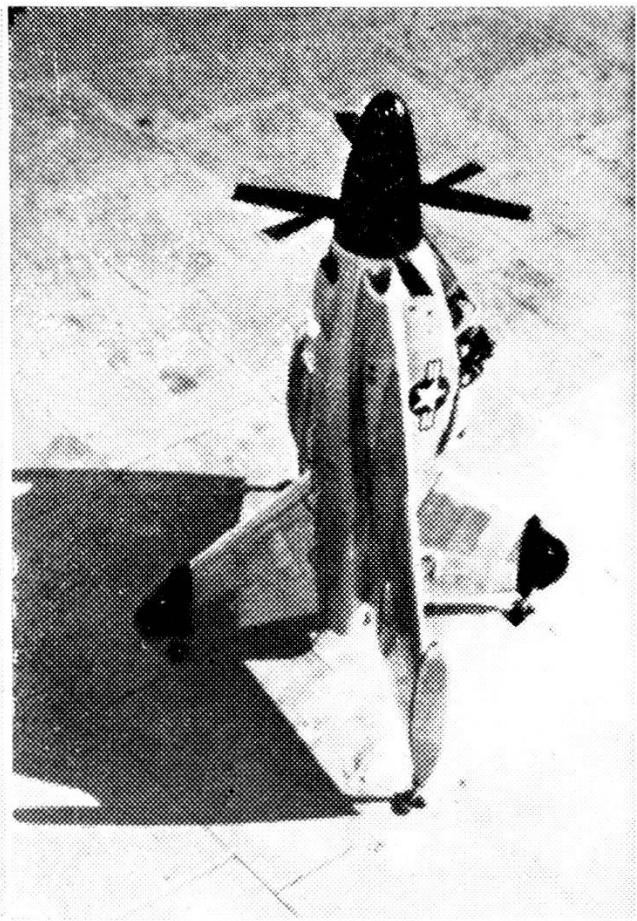
I capisaldi di triangolazione definiscono essi pure una rete altimetrica che è subordinata a quella di livellazione e venne determinata con osservazioni angolari e calcoli trigonometrici: in essi la quota viene rappresentata al cm. *(segue)*

---

La marina Statunitense venne di recente dotata di due nuovi tipi di velivoli che possono decollare ed atterrare verticalmente, ciò che è d'interesse per le navi porta-aerei. Il lancio viene effettuato come per i razzi.



il Lockheed XFV-1



S. U. A.: altro tipo di velivolo in decollo verticale: il Convair XFY-1