

STRUMENTI TOPOGRAFICI SEMPLICI

STRUMENTI SEMPLICI 2

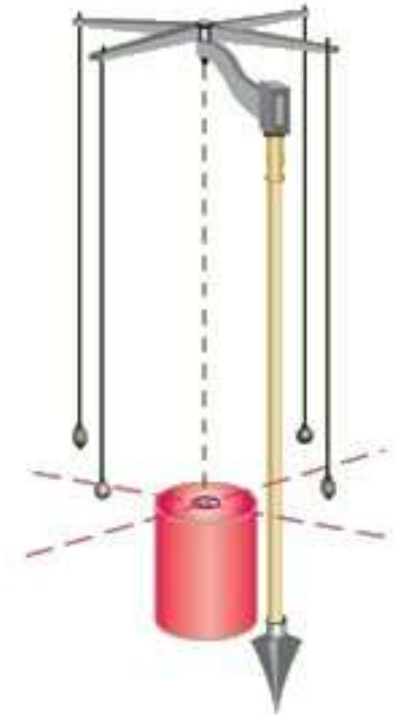
RIFLESSIONE PRELIMINARE

• Questi strumenti ormai non fanno più parte della dotazione strumentale del moderno topografo e, attualmente, conservano solo valenze storiche.

Per quale motivo se ne affronta allora lo studio?

Perché conservano una significativa importanza didattica.

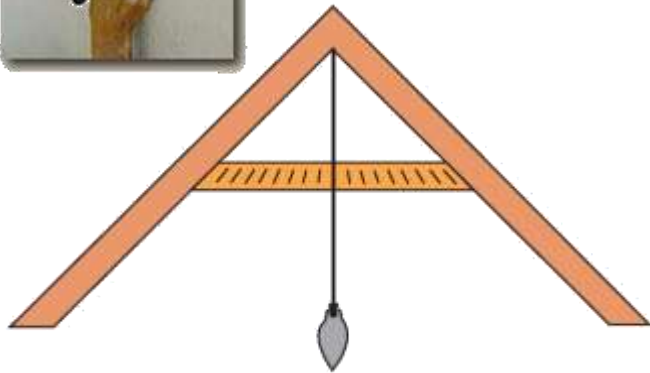
Infatti, in essi si possono riconoscere in modo **semplificato** (dunque in modo più facile da apprendere) tutti quei concetti e quei principi che poi si ritroveranno anche negli strumenti più complessi e moderni.



IL FILO A PIOMBO

• Il filo a piombo è costituito da una **massa metallica** (perlopiù di forma cilindro-conica di peso 200-500 g) sostenuta da un filo di nylon. Questo si dispone secondo le tangenti alle *linee di forza* della gravità ed è il mezzo più comodo, e più antico, di determinare la **verticale** passante per un punto.

antico Egitto



Rinascimento



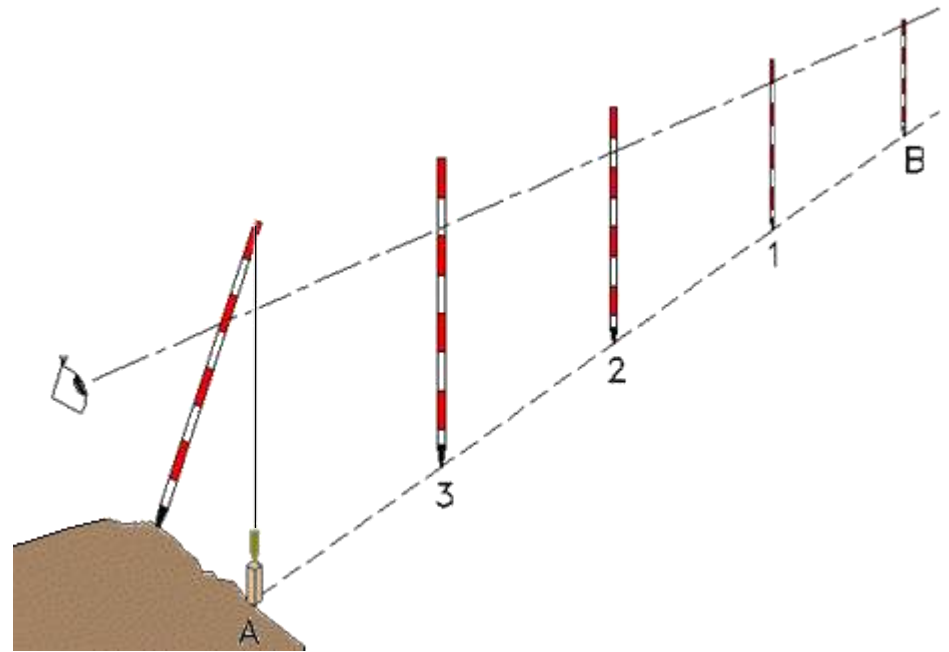
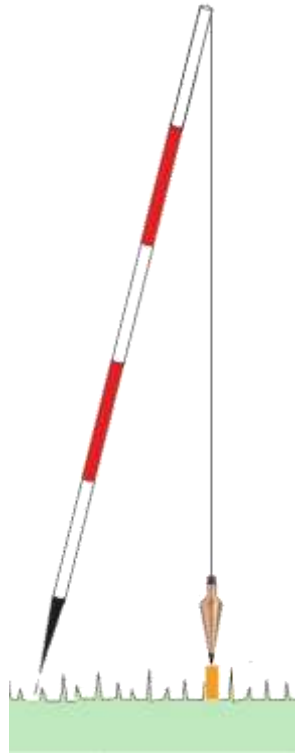
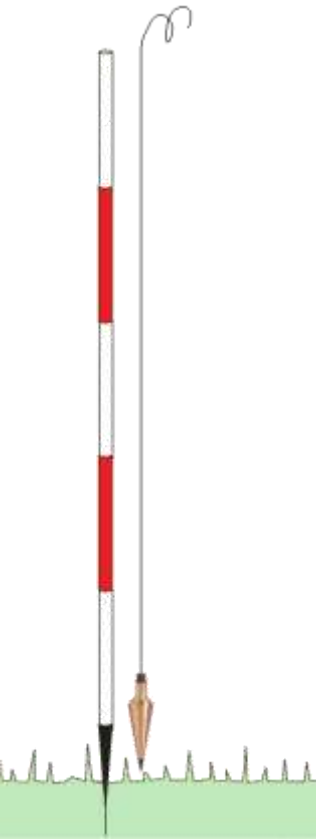
recenti



USO DEL FILO A PIOMBO

In topografia, soprattutto in passato, il **filo a piombo** era usato in numerose situazioni operative; attualmente viene perlopiù utilizzato nelle seguenti applicazioni:

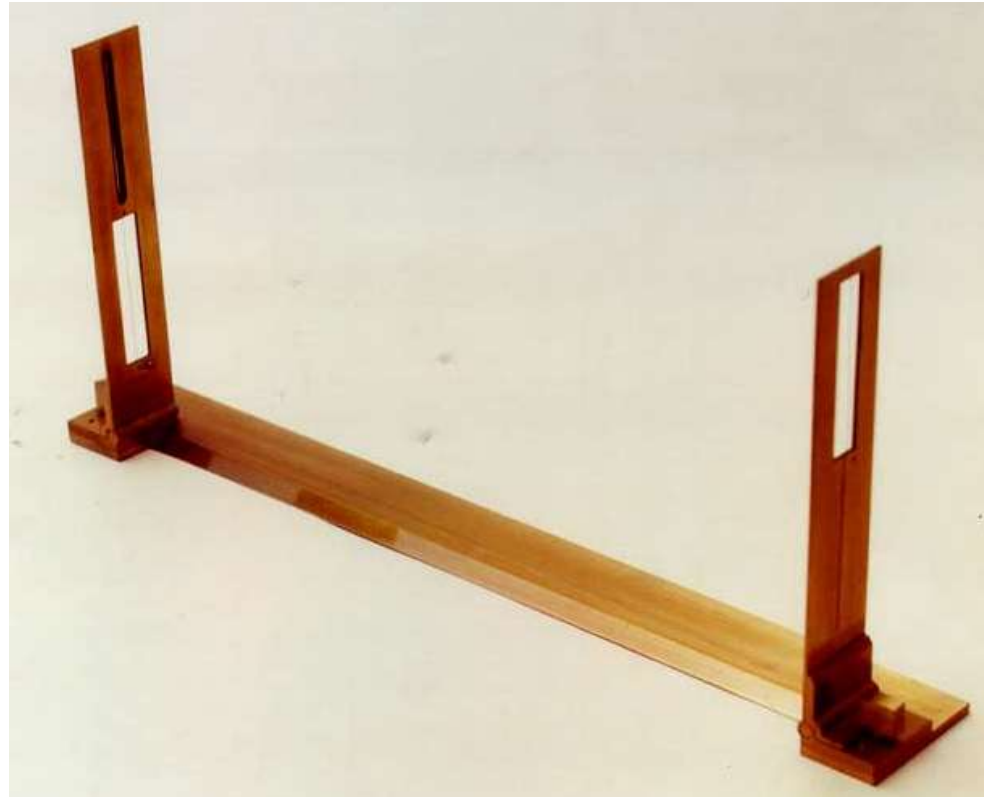
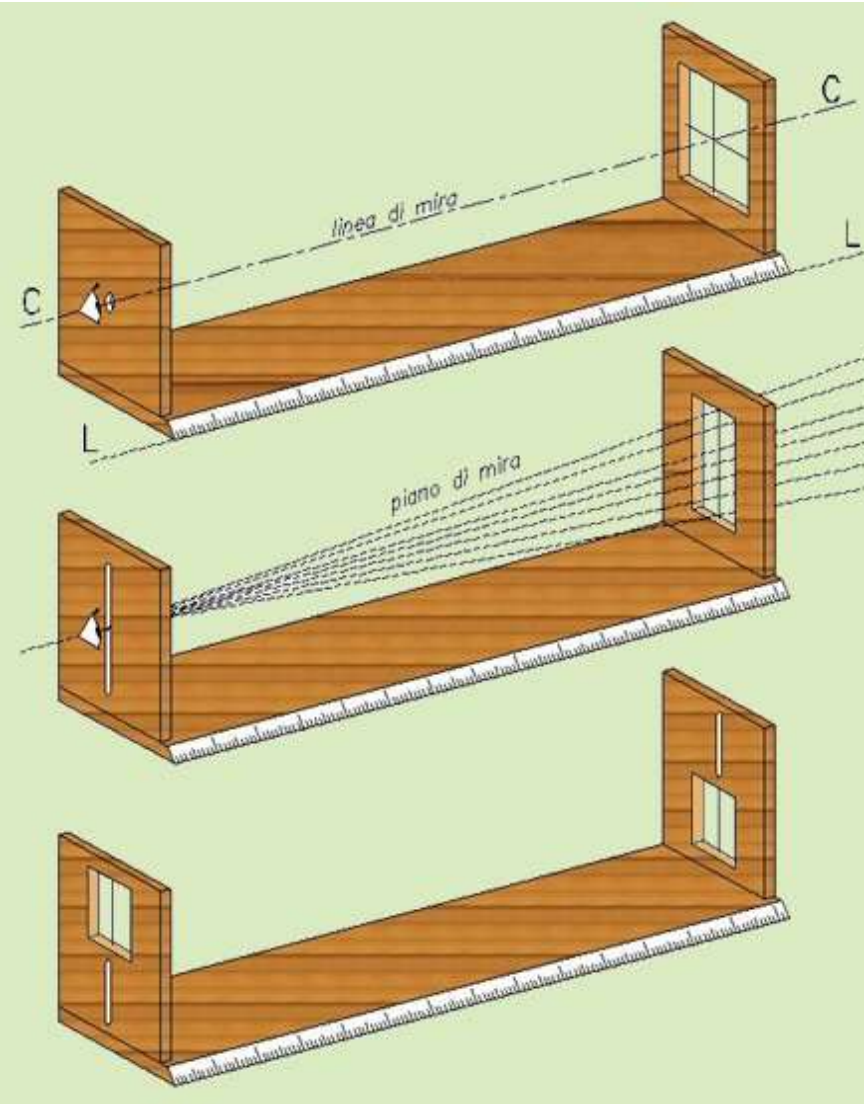
- rendere verticale una palina;
- indicare un punto sul terreno;
- materializzare un allineamento.



LA DIOTTRA

- È un antico **dispositivo** costituito da un'asticella di legno (o metallica) chiamata **regolo**, della lunghezza variabile da 30 a 50 cm,

- Agli estremi si innalzano perpendicolarmente due **alette** (*pinnule*), spesso piegabili mediante una cerniera per renderlo più facilmente trasportabile, con opportune **aperture** (*traguardi*) la cui funzione è quella di determinare una **linea**, oppure un **piano di mira** per la **collimazione a traguardo**.



LA GROMA (romana)

- Era costituita da due barre di bronzo **disposte ortogonalmente** (crociera), montate sulla sommità di un'asta che veniva infissa nel terreno.

- Alle estremità le barre reggevano due coppie fili a piombo, uno per parte, attraverso i quali si realizzavano **due piani di traguardo** tra loro **ortogonali** chiamati *cardus* (nord-sud) e *decumanus* (est-ovest). Essa aveva dimensioni paragonabili a quelle di un uomo.

museo IGM (Firenze)



crociera superiore
(Pompei)



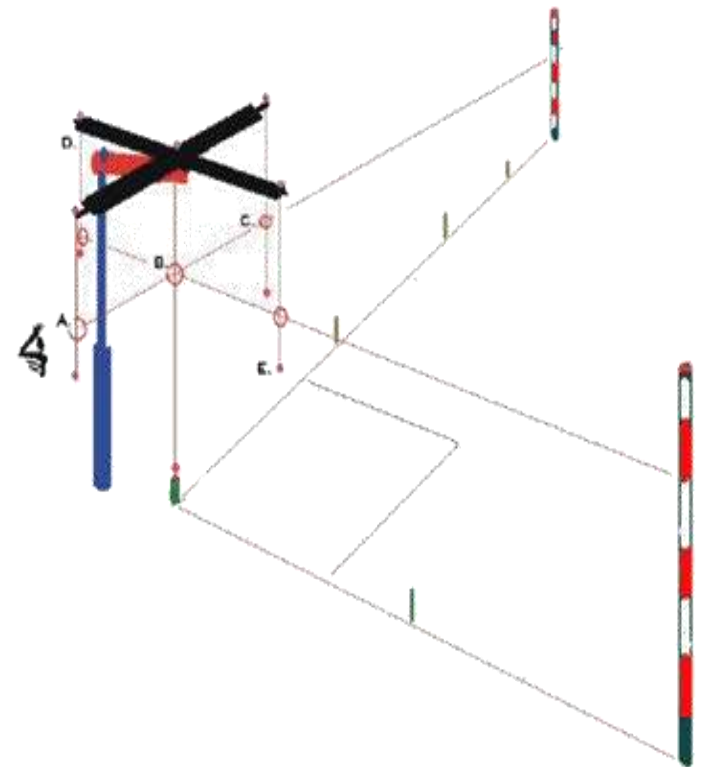
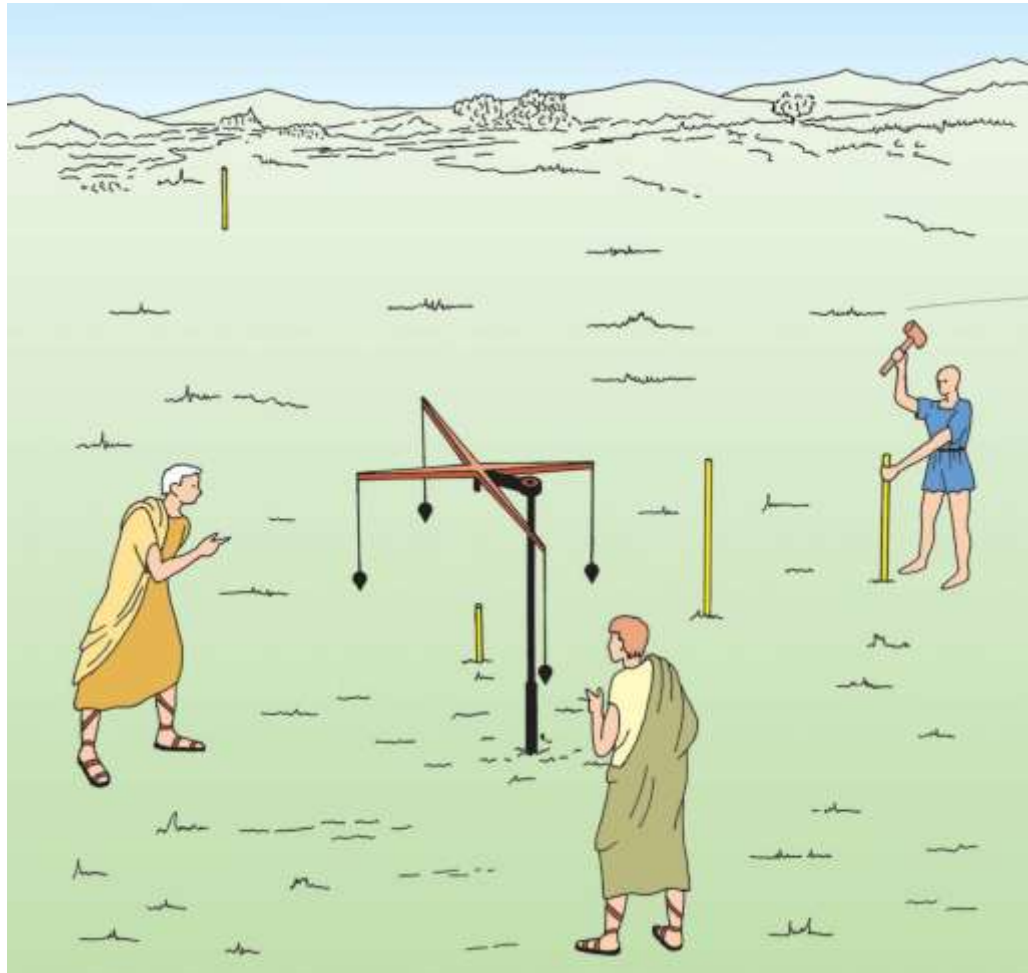
modello reale (USA)



modello virtuale

USO DELLA GROMA

Veniva utilizzata per tracciare sul terreno allineamenti ortogonali (squadri), in particolare nella **centuriatio** del territorio e nella realizzazione di **strade** e aree urbanizzate.



LO SQUADRO AGRIMENSORIO A TRAGUARDI

- Svolge le stesse funzioni delle **groma** (*tracciare squadri*), ma presenta dimensioni ben più ridotte, dunque è assai più pratico nell'utilizzo.
- È costituito essenzialmente da un bossolo metallico del diametro compreso tra 8 e 10 cm, e altezza compresa tra 12 e 15 cm. Spesso assume la forma di un *prisma* a sezione ottagonale con analoghe dimensioni. Di fatto lo **squadro agrimensorio** appare come la sintesi della **groma** e della **diottra**



I PIANI DI TRAGUARDO

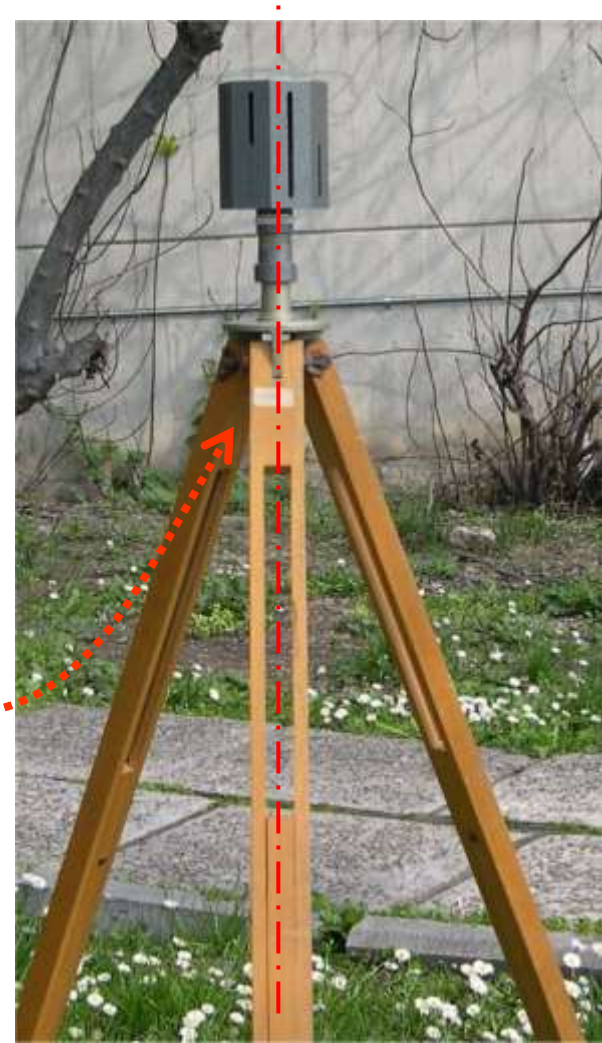
Ogni strumento possiede **4 piani di traguardo** (verticali): se alternati formano un **angolo retto**, se consecutivi un angolo di 45° . I piani di traguardo si intersecano tutti in una retta (**asse dello squadro**) che viene resa **verticale** con una piccola livella sferica.



traguardo
monodirezionale

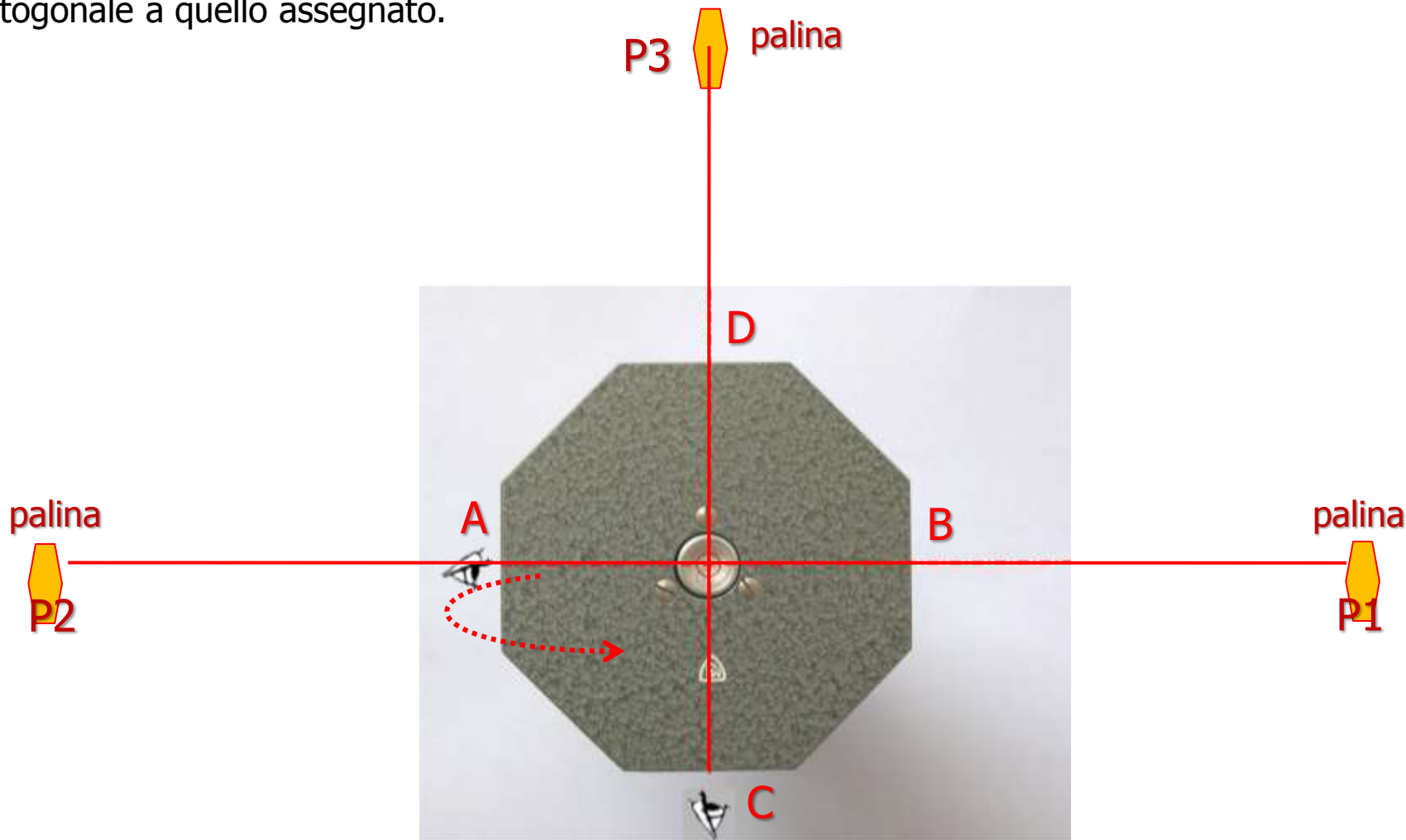
traguardo
bidirezionale
(allineatore)

squadro montato
su treppiede
leggero



FUNZIONAMENTO DELLO SQUADRO

Se un **allineamento** è assegnato mediante i punti P1 e P2 visualizzati da due paline, è possibile posizionare lo squadro su tale allineamento servendosi delle coppie di fessure A e B che permettono la visuale reciproca (**allineatore**). Quindi, utilizzando il traguardo ortogonale C-D (con l'occhio in C), si può posizionare una palina in P3, individuando in tal modo l'allineamento ortogonale a quello assegnato.



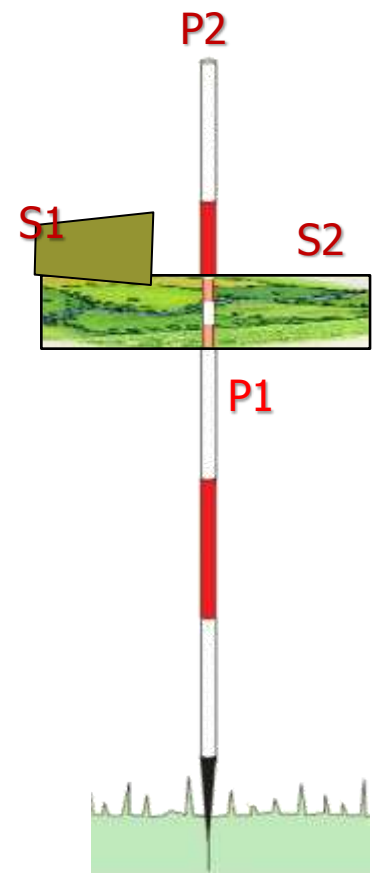
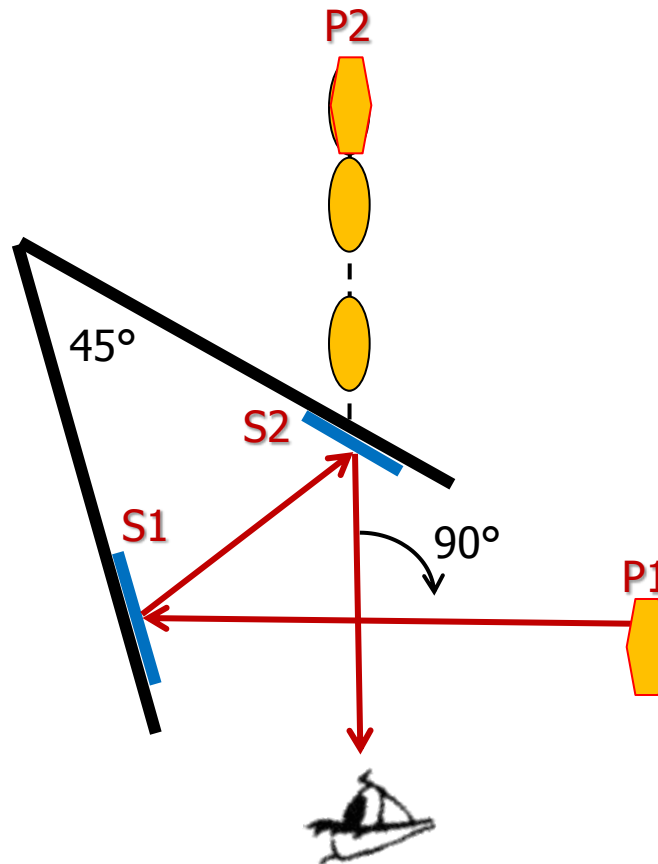
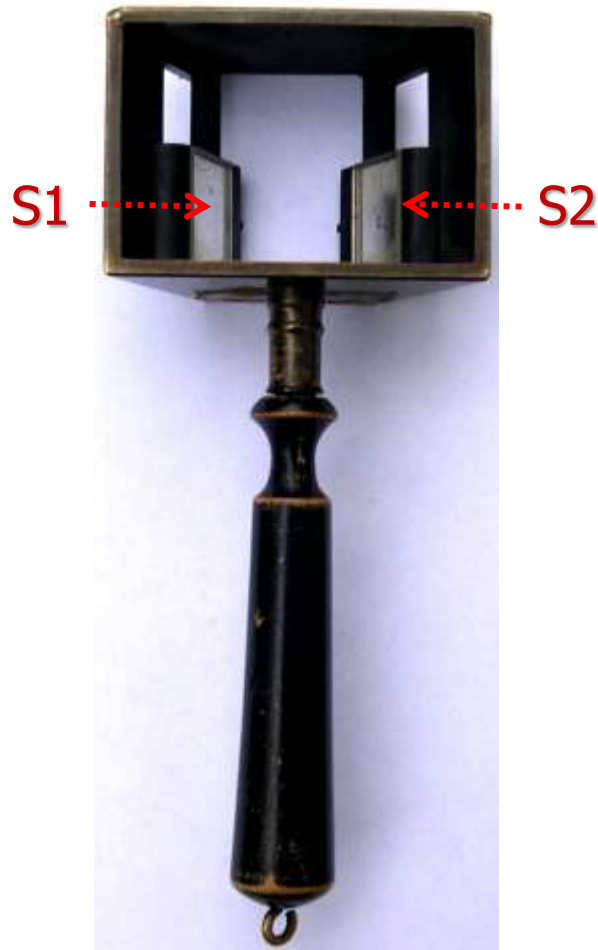
SQUADRO AGRIMENSORIO A CANNOCCHIALE

- Gli squadri agrimensori prodotti attualmente sono provvisti di **cannocchiale collimatore** che consente di effettuare collimazioni precise con un campo di visibilità migliore rispetto a quelli classici. La graduazione orizzontale permette di tracciare allineamenti che formano tra loro qualsiasi angolo, e **non solo squadri**.
- La possibilità di ruotare il cannocchiale sul piano verticale (30°) rende questo tipo di squadra adatto anche all'impiego su terreni accidentati.



SQUADRO A SPECCHI

- Tra il '700 e l'800, la ricerca di uno strumento pratico, piccolo, e facile da usare nel tracciamento degli "squadri" portò a concepire lo **squadro a specchi**, basato sul teorema della **doppia riflessione a 45°**.
- In seguito i due specchi (rapidamente deteriorabili) vennero sostituiti da **prismi** di diversa forma (*squadri a prisma* tascabili), che, tuttavia, hanno lo stesso comportamento degli **squadri a specchi**.

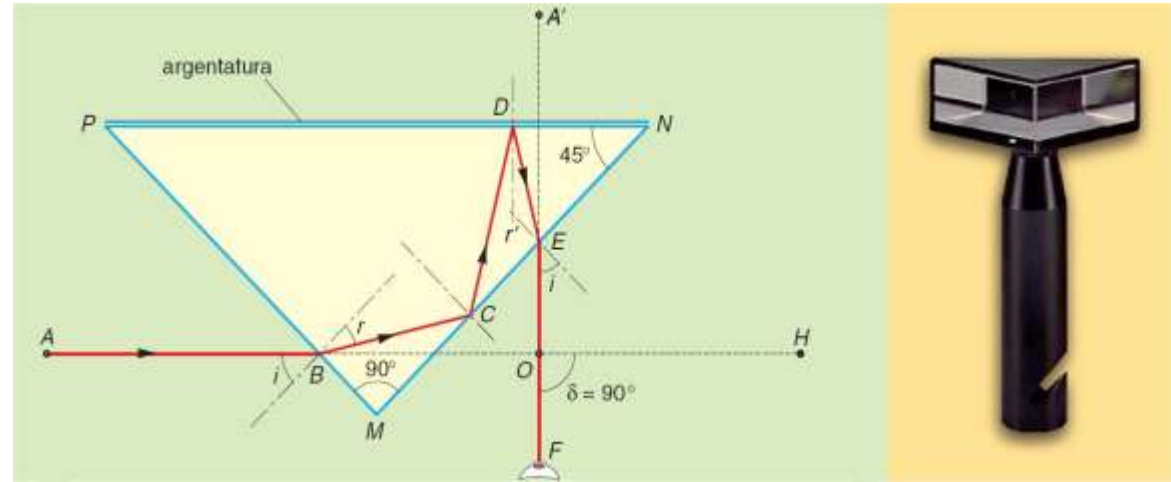


SQUADRI A PRISMA

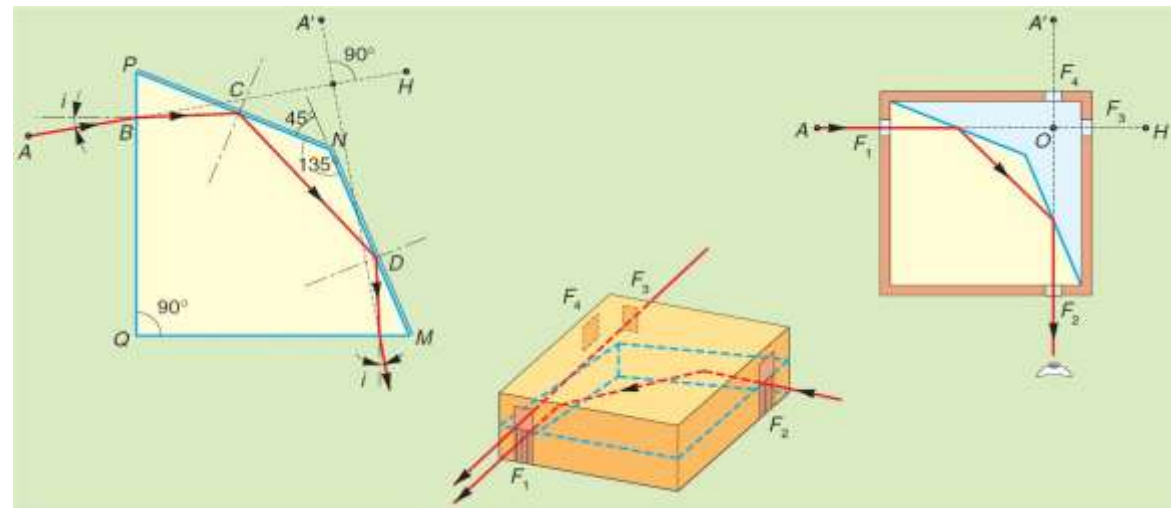
Sono strumenti leggeri, **tascabili**, di rapido impiego, di basso costo ma di modesta precisione, quindi il loro impiego deve essere limitato a operazioni di carattere approssimativo e **speditivo**. Essi svolgono la stessa funzione degli squadri agrimensori, cioè servono a tracciare sul terreno **allineamenti ortogonali**.

Prisma triangolare. È un prisma la cui sezione normale è un triangolo rettangolo isoscele.

La faccia incidente PM e quella emergente MN formano un **angolo di 90°** ; quindi la deviazione sarà di 90° e il prisma funzionerà da **squadro**.

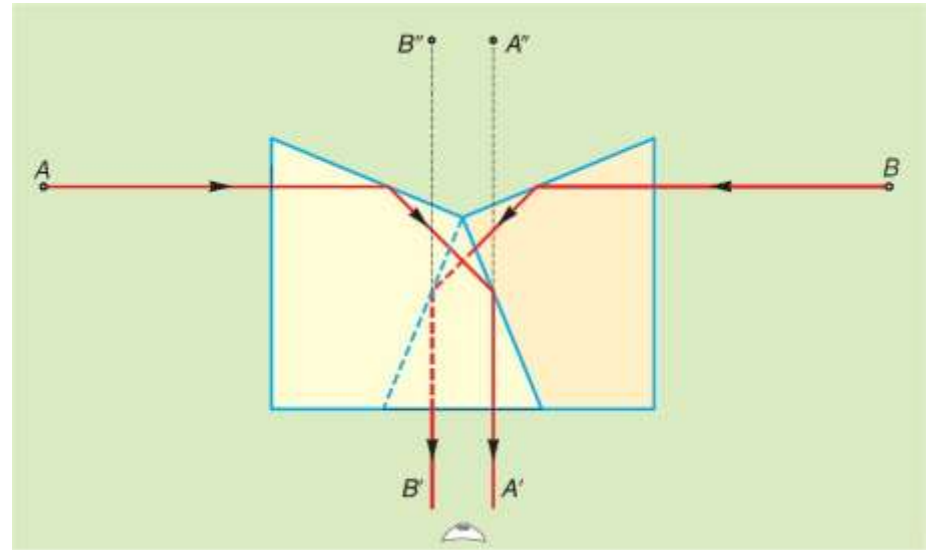


Prisma Wollaston. È un prisma la cui sezione normale è un quadrilatero (esattamente la quarta parte di un ottagono). La faccia incidente PQ è perpendicolare a quella emergente QM. La **deviazione** sarà perciò di 90° .



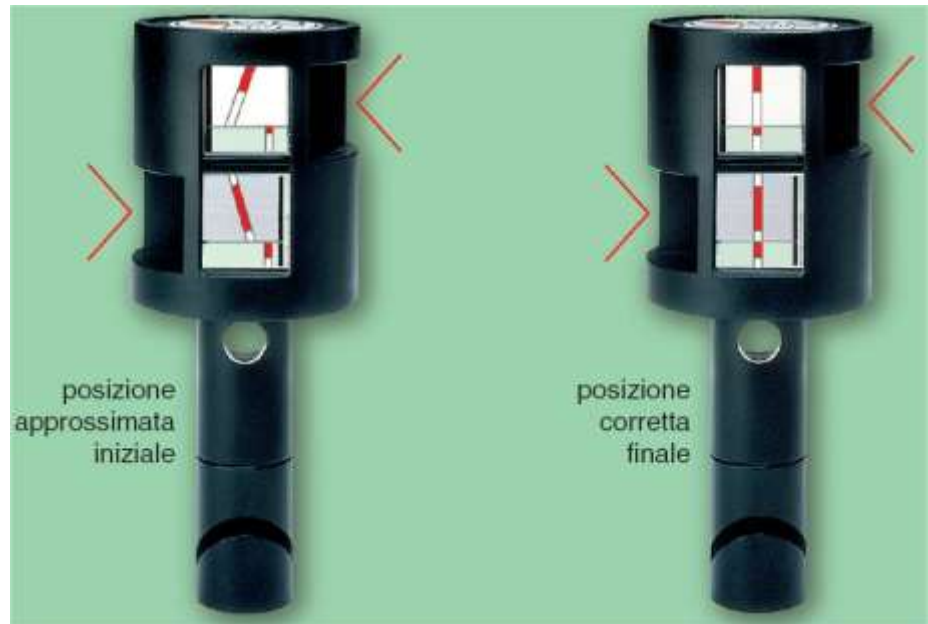
CROCE DI PRISMA (ALLINEATORI)

Croce di prisma. Si possono usare due prismi triangolari **sovrapposti** oppure due prismi di Wollaston o anche due prismi pentagonali. Possono essere utilizzati sia come **squadri** semplici, sia come **allineatori**. Come in tutti gli squadri, la croce di prismi viene sostenuta a mano o, meglio, fissata alla sommità di un **bastone telescopico**.



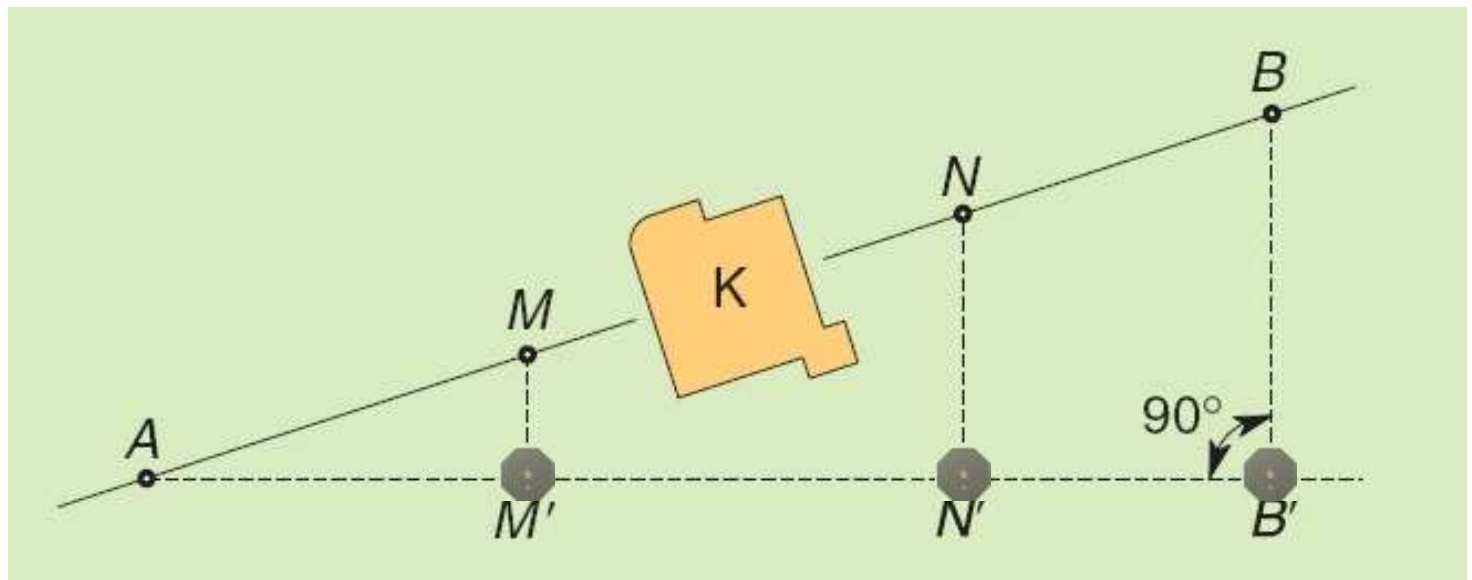
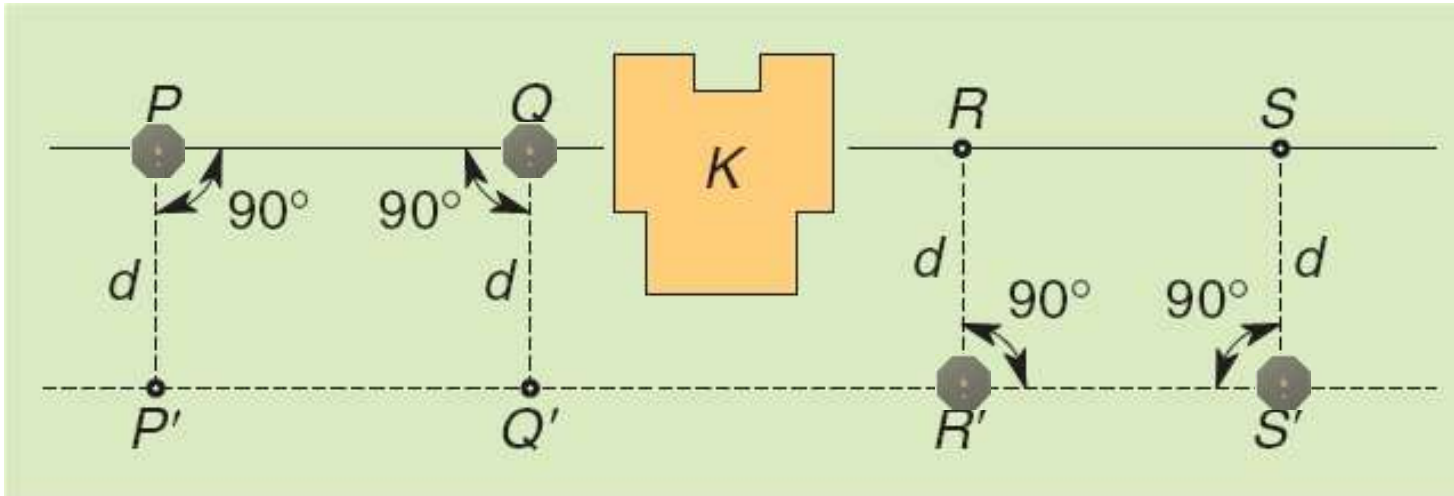
Funzionamento. La croce con i prismi di Wollaston è la croce più utilizzata. Il suo funzionamento è intuitivo osservando le due fasi di impiego.

La prima fase si riferisce all'inizio della procedura (posizione **approssimata**), la seconda alla fase finale con il **posizionamento corretto**.

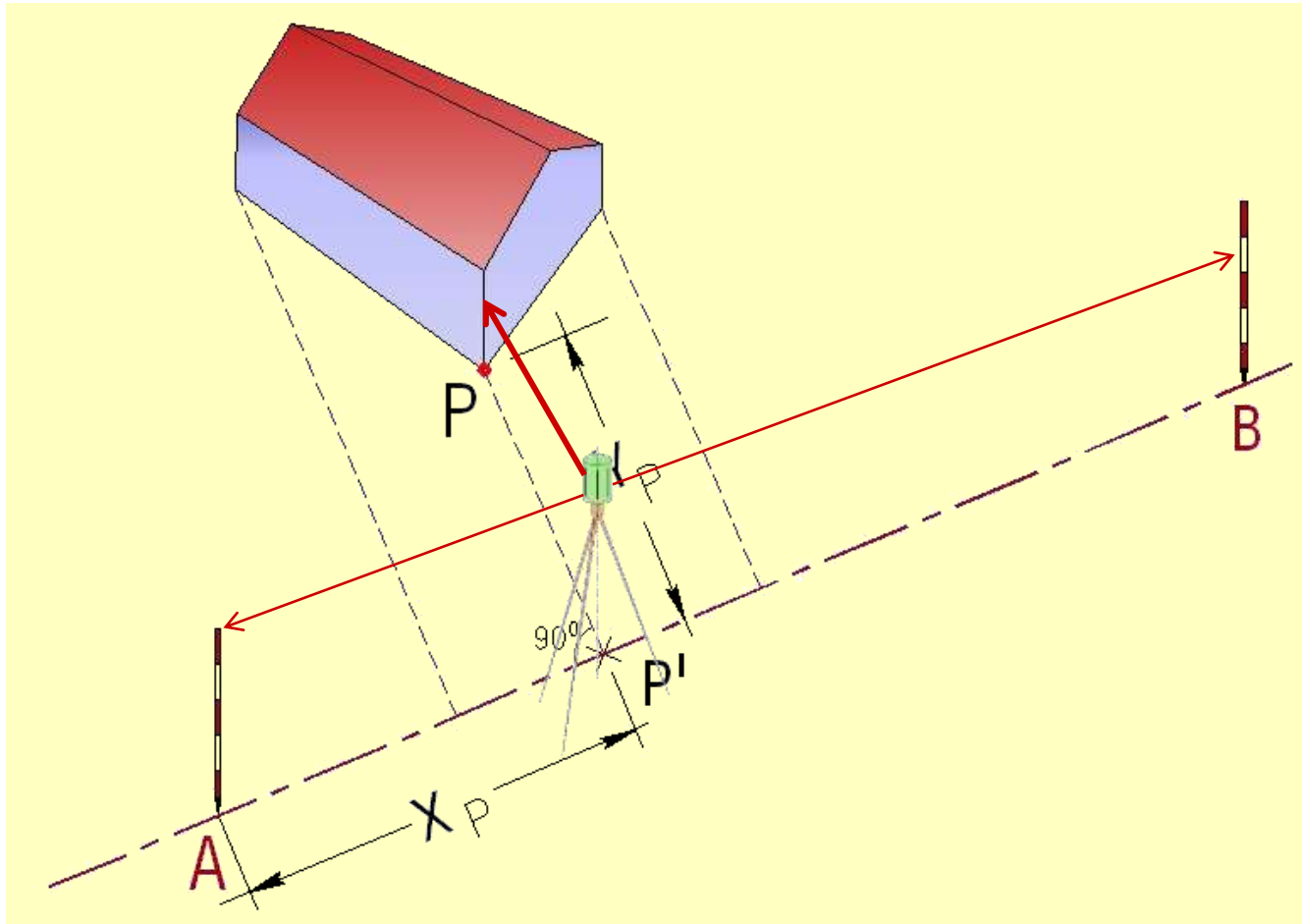


IMPIEGO DEGLI SQUADRI

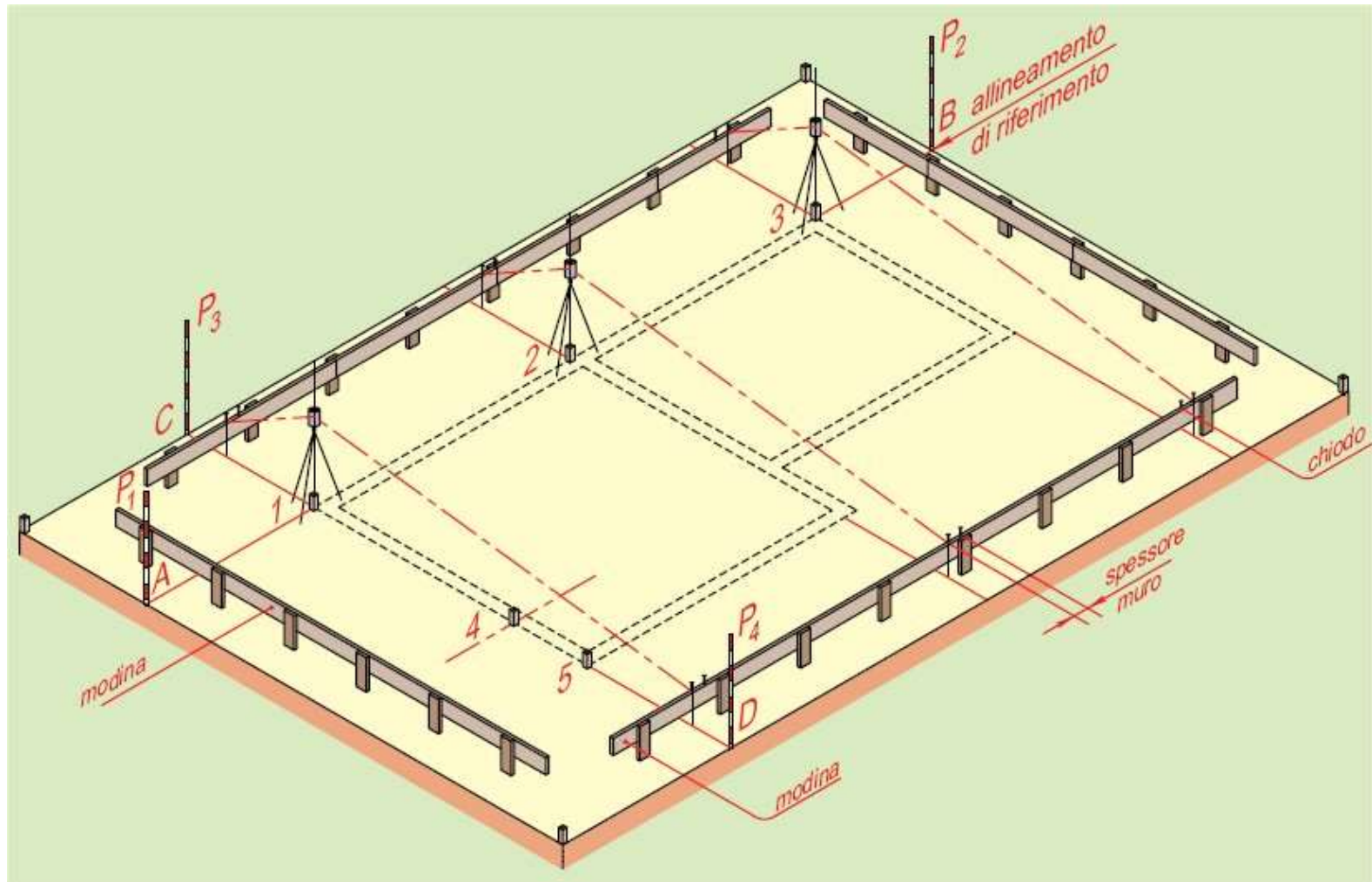
(prolungamento di allineamenti oltre un ostacolo)



IMPIEGO DEGLI SQUADRI (rilievo dei particolari)

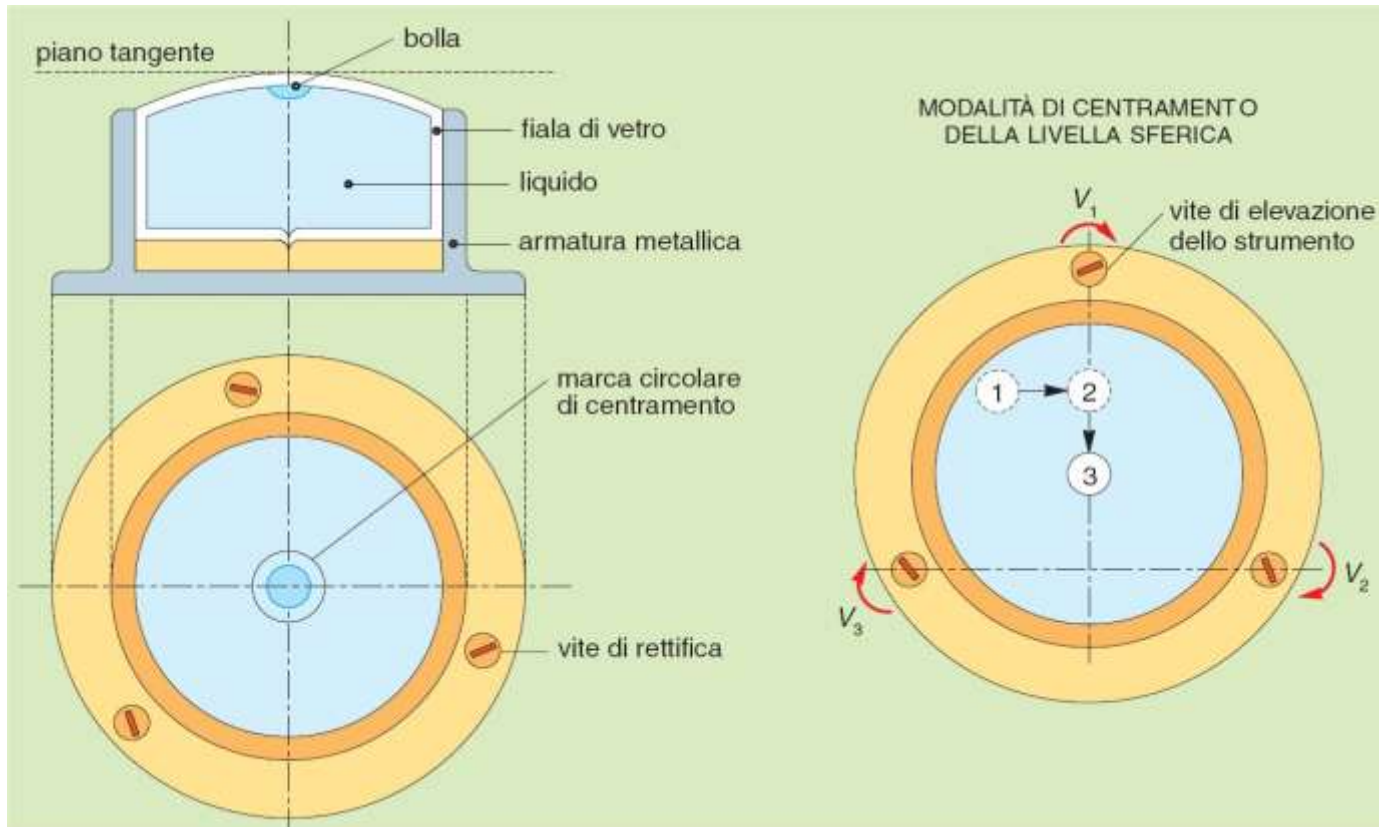


IMPIEGO DEGLI SQUADRI (tracciamento fondazioni di piccoli fabbricati)



LA LIVELLA SFERICA

- È una piccola fiala di vetro cilindrica con coperchio superiore sagomato a forma di **calotta sferica** contenuta in un'armatura metallica. La fiala è riempita **quasi completamente** di un liquido mobilissimo, e lo spazio rimanente è occupato dai **vapori** dello stesso liquido e costituisce la **bolla** della livella.
- Sulla parte superiore è inciso un piccolo **cerchietto**, il cui centro coincide con il punto più alto della calotta sferica, che permetterà il **centramento** della livella.
- La livella si dice **rettificata**, cioè **corretta**, quando il *piano tangente* nel vertice (punto più alto) della calotta sferica è **parallelo** al piano d'appoggio dell'armatura metallica.



ESEMPI DI LIVELLE SFERICHE

da piano



da verticalità



da basamento di teodolite



La livella sferica è una livella di **prima approssimazione**

Serve cioè a rendere **orizzontale** un piano o **verticale** una linea (quando è montata su supporto angolare) con precisioni variabili tra 5' e 10' (sensibilità della livella sferica). La troviamo sempre alloggiata sul basamento a tre viti calanti dei **teodoliti** (sia classici che moderni).

LA LIVELLA TORICA

- È una fiala di vetro costituita da una porzione di '**toro**', cioè di un tratto di superficie generata dalla rotazione di un cerchio attorno a un punto O.
- La fiala di vetro, prima di essere chiusa ermeticamente, viene riempita con liquido volatile lasciandone libero un piccolo spazio, che viene poi occupato dai vapori dello stesso liquido (**bolla**).
- La fiala è poi inserita in un'**armatura** metallica, e nella sua parte superiore viene incisa una **graduazione** con marche simmetriche rispetto a un punto centrale e con un intervallo tra due marche consecutive di 2 mm, detto "**parte**".



LA SENSIBILITÀ DELLA LIVELLA TORICA

La **sensibilità** della livella è l'angolo, espresso in secondi, di cui deve ruotare la livella perché la **bolla** si sposti di 1 mm; essa è calcolabile con la seguente espressione:

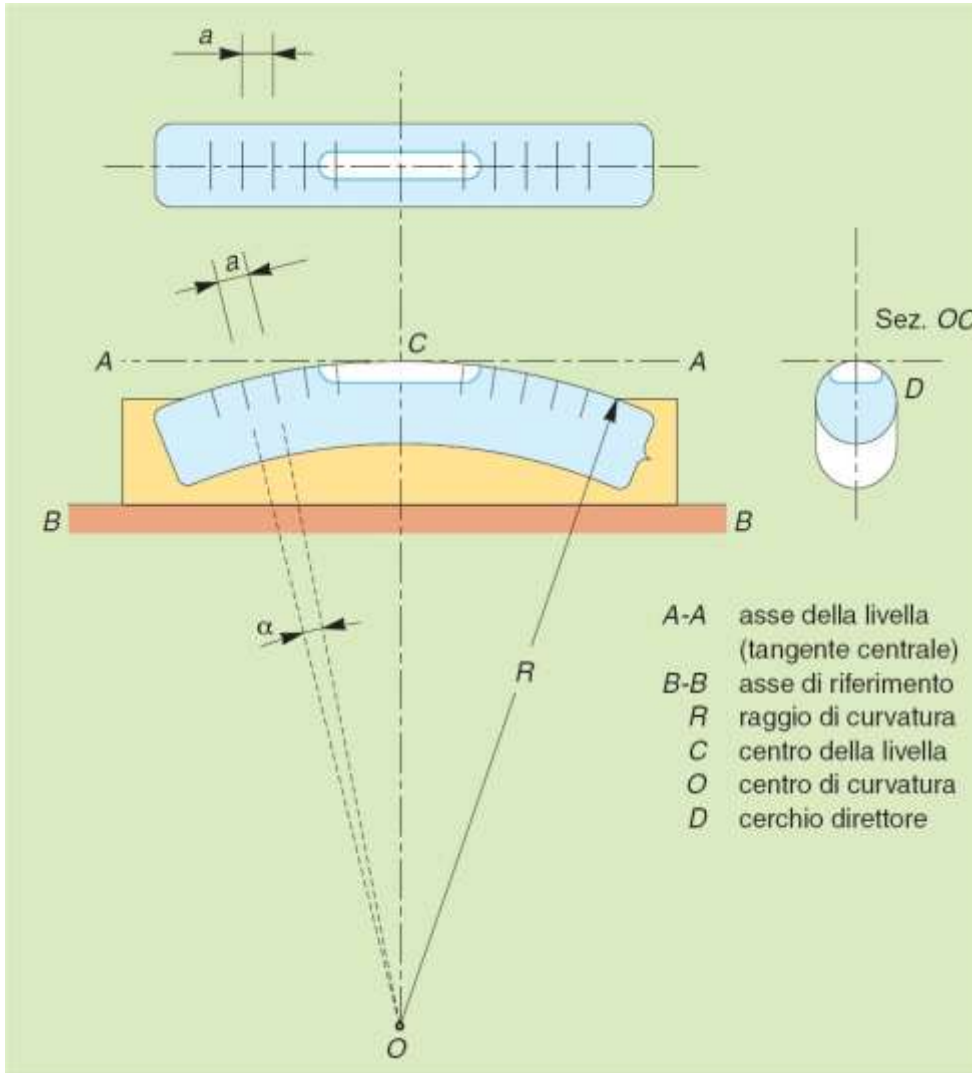
$$\varphi'' = \frac{1 \text{ mm}}{R} \cdot 206265$$

Per ottenere la sensibilità desiderata, il costruttore della livella agisce sul **raggio R**.

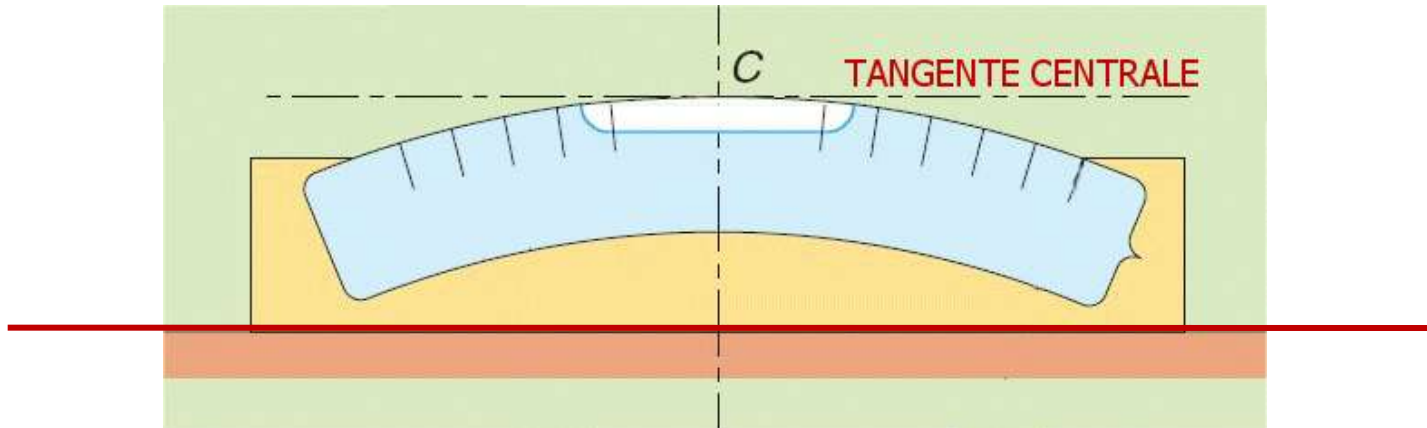
- Livelle di **media precisione** (per es. $\varphi'' = 30''$) presentano il raggio di curvatura $R = 6,8 \text{ m}$.

- Livelle di **grande precisione** (per es. $\varphi'' = 10''$) presentano il raggio di curvatura $R = 20,6 \text{ m}$.

- Tuttavia raggi elevati provocano una grande **instabilità** della bolla, rendendo poi difficoltosa la sua centratura.



LA TANGENTE CENTRALE



La tangente alla superficie torica nel punto centrale C della graduazione si chiama **tangente centrale** (o **asse della livella**).

QUANDO LA LIVELLA VIENE COSTRUITA:

1. la linea di riferimento (inferiore) dell'armatura che contiene la fiala viene resa **orizzontale**;
2. l'origine C della graduazione viene fatta coincidere con il **centro della bolla**.

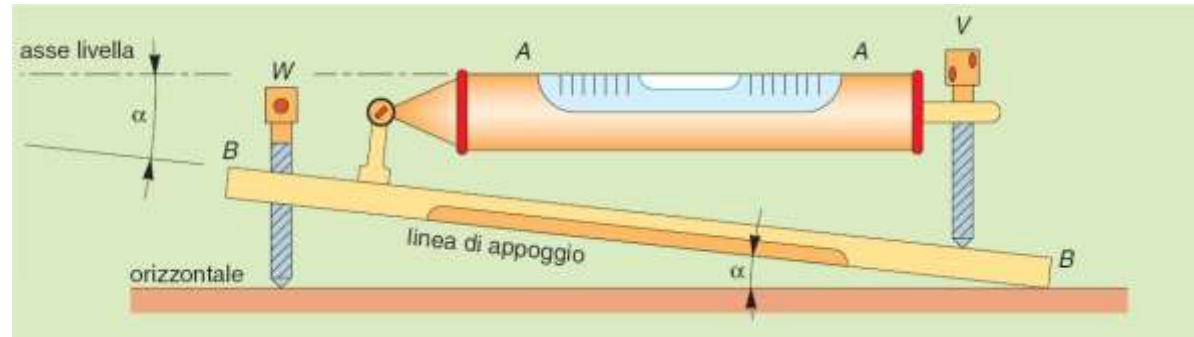
QUANDO LA LIVELLA VIENE USATA:

1. occorre verificare (periodicamente) che la livella sia rettificata, cioè funzioni correttamente (come al punto successivo);
2. ogni volta che si usa la livella, portando i menischi della bolla equidistanti dalla origine C della graduazione (**bolla centrata**), la linea di riferimento dell'armatura (dunque anche la direttrice d'appoggio) è **orizzontale**.

VERIFICA E RETTIFICA DELLA LIVELLA TORICA

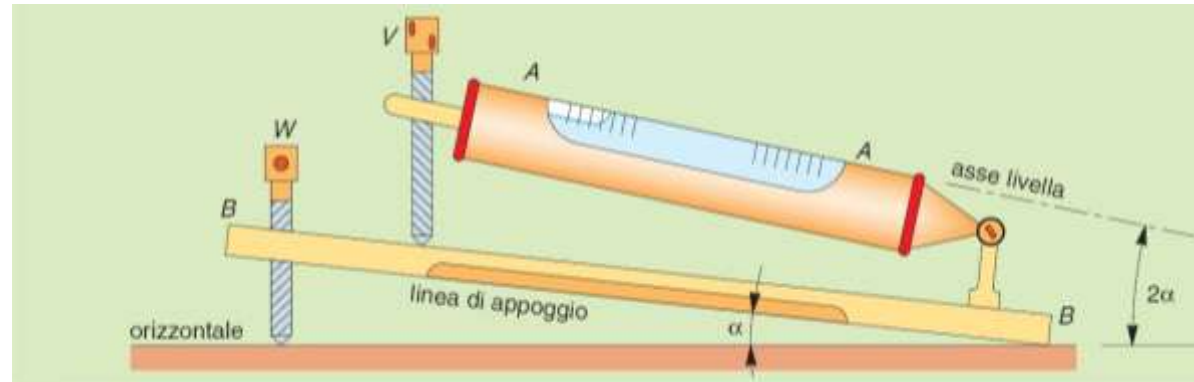
Una livella è **rettificata** quando la tangente centrale è parallela alla linea d'appoggio. La **verifica**, e l'eventuale **rettifica**, di tale condizione si esegue in due distinte fasi:

1 – si appoggia l'armatura lungo una direttrice e si centra la bolla con la vite W;



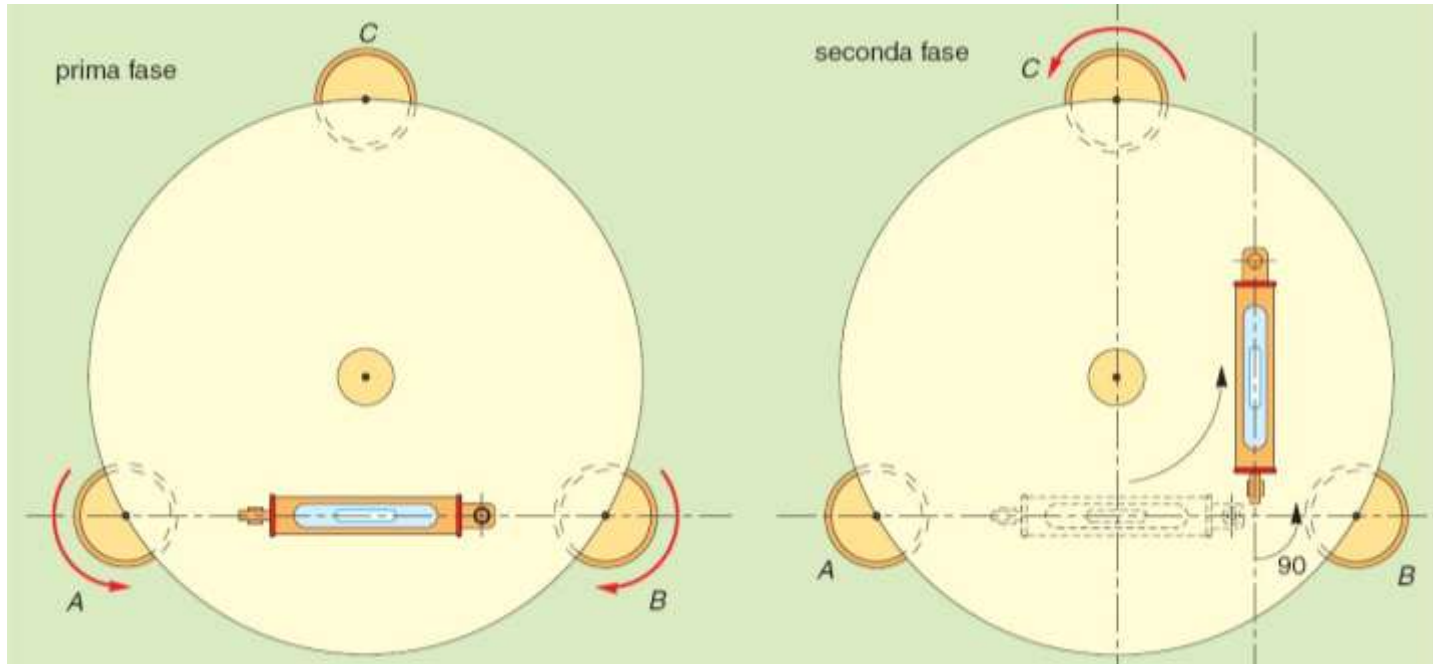
2 – si **ruota** di 180° l'armatura e si osserva la bolla.

- Se rimane centrata la livella è **verificata** (corretta).
- Se non rimane centrata, la livella è scorretta e deve essere **rettificata** ricentrando la bolla **metà** con la vite W e **metà** con la vite V.



LIVELLA TORICA DEI TEODOLITI

La livella torica è stata concepita per rendere **orizzontale una linea**. Tuttavia con una particolare tecnica può essere usata per rendere **orizzontale un piano** (per es. un piano passante per la tricuspidale della bassetta dei teodoliti).



1 – Ruotando l'alidada si dispone l'asse della livella parallela alle due viti calanti A e B, poi si centra la bolla (prima direttrice A-B orizzontale).

2 – Ruotando di nuovo l'alidada si dispone l'asse della livella sulla vite calante C, poi si centra la bolla (seconda direttrice orizzontale).

Il piano passante per A, B, C, dunque anche il cerchio graduato, è orizzontale

LIVELLA TORICA A COINCIDENZA DI IMMAGILI

- Nelle livelle di precisione (piccola sensibilità ma grande instabilità) il **centramento** ad occhio della **bolla** sulla graduazione non è mai soddisfacente per la sua incertezza.
- In questi casi la livella è privata della graduazione, e il centramento della bolla avviene con un apparato ottico che porta alla **coincidenza** delle immagini dei **menischi** diametralmente opposti della bolla.
- Questo tipo di centramento della bolla della livella torica veniva utilizzato nei tradizionali **livelli ottici**. Con questi strumenti venivano misurati i **dislivelli**.

