



**Documento:** SPECIFICHE\_IGM\_4  
**Versione** : 1.0 Livellazione  
**Data** : Gennaio 2003

**ISTITUTO  
GEOGRAFICO  
MILITARE**

**TITOLO:** Specifiche tecniche per la progettazione, ricognizione, segnalizzazione e misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale

**COMPILATO DA:** Servizio Geodetico e Direzione Lavori  
Ricerca e sviluppo

**EMESSO E CUSTODITO DA:** Direzione Lavori Ricerca e Sviluppo

**APPROVATO DA:** Consiglio Scientifico dell'IGM

**COMPOSIZIONE DEL DOCUMENTO**

1. Nomenclatura e definizioni
2. Progettazione e ricognizione
3. Segnalizzazione
4. Misure
5. Attrezzature strumentali
6. Squadra operativa e produzione
7. Documentazione tecnica

**RIFERIMENTI:**

Capitolato d'appalto per la ricognizione, segnalizzazione e misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale (Toscana). CAPITOLATO\_IGM\_4

Capitolato d'appalto per la misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale (Liguria, Piemonte), CAPITOLATO\_IGM\_5

Questo documento è di proprietà dell'istituto Geografico Militare e non può essere riprodotto, utilizzato e divulgato all'esterno dell'IGM senza la preventiva autorizzazione. Tutti i diritti sono tutelati a norma di legge.



5e468419



## 1. NOMENCLATURA E DEFINIZIONI

### Linee di livellazione

Sono definite **linee di livellazione** i percorsi lungo i quali vengono posizionati i segnali di riferimento altimetrico, detti **capisaldi**, posti di norma a distanza di 1 km circa l'uno dall'altro. Le operazioni di **livellazione geometrica** consentono la determinazione del **dislivello** fra due capisaldi contigui; è possibile così attribuire una **quota**, come la somma dei dislivelli successivi, ad ogni caposaldo, partendo da uno di essi di quota assegnata scelto come fondamentale.

I capisaldi sono costituiti da contrassegni resi solidali al terreno, attraverso una fondazione propria, o fissandoli ad un manufatto preesistente ed avente caratteristiche di stabilità e durata nel tempo (edifici, muri di sostegno, ponti ecc.).

Ogni linea di nuova istituzione deve essere collegata a linee già esistenti in modo che sia possibile, secondo il metodo suddetto, la determinazione delle quote dei capisaldi che la compongono.

### Capisaldi di livellazione

Ogni caposaldo di livellazione è costituito da un **contrassegno orizzontale principale** (CSO), ed eventualmente da uno o più contrassegni orizzontali secondari (CSO', CSO'', ecc.) e da uno o più contrassegni verticali (CSV, CSV', ecc.). I vari contrassegni appartenenti allo stesso caposaldo sono posti a breve distanza tra loro e fissati sullo stesso manufatto o su manufatti diversi ubicati nelle immediate vicinanze.

In casi particolari (ad esempio a seguito della distruzione del CSO) un caposaldo può essere costituito dal solo contrassegno verticale.

*I capisaldi della rete di livellazione di alta precisione furono classificati, al momento della loro istituzione, in quattro categorie in relazione alle caratteristiche della segnalizzazione e conseguentemente alla probabilità di conservazione nel tempo; tale classificazione non riguarda quindi la precisione delle quote che risulta invece sempre la stessa. La divisione in categorie sussiste ancora oggi anche se è cambiata la tipologia dei contrassegni e le modalità della loro materializzazione.*

**Capisaldi di I categoria**, detti anche **nodali**, perché corrispondenti ai vertici dei poligoni della rete, costituiti da:

- 2 contrassegni di porcellana interrati e stabilizzati in un'unica gettata di calcestruzzo, dei quali uno protetto da un chiusino il cui riferimento è indicato nelle monografie con "C" e l'altro completamente interrato e indicato nelle monografie con "B" (Tav. 1- Fig. 7);
- 1 contrassegno costituito da una sporgenza emisferica del chiusino, indicato in monografia con "A" (Tav. 1- Fig. 7);
- 1 contrassegno verticale indicato con "V".

Un caposaldo di I categoria è sempre accompagnato da un altro caposaldo della medesima categoria, situato a breve distanza dal primo.

**Capisaldi di II categoria**, detti anche **fondamentali**, posti ogni 25 km circa di linea.

Un caposaldo di II categoria è costituito dai medesimi contrassegni del caposaldo di I categoria. Anche in questo caso la segnalizzazione è doppia, esistono cioè due capisaldi fondamentali distanti tra loro poche decine di metri.



**Capisaldi di III categoria**, detti anche **principali**, posti ogni 5 km circa di linea, costituiti da:

- I contrassegno di porcellana interrato e stabilizzato in una gettata di calcestruzzo ("C"), protetto con un chiusino (Tav. 1- Fig. 8);;
- I contrassegno costituito da una sporgenza emisferica del chiusino ("A") - (Tav. 1- Fig. 8);
- I contrassegno verticale.

**Capisaldi di IV categoria**, detti anche **capisaldi di linea**, distanti tra loro 1 km circa. La segnalizzazione è costituita da un contrassegno di porcellana interrato e stabilizzato in una gettata di calcestruzzo (non protetto da chiusino) (Tav. 1- Fig. 9); oppure da un bullone di ghisa fissato su una parete verticale (Tav. 1- Fig. 10).

Talvolta accade di trovare lungo le linee di alta precisione contrassegni diversi da quelli indicati. Si tratta generalmente di capisaldi della vecchia rete di livellazione o di capisaldi di altri Enti che sono stati inseriti nelle linee di alta precisione e nuovamente quotati.

Attualmente, pur rispettando le categorie dei capisaldi esistenti e ripristinando i contrassegni distrutti, si utilizzano esclusivamente bulloni e centrini per i contrassegni orizzontali e piastrine per quelli verticali, e si istituiscono soltanto **capisaldi di linea** e **capisaldi principali**.

Sono detti **capisaldi di linea** i normali capisaldi posti ad 1 km l'uno dall'altro di norma costituiti da un solo contrassegno orizzontale (CSO).

Sono detti **capisaldi principali** quelli realizzati allo scopo di costituire un riferimento altimetrico più duraturo nel tempo. Essi sono caratterizzati da materializzazioni particolarmente curate che ne assicurino la conservazione. Di norma sono posti su edifici pubblici importanti (chiese, scuole, municipi, caserme, ecc.) e sono costituiti da almeno due contrassegni: quando possibile un CSO ed un CSV, altrimenti da due CSO di tipo diverso.

### Contrassegni

I contrassegni sono detti orizzontali quando è possibile la loro misura per mezzo di una stadia semplicemente appoggiata su di essi. A tale scopo essi sono posti al livello del suolo o a breve distanza da esso.

Nelle fase di istituzione delle linee di alta precisione essi erano costituiti da un troncocono di porcellana (Fig. 1) o da un chiodo in metallo (Tav. 1- Fig. 1), interrati a 20÷40 cm di profondità e protetti o meno da un pozzetto di ghisa (Fig. 2) o cemento. Il punto a cui è riferita la quota è quello individuato dal piano orizzontale tangente alla sommità della sporgenza emisferica del segnale in porcellana o in metallo; tale punto è convenzionalmente indicato nelle monografie con la lettera "C".

In caso di protezione con pozzetto in ghisa (I, II e III cat.) era presente un ulteriore contrassegno orizzontale, in aggiunta al segnale di porcellana interrato, costituito da una sporgenza emisferica presente nella parte superiore del pozzetto che alloggia il coperchio. La quota è riferita al piano orizzontale tangente a tale sporgenza, indicato con la lettera "A".





Fig. 1

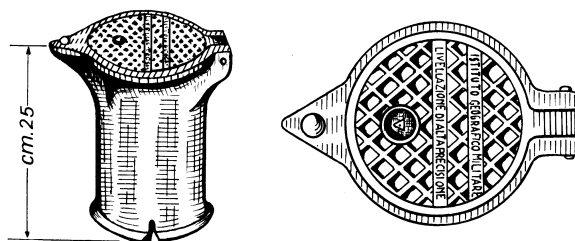


Fig. 2

Attualmente i contrassegni orizzontali sono costituiti preferibilmente da un bullone di ghisa infisso orizzontalmente in una parete verticale a circa 50 cm dal suolo, con la testa sporgente dalla parete in modo da potervi appoggiare sopra la stadia durante le misure; la quota è riferita al piano orizzontale tangente alla sommità della testa torica del bullone (Tav. 1- Fig. 10). Quando non sono disponibili strutture verticali atte al posizionamento di un bullone, si utilizzano centrini in acciaio inox, terminanti con una parte semisferica, infissi in strutture orizzontali (ponticelli, chiaviche, chiuse, ecc.). Il riferimento è costituito in questo caso dal piano orizzontale tangente alla sommità della testa del chiodo o del centrino.

I contrassegni sono detti verticali quando non è possibile la loro misura per mezzo di una stadia semplicemente appoggiata su di essi. I contrassegni verticali sono infissi su pareti verticali ad un'altezza dal suolo di circa 2,5 m, e sono misurabili soltanto per mezzo di nastri o stadiette, appesi direttamente o per mezzo di apposite staffe. L'esperienza ha mostrato che l'altezza a cui sono posti li protegge, in percentuale superiore rispetto agli orizzontali, da manomissioni e asportazioni. Anticamente erano costituiti da targhette metalliche recanti un foro od un segno di vario genere al quale era riferita la quota (Tav. 1- Figg. 3, 4, 5, 6). Nelle fasi di istituzione delle linee di alta precisione sono stati utilizzati come contrassegni verticali delle piastrine a mensola terminanti con una mezza sfera alla sommità della quale va riferita la quota (Tav. 1- Fig. 11). Attualmente si utilizzano piastrine dalle quali fuoriesce un cilindretto orizzontale al cui asse è riferita la quota. La forma di questi contrassegni ne consente la misura anche con una normale stadia da 2 m posta con il tallone in battuta sul piano orizzontale tangente alla parte inferiore del cilindretto. E' necessario in questo caso aggiungere al dislivello la misura del raggio del cilindretto che risulta una costante costruttiva pari a 1,5 cm.

Nella Fig. 3 è indicata la simbologia dei contrassegni utilizzati dall'Istituto Geografico Militare nel corso degli anni: quelli anteriori al 1942 per la vecchia rete di livellazione, quasi del tutto distrutta; quelli posteriori al 1942 impiegati nella fase di istituzione delle linee di alta precisione. La simbologia attuale è quella in All. 1.



Anteriori al 1942			Posteriori al 1942			
DESCRIZIONE	SIMBOLO	RIFERIMENTO DELLA QUOTA	DESCRIZIONE	SIMBOLO	RIFERIMENTO DELLA QUOTA	
Contrassegni orizzontali (Cso)			Contrassegni orizzontali (Cso)			
Disco metallico impiombato	●	Faccia superiore del disco	Di I categoria (fig. 7)	●	Punti più alti delle sporgenze sferiche A, B e C	
Circolo inciso	○	Centro del circolo	Di II categoria (fig. 7)	⦿		
Chiodi (o cs di vetro) interrato (fig. 1 o 2)	□	Punto più alto (figg. 1 e 2)	Di III categoria (fig. 8)	⊙		
Mensola murata nelle fondamenta	▶	Faccia superiore	Di IV categoria { in porcellana interrata (fig. 9) bullone nel muro (fig. 10) bullone di acciaio (fig. 11) circolo inciso (ant. 1942, rimisurati)	○	Punti più alti delle sporgenze sferiche A e C	
Piano orizzontale	—	Specificato nella descrizione		⊕	Punto più alto della sporgenza sferica C	
Contrassegni verticali (Csv)				⊗	Punto più alto della testa	
Piastrina metallica (figg. 3 e 6)	■	Foro o lineo centrale		○	Centro del circolo	
Piastrina di marmo (fig. 4)	⊞	Linea od altro segno	□	Centro	Contrassegni verticali (Csv)	
Piastrine speciali	□	Specificato nella descrizione	Mensola (fig. 11)	⊞	Punto più alto della mezza sfera	
	⊞	Linea incisa	Piastrina metallica (figg. 3 e 6) (ant. 1942, rimisurati)	■	Foro o linea centrale	
	□	Centro	Piastrina metallica (fig. 5) (ant. 1942, rimisurati)	□	Foro centrale	
Piastrina metallica (fig. 5)	□	Foro centrale		□		

Fig. 3

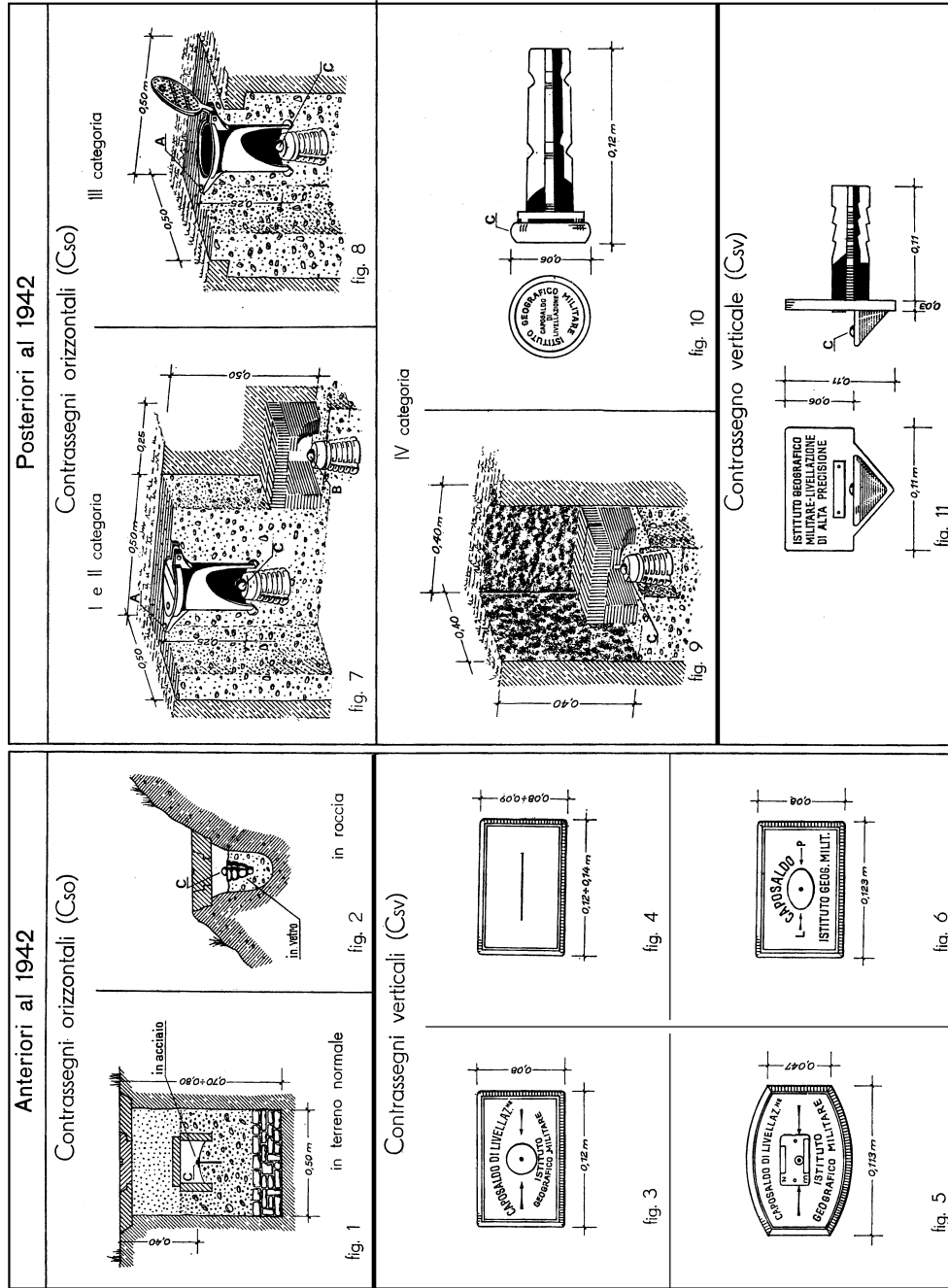
Tutti i contrassegni orizzontali non terminanti con una semisfera o con una superficie toroidale, tali cioè da non rendere unico ed inequivocabile il piano orizzontale tangente alla parte superiore del contrassegno, devono essere misurati con l'ausilio di un **supporto con calotta sferica (mezza sfera)**, opportunamente calibrato, che posto sopra di essi (con la parte sferica verso l'alto) rende possibile l'esecuzione di misure di alta precisione. E' necessario in questo caso correggere il dislivello di una quantità pari al raggio della sfera che risulta una costante costruttiva del valore di 1,5 cm.

**Capisaldi a carattere provvisorio**

In rari casi, quando la situazione dei luoghi impedisce la materializzazione di normali capisaldi con interdistanza chilometrica, può risultare necessario, al fine di misurare tratte di lunghezza non eccessiva, l'istituzione di **capisaldi a carattere provvisorio**. Tali capisaldi, dovendo servire soltanto alle misure in atto, non richiedono una particolare materializzazione: è sufficiente l'individuazione di un sostegno naturale (es. roccia affiorante, ecc.), o artificiale (es. soglie di edifici, paracarri, ecc.) che risulti stabile ed identificabile con precisione. Poiché tali sostegni non saranno dotati, in generale, di una superficie curva idonea all'appoggio della stadia, si utilizzerà per la loro misura un **supporto con calotta sferica** la cui posizione sull'appoggio verrà marcata in modo da renderla inequivocabile.

In caso di mancanza di idonei sostegni possono essere impiegati come capisaldi a carattere provvisorio picchetti in ferro o in legno, da utilizzare sempre con l'ausilio del **supporto con calotta sferica**, che andranno conficcati e ben stabilizzati nel terreno.





Tav. 1 – Tipi di contrassegni di livellazione



## 2. PROGETTAZIONE E RICOGNIZIONE

Le linee di livellazione devono necessariamente seguire la viabilità esistente, poiché il metodo della livellazione geometrica può essere attuato esclusivamente lungo le strade. Il percorso di una livellazione di alta precisione si svilupperà sempre secondo poligoni chiusi, in modo da consentire il controllo delle misure tramite la “chiusura” dei poligoni stessi, ed avrà sempre almeno un collegamento con le linee esistenti, in modo da poter assegnare ai nuovi capisaldi una quota riferita al sistema altimetrico nazionale. In maniera analoga si ottiene sia l’inserimento nel sistema nazionale che il controllo di una nuova linea se essa inizia e finisce su linee esistenti. In tal caso è necessario verificare la stabilità dei capisaldi di attacco, relativamente ai movimenti locali, rimisurandone il dislivello rispetto a quelli limitrofi. Nel caso in cui le nuove misure non confermino gli antichi dislivelli è necessario procedere nella rimisura della linea di riattacco, in ambedue i versi, fino a quando non si è certi di aver rintracciato un caposaldo stabile rispetto ai movimenti locali.

Nel progettare una nuova livellazione è indispensabile quindi la conoscenza dello sviluppo della rete altimetrica di alta precisione dell’IGM, ed è opportuno considerare l’ubicazione, nella zona, di eventuali capisaldi appartenenti ad altri Enti, poiché, inserendoli nel progetto, si ha la possibilità di effettuare ulteriori controlli delle misure.

Individuato il percorso più idoneo alle finalità del rilievo si dovrà identificare, attraverso una attenta ricognizione, l’esatta ubicazione dei capisaldi. Essi saranno posti su manufatti già presenti in loco ed aventi dimensioni, consistenza e destinazione d’uso tali da garantire una adeguata stabilità nel tempo. Saranno da evitare marciapiedi, cordoli, muretti divisorii, pozzetti di fognature di piccole dimensioni ed ogni altra simile struttura prefabbricata. Saranno invece indicati: edifici, spalle di ponti, muri di sostegno, chiuse di canali ed in genere ogni altra struttura in calcestruzzo gettata in loco.

I capisaldi di nuova istituzione dovranno, generalmente, essere posti ad una distanza di 1 km.  $\pm$  200 m. Per esigenze particolari è possibile all’occorrenza porli a distanze inferiori a 800 m, e solo eccezionalmente a distanze superiori a 1.200 m.

Un caposaldo principale dovrà essere materializzato all’inizio e alla fine della linea, nei punti di incrocio di due o più linee, dopo una successione di 4 capisaldi di linea, e ogni volta che la presenza di centri abitati consenta di sfruttare immobili importanti (chiese, scuole, municipi, caserme, ecc.). Mediamente un caposaldo ogni 8 km dovrà essere adatto all’esecuzione di una stazione GPS; se il CSO principale del caposaldo non risulta idoneo a tale scopo si istituirà nelle sue vicinanze, utilizzando un contrassegno adatto alle misure GPS, un apposito CSO’.

In particolare dovrà essere verificata:

- l’assenza di ostacoli stabili, che impediscano la ricezione dei segnali satellitari, aventi un’elevazione superiore a  $15^\circ \div 20^\circ$  sul piano dell’orizzonte dell’antenna considerata posta ad altezza normale sopra un treppiede. Sarà ammessa la presenza di ostacoli con azimuth compreso fra  $330^\circ$  e  $30^\circ$ .
- l’assenza di disturbi elettromagnetici tali da rendere impossibile o difficoltosa la ricezione dei segnali satellitari; in fase di ricognizione verrà verificato che il valore del rapporto segnale/rumore risulti sensibilmente superiore ai valori minimi dichiarati dal costruttore dello strumento utilizzato.



5e468419



Anche i vertici della rete fondamentale nazionale GPS ubicati in prossimità di un nuovo tracciato di livellazione, entreranno a far parte della nuova linea; a tale scopo essi dovranno essere oggetto di ricognizione prima dell'inizio delle misure, in modo da assicurarsi della loro effettiva presenza.

Nel caso di interventi su vecchie linee la ricognizione dovrà essere finalizzata al recupero ed al riattamento dei capisaldi esistenti, e all'integrazione di quelli mancanti con altri di nuova istituzione. **Il ritrovamento dei capisaldi risulta di importanza fondamentale**, a tale scopo è basilare un'attenta analisi della documentazione monografica fornita dall'IGM. Ogni contrassegno scomparso andrà sostituito procedendo alla materializzazione di un nuovo contrassegno in un luogo di idonee caratteristiche.

Un nuovo CSO andrà materializzato anche nel caso in cui l'antico contrassegno sia in cattive condizioni o risulti ubicato sopra o in prossimità di manufatti pericolanti. Il caposaldo comprenderà in questo caso entrambi i contrassegni: il nuovo contrassegno sarà denominato CSO ed il vecchio verrà rinominato CSO'.

### 3. SEGNALIZZAZIONE

L'operazione di segnalizzazione comprende l'insieme dei lavori necessari per il riattamento dei capisaldi rintracciati e la materializzazione di nuovi capisaldi.

I capisaldi di nuova istituzione saranno materializzati con i seguenti contrassegni:

- contrassegni orizzontali: preferibilmente bulloni, altrimenti centrini universali;
- contrassegni verticali: piastrine con cilindretto;
- CSO destinati alla stazione GPS: centrini universali.

#### **Bullone**

Il bullone dovrà essere infisso, a circa 30 cm dal suolo, su una parete che risulti sufficientemente verticale e priva di sporgenze in modo da rendere possibile l'appoggio di una stadia della lunghezza di 3 metri in posizione perfettamente verticale; l'asse del bullone dovrà risultare orizzontale. La parete dovrà inoltre essere sgombra da tubazioni, cavi, decorazioni od altri ostacoli che rendano difficoltoso il posizionamento della stadia.

Sulla parete sarà praticato un foro con trapano, con punta da 35÷40 mm, della profondità di almeno 11÷12 cm, nel quale troverà posto il codolo ad alette del contrassegno. Il bullone verrà fissato con malta ottenuta mescolando cemento e sabbia in un rapporto 1:2. L'acqua dovrà essere in quantità tale da ottenere un impasto con consistenza plastica. Le pareti del foro dovranno essere inumidite con acqua prima di fissare il centrino.

Al posto della malta possono essere utilizzate resine sintetiche ad alta resistenza; in questo caso il foro sarà preventivamente pulito con accuratezza, per liberarlo dalle polveri della perforazione, servendosi di una pompa ad aria e di un pennello. Il bullone sarà posto con la scritta nel verso corretto della lettura.

Il bullone, una volta inserito, non dovrà essere ruotato per evitare la formazione di cavità all'interno del foro che potrebbero riempirsi di acqua e provocare il deterioramento della malta cementizia compromettendo la stabilità e la durata della materializzazione. Si dovrà porre attenzione della rifinitura della muratura esterna che dovrà essere ben raccordata con la parete e non presentare screpolature o fessure; la malta dovrà aderire alla testa del bullone senza soluzione di continuità. La superficie torica che resta esterna dovrà essere lasciata pulita.





### **Centrini universali**

I centrini universali saranno utilizzati, oltre che per la materializzazione dei capisaldi destinati a divenire punti di raffittimento della rete fondamentale nazionale GPS, nei casi in cui risulta impossibile l'impiego del bullone.

Per la loro posa in opera si praticherà, sul manufatto destinato ad ospitarli, un foro con trapano, con punta da 14 mm, profondo almeno 8 cm.

La parte superiore del foro dovrà presentare un allargamento tale da consentire l'alloggiamento di una porzione della testa del contrassegno.

Il fissaggio potrà avvenire, con le medesime modalità già descritte per il bullone, sia con malta che con resine sintetiche. Nel caso di impiego di resine il beccuccio miscelatore dovrà iniziare l'erogazione dal fondo del foro, risalendo lentamente fino al totale riempimento. L'asse principale del contrassegno dovrà risultare verticale. La testa del centrino sarà raccordata con la superficie del manufatto, utilizzando lo stesso collante impiegato per il fissaggio, in modo da impedire l'infiltrazione di acqua. La resina o la malta eccedenti dopo tale operazione dovranno essere asportate evitando di sporcare la parte superiore del centrino che, a fine lavoro, dovrà restare perfettamente pulita.

Il proprietario del manufatto scelto per la materializzazione, sia esso Ente pubblico o privato, verrà preventivamente informato, e si procederà alla materializzazione solo dopo il suo consenso.

### **Piastrina**

La piastrina costituente il contrassegno verticale dovrà essere fissata su una parete, con le stesse modalità già descritte per il bullone, ad altezza dal suolo di circa 2,50 m, in posizione tale da far risultare agevole sia l'aggancio del nastrino metallico che l'appoggio, nella parte inferiore, di una stadia da 2 m. La parete dovrà risultare inoltre, come per il bullone, sgombra da tubazioni, cavi, decorazioni o altri impedimenti che rendano difficoltoso il posizionamento della stadietta o del nastrino.

La piastrina dovrà essere posta su un manufatto prossimo a quello su cui è ubicato il CSO, o sullo stesso manufatto.

Il foro per l'alloggiamento del codolo ad alette del contrassegno sarà realizzato con una punta da 16÷18 mm ed avrà una profondità di almeno 8 cm.

### **Riattamento**

I chiusini costituenti i capisaldi di I, II e III categoria, facili da localizzare per la loro posizione a livello del suolo, presentano, nella quasi totalità dei casi, difficoltà all'apertura a causa dell'ossidazione delle cerniere. In tali circostanze è consentita la rottura del coperchio che verrà successivamente sostituito con uno di diversa fattura (privo di cerniere) fornito dall'IGM.

I pozzetti, una volta aperti, devono essere ripuliti dai detriti eventualmente accumulatisi al loro interno; in questa operazione si porrà particolare attenzione a non danneggiare il contrassegno che, se in porcellana, risulta fragile. La calotta sferica del contrassegno dovrà essere accuratamente pulita: con una spugna se in porcellana o con una morbida spazzola in acciaio se metallica.

Per il ritrovamento dei capisaldi di IV categoria (interrati) si eseguiranno, basandosi sia sulle informazioni presenti sulla monografia che su quelle raccolte in loco dal proprietario dell'immobile o da altri, uno o più scavi fino ad una profondità di almeno 50 cm. Una approfondita ricerca andrà fatta anche nei casi in cui le condizioni del luogo rendano



minima la speranza di ritrovare il caposaldo. Lo scavo procederà con cautela al fine di non danneggiare il contrassegno.

In caso di ritrovamento, il contrassegno non dovrà essere nuovamente interrato, ma reso utilizzabile senza ulteriori scavi tramite un tubo in PVC ( $\phi$  160 mm) di lunghezza adeguata. Il tubo, posto verticalmente sopra il contrassegno, dovrà giungere all'altezza del piano di calpestio e sarà posto in opera fissandolo saldamente alla fondazione del contrassegno stesso con pietre e malta cementizia. La malta sarà ottenuta miscelando cemento e sabbia in un rapporto 1:2.

A lavoro ultimato, il tubo dovrà risultare coassiale al contrassegno in modo da rendere possibile il posizionamento della stadia all'interno del tubo stesso. La sommità del tubo sarà coperta da un apposito tappo in ghisa fornito dall'IGM.

Anche i chiusini in ghisa, costituenti capisaldi di I, II o III categoria, possono risultare talvolta coperti da strati di asfalto o cemento. Anche in questi casi si procederà, come già detto per i capisaldi interrati, alla loro ricerca tramite scavo. Il chiusino rintracciato sarà reso ispezionabile per mezzo di un pozzetto in cemento o in ghisa, di spessore adeguato al dislivello esistente fra il chiusino ed il piano di calpestio. Il pozzetto verrà murato sul chiusino ed avrà dimensioni tali da rendere possibile anche la misura del contrassegno "A" (non meno di 40x40 cm).

In ogni caso durante le operazioni di scavo si dovrà evitare di invadere la carreggiata sia con i materiali rimossi che con gli attrezzi utilizzati. Se ciò non è possibile bisognerà utilizzare apposita cartellonistica stradale ed eventualmente uno sbandieratore.

I luoghi oggetto dei lavori verranno sempre lasciati puliti e sgombri da terra, rifiuti, materiale in esubero, ecc., e dovranno essere sistemati in modo da riassumere l'aspetto originario.

Nel caso in cui il caposaldo risulti coperto da marciapiede, pavimento, o altro manufatto, l'operatore consulterà, prima di procedere allo scavo, il responsabile dell'IGM e si atterrà alle disposizioni da questo impartite.

#### 4. MISURE

##### Esecuzione delle misure di livellazione di alta precisione

La misura del dislivello esistente fra due capisaldi contigui, detto *tratta* (distanza media 1 km), sarà ottenuto, secondo il metodo della livellazione frazionata, dalla somma dei dislivelli relativi a ciascuna *campata*. La misura di ogni campata verrà realizzata, secondo il metodo della livellazione geometrica dal mezzo, stazionando con il livello fra le due stadi. La distanza fra strumento e stadia non dovrà superare i 40 m (*battuta*), e conseguentemente la lunghezza della campata non dovrà essere superiore a 80 m.

Ogni tratta dovrà iniziare e terminare tassativamente sui contrassegni principali (CSO) dei due capisaldi che la delimitano. In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza tra le due stadi con incertezza non superiore ad 1 m; alla fine della tratta la differenza tra le somme cumulate delle due semidistanze (*indietro e avanti*) non dovrà eccedere il limite di 5 metri. Si assumerà come misura di ogni singola tratta (*andata o ritorno*) il dislivello derivante dalle operazioni di livellazione, cioè la somma dei dislivelli di tutte le campate comprese in quella tratta, corretto del metro medio e dei valori di tallone per l'appoggio sui capisaldi, ottenuti dalla campionatura delle stadi.

Il dislivello di ogni tratta dovrà essere misurato due volte (*andata e ritorno*) in modo totalmente indipendente. La discordanza tra il dislivello in andata e quello in ritorno di ogni singola tratta non deve superare la seguente tolleranza:



$$T = \pm 2,5\sqrt{L} \text{ mm}$$

essendo L la lunghezza espressa in chilometri. Quando la tolleranza suddetta risulta rispettata si assumerà come dislivello di ogni tratta la media fra i valori di andata e ritorno. Nel caso in cui la discordanza risulti superiore alla tolleranza, si dovrà ripetere la misura della tratta. A tal fine può bastare la ripetizione della sola andata, (o del solo ritorno), purchè la discordanza con una delle precedenti misure (in andata o in ritorno) risulti in tolleranza. In ogni caso dovrà ripetersi la misura della tratta tante volte quante sono necessarie ad ottenere una coppia di misure che rientrino in tolleranza. Nel caso in cui pur avendo eseguito più misure (oltre 4), non si ottenga una coppia di misure in tolleranza, è probabile un mal funzionamento della strumentazione o un errore nella prassi operativa, oppure una insufficiente stabilità di un caposaldo. In tal caso si informerà il responsabile dell'IGM attenendosi alle sue disposizioni. La persistenza di discordanze dello stesso segno su molte tratte successive è indice della presenza di errori sistematici che impongono una verifica della strumentazione.

Nelle misure con livello ottico-meccanico è consentito, in caso di forte dislivello, lo sfruttamento di tutta la lunghezza della stadia purché sia sempre possibile la misura dei tratti distanziometrici del reticolo. Ugualmente con il livello elettronico il campo del cannocchiale dovrà essere totalmente occupato dalla stadia. In ogni caso è vietato operare con visuali radenti al terreno o a manufatti che possono causare errori nelle letture (si dovranno sempre effettuare letture al di sopra di 0,40 m dal suolo).

L'esecuzione delle misure sarà effettuata solo con buona visibilità: è vietato operare in presenza di foschia, forte pioggia e nelle ore più calde dei giorni d'estate.

Durante le misure le stadiie dovranno essere sempre appoggiate su apposite *piastre* metalliche terminanti con una superficie sferica.

Durante le misure su piastra al tallone della stadia, viene applicato un anello per facilitarne il posizionamento. Si dovrà porre particolare attenzione a centrare l'anello sulla semisfera della piastra accertandosi di appoggiare il tallone sulla piastra e non il bordo dell'anello.

Prima dell'appoggio sui contrassegni si curerà la pulizia del tallone della stadia dal quale verrà rimosso l'anello.

Prima dell'inizio delle misure è opportuno assicurarsi che le viti di bloccaggio delle punte retraibili del treppiede ed i piedini delle piastre siano ben stretti.

Sia il treppiede che le piastre dovranno essere sempre posti su superfici stabili e non cedevoli e conficcati saldamente nel terreno; sono da evitare stazioni su erba, terra bagnata e non sufficientemente compatta, asfalto caldo o di recente posa, pavimentazioni instabili, ecc. Il portastadia curerà in particolare, prima dell'appoggio della stadia, che la piastra sia ben stabilizzata al suolo premendo con i piedi ed evitando, comunque, di sporcare la semisfera della stessa.

Durante la lettura si dovrà evitare qualsiasi contatto sia col treppiede che con le piastre. In caso di spostamento accidentale del treppiede si dovrà riposizionarlo correttamente e, dopo aver annullato le precedenti letture, ripetere l'intera stazione.

In caso di spostamento della piastra *avanti* si procederà a ripetere la sola battuta avanti; in caso di spostamento della piastra *indietro*, prima che sia stata registrata la relativa lettura, si dovrà ripetere l'intera tratta.

Durante la lettura, la stadia dovrà essere posta in posizione verticale centrando la relativa livella sferica e mantenuta stabile con l'ausilio dei *puntali reggi stadia* (Fig. 4). Al fine di consentire al portastadia di mantenere la stadia in bolla solo per il tempo necessario alla lettura, l'operatore lo avvertirà con un cenno dell'inizio dell'operazione di misura.



La stadia indietro non dovrà essere mossa fino a quando non è terminata con successo la misura sulla stadia avanti.

Nelle misure con livello elettronico si dovranno evitare situazioni nelle quali la stadia non sia uniformemente illuminata; quando la luce risulta insufficiente (es. in galleria) la stadia potrà essere illuminata con una torcia.

Utilizzando strumentazione ottico-meccanica le letture alle stadiie dovranno essere trascritte su appositi libretti di campagna, a penna, e le eventuali correzioni dovranno essere effettuate barrando il valore errato (non sono consentite cancellature). Sia le pagine che i libretti dovranno essere numerati progressivamente, e dovranno riportare tutte le indicazioni necessarie per una loro chiara lettura.

Codifica delle informazioni caposaldo in una stringa di 8 caratteri del tipo: <b>XX ABC Z J K</b>						
XX	è il numero di nodale o di linea fornito dall'IGM					
ABC	Per i nodali vale 000 Per i capisaldi di linea non in deviazione è il numero progressivo del caposaldo (da 000 a 899) Per i capisaldi in deviazione : A = 9 B = numero della deviazione (da 0 a 9) C = numero del caposaldo (da 0 a 9)					
Z	codice per l'estensione del numero del caposaldo: 0 = per numeri senza estensione 1 = primo 2 = secondo 3 = terzo ecc.					
J	Specifica della posizione del contrassegno:					
	<i>codice</i>	<i>posizione</i>	<i>codice</i>	<i>posizione</i>	<i>codice</i>	<i>posizione</i>
	0	CSO	3	CSO'''	6	CSV'
	1	CSO'	4	CSO''''	7	CSV''
	2	CSO''	5	CSV	8	CSV'''
K	Specifica del tipo di contrassegno:					
	<i>codice</i>	<i>tipo di contrassegno</i>				
	0	● ○ ● ○ ● ○ ○				“C”
	1	● ○ ● ○ ● ○				“A”
	2	⊕				bullone
	3	⊖				centrino universale
	4	●				chiodo anonimo
	5	● ○ ⊕				disco impiombato, circolo inciso, IGM95
	6	□				mensola
	7	□				piastrina con cilindretto
	8	□ □ ■				altre piastrine o targhe
	9					altro

Tab. 1 – Codifica delle informazioni sui capisaldi

Con gli strumenti elettronici, e stadiie con codice a barre, le letture dovranno essere memorizzate elettronicamente nel livello. Lo strumento dovrà essere impostato con



modalità di misura: BF (B=Back-indietro e F=Forward-avanti). Riferendosi a tale metodologia, la sequenza di rilievo deve essere la seguente:

- **stadia indietro** - lettura alla stadia, rilievo della distanza della battuta indietro;
- **stadia avanti** - lettura alla stadia, rilievo della distanza della battuta avanti e verifica che la differenza fra le due distanze non superi il metro.

Per i riattacchi sarà utilizzata la modalità BFFB, più adatta a questa tipologia di lavoro. All'inizio e alla fine di ogni tratta (compresi i riattacchi) devono essere inserite nel livello le informazioni relative ai capisaldi, rispettivamente di partenza e di arrivo, utilizzando i codici riportati nella Tab. 1.

### **Correzione del metro medio delle stadia**

Ogni stadia è caratterizzata da un proprio **metro medio**, cioè da un valore che corrisponde alla media delle lunghezze che effettivamente intercorrono fra tacche nominalmente distanti 1 metro. Per questo motivo le stadia debbono essere sempre campionate prima dell'inizio delle misure.

Come valore per la correzione si utilizza la media dei due **metri medi** delle stadia utilizzate; di norma le due stadia di una coppia sono caratterizzate da metri medi simili. Il dislivello di ogni tratta verrà corretto moltiplicando il dislivello stesso per il valore del metro medio.

### **Correzione del tallone**

L'estremità della stadia che durante le misure di campagna poggia sulla piastra o sui contrassegni, è una superficie piana di acciaio detta **tallone**. Essa dovrebbe coincidere con lo zero della graduazione del nastro, in realtà, benché la stadia sia di buona qualità, tale condizione non può essere perfettamente rispettata: il piccolo errore residuo è detto **errore del tallone** o errore dello zero.

L'errore del tallone, nelle stadia di buona qualità utilizzate per la livellazione di alta precisione, non supera generalmente qualche decimo di millimetro e, ponendo la stadia in posizione operativa (tallone verso il basso), esso è positivo se il tallone resta al di sotto dello zero della graduazione, negativo in caso contrario. Pertanto ogni lettura alla stadia va aumentata o diminuita a seconda che l'errore del tallone è positivo o negativo. Nella prassi operativa, poiché la stadia **avanti** di una campata diventa, nella campata successiva, quella **indietro**, la correzione ha nei due casi uguale entità e segno opposto e quindi si elide automaticamente. Ogni lettura ad una stadia intermedia non ha quindi bisogno di correzione: rimangono pertanto da correggere solo la prima e l'ultima lettura cioè le misure eseguite sui contrassegni dei capisaldi. Le correzioni si elidono anche in questo caso se per tali letture si utilizza la stessa stadia.

**Quindi utilizzando la stessa stadia per le letture di inizio e fine tratta sui capisaldi non risulta necessaria nessuna correzione di tallone.**

Tale condizione risulta automaticamente verificata quando si eseguono un numero pari di campate. In caso contrario è sufficiente accorciare l'ultima campata in modo tale che il numero finale risulti pari.

In alternativa è possibile nell'ultima campata utilizzare per la lettura avanti, sul caposaldo, la stessa stadia impiegata per la lettura indietro lasciando la relativa piastra in posizione fino alla positiva conclusione della misura. Dovendo apportare la correzione al



valore del dislivello ottenuto si dovrà sottrarre allo stesso la differenza tra il metro e il tallone.

### Misura dei contrassegni secondari

Per la determinazione della quota dei contrassegni secondari di un caposaldo (CSO', CSO'', CSV, ecc.), si misureranno i dislivelli intercorrenti tra ciascuno di essi ed il CSO fondamentale dello stesso caposaldo (*riattacchi altimetrici*). Anche in questo caso si utilizzerà il metodo della livellazione dal mezzo, cioè si curerà che le distanze fra il livello e i contrassegni da misurare siano uguali.

Per i riattacchi a contrassegni orizzontali si utilizzerà la stessa stadia sia sul contrassegno che sul CSO, in modo da non dover applicare le correzioni del tallone.

Per i riattacchi a contrassegni verticali si utilizzerà, secondo il tipo di contrassegno, l'attrezzatura di seguito descritta.

- Per le piastrine con cilindretto si utilizzerà preferibilmente una stadia da 2 metri, capovolta e posta, in posizione verticale, con il tallone a contatto della superficie inferiore del cilindretto. In questo caso il dislivello dovrà essere aumentato del valore del raggio del cilindretto. In alternativa potrà essere utilizzato un *nastrino* posto, per mezzo di una vite, con l'asse del foro di riferimento al del centro del foro del cilindretto.
- Per le mensole si utilizzerà un *nastrino* collegato alla semisfera della mensola per mezzo dell'apposita *staffa*. Il nastrino durante la misura dovrà risultare perfettamente verticale.
- Per i centrini universali utilizzati come verticali, gli altri tipi di piastrine e le targhe si impiegherà un nastrino posto con l'asse del foro di riferimento in coincidenza dei vari riferimenti di quota di ciascuno dei suddetti contrassegni.

In ogni caso tutti i nastri e le staffe utilizzati dovranno essere preventivamente campionati. Il dislivello dovrà essere misurato due volte (*andata* e *ritorno*); la discordanza tra le due misure non dovrà superare per i riattacchi le tolleranze di seguito riportate:

- per i CSO orizzontali o per mensole a cilindretto misurate con stadia: 0,3 mm;
- per i contrassegni verticali:
  - impiegando nastrino e staffa: 1.0 mm;
  - impiegando solo il nastrino: 2.0 mm.

Anche in questo caso saranno ripetute le misure che non rientrano in tolleranza, e si utilizzerà come dislivello finale la media di due misure, già corrette dei valori di staffa e/o nastrino, che rientrano nelle suddette tolleranze.

### Collegamento a linee di livellazione esistenti

Nel caso di collegamento a linea preesistente è necessario verificare, come già detto, la stabilità del caposaldo di collegamento relativamente ai movimenti locali. Tale verifica verrà effettuata misurando il dislivello fra detto caposaldo e quelli ad esso contigui (precedente e seguente) e confrontando i valori ottenuti con quelli derivanti dai dati di catalogo.

Il caposaldo in esame sarà ritenuto invariato se gli scarti fra i nuovi e i vecchi dislivelli risulteranno inferiori a:

$$T = \pm 4\sqrt{L} \text{ mm}$$



Se la tolleranza suddetta non è rispettata si procederà nella rimisura della linea di riattacco, in ambedue i versi, fino a quando non si rintraccia un tratto che la verifica, e che quindi risulta non soggetto a movimenti locali.

### **Tolleranza sui poligoni chiusi**

Se la linea di livellazione si chiude a formare un poligono di L chilometri, l'errore di chiusura, (ovvero il risultato che si ottiene sommando tutte le tratte del poligono), non deve essere superiore a:

$$T = \pm 2\sqrt{L} \text{ mm}$$

### **Esecuzione delle misure GPS**

Le misure GPS sono finalizzate alla determinazione delle coordinate del CSO principale di ogni caposaldo. La metodologia di misura sarà quella del *point positionig* ottenuta, anche con strumenti GPS palmari, da una epoca caratterizzata da valore di PDOP non superiore a 3.5. Lo strumento GPS deve essere, durante la misura, in asse al CSO principale, o ad una distanza da esso non superiore a 3 m. Quando entro tale distanza non sia possibile la ricezione dei segnali satellitari, si eseguirà la stazione GPS "fuori centro" in punto ausiliario posto a distanza dal CSO non maggiore di 50 m. Le coordinate geografiche WGS84, determinate dallo strumento GPS saranno riportate sulla scheda "*Schizzo Monografico*" insieme al valore di PDOP caratteristico della determinazione. In caso di stazione GPS su punto ausiliario si procederà alla determinazione degli elementi di riduzione misurando la distanza con una rotella metrica e l'azimut con una bussola. Le coordinate finali del CSO dovranno essere espresse al decimo di secondo sessagesimale; la riduzione al centro avverrà in coordinate piane, compilando le apposite caselle riportate sulla scheda "*Schizzo Monografico*".

Nel caso in cui non sia assolutamente possibile la realizzazione di una stazione GPS, secondo i criteri suddetti, le coordinate del caposaldo, previa autorizzazione del responsabile dei lavori, verranno stimate sulla cartografia alla scala 1:25.000.



## 5. ATTREZZATURE STRUMENTALI

### Livello

E' consentito sia l'utilizzo di livelli ottico-meccanici per una livellazione di alta precisione, sia l'impiego dei moderni livelli elettronici con camera CCD e stadia con codice a barre.

Caratteristiche tecniche di un livello ottico-meccanico per livellazione di alta precisione:

- micrometro per la misura diretta di frazioni di intervalli di graduazione;
- livella con centramento a coincidenza e sensibilità non inferiore a 10" per 2 mm di spostamento, o congegno autolivellante di precisione equivalente;
- ingrandimento dell'obbiettivo non inferiore a 40 x, e grande luminosità;
- grande stabilità degli organi;
- stato di rettifica verificato periodicamente (con cadenza settimanale) e documentato.

Caratteristiche tecniche di un livello elettronico per livellazione di alta precisione:

- misura elettronica di dislivelli e delle distanze mediante elaborazione numerica dell'immagine di stadia con codice a barre;
- registrazione e la visualizzazione dei dati in modo automatico ed in tempo reale;
- acquisizione manuale dei dati;
- precisione nella misura delle quote, con stadia di 3 m, di 0,4 mm (su un km, di livellazione in andata e ritorno);
- portata di misura da 1,8 a 60 m;
- precisione nella misura delle distanze da 1÷5 cm;
- cannocchiale con almeno 24x – obbiettivo da 36 mm;
- campo visivo a 100 m. di 3,5 m;
- precisione di rettifica della linea di misura di  $\pm 0,4''$ ;
- sensibilità della livella sferica di 8'/2 mm;
- compensatore elettronico

### Stadie

Per la livellazione di alta precisione è prescritto l'uso di stadia lunghe 3 metri in un solo pezzo, con graduazione al centimetro o al mezzo centimetro (per livellazione ottico-meccanica) o con codice a barre (nel caso di livellazione elettronica) su nastro invar sottoposto a tensione costante. In casi particolari è consentito l'utilizzo di stadia della lunghezza di 2 m.

Il nastro deve alloggiare liberamente in una scanalatura della faccia anteriore della stadia, con un estremo fissato alla calotta inferiore e l'altro al braccio di una leva, impernata nella calotta superiore tramite una molla. Questo sistema fa sì che le eventuali dilatazioni del supporto non abbiano alcuna influenza sulla lunghezza del nastro. La stadia deve essere dotata di una o due livelle sferiche che consentano la posa verticale con l'approssimazione di pochi primi. Le stadia devono essere dotate di maniglie che ne facilitano la presa ed agevolano il mantenimento della verticalità durante la misura. Le stadia devono essere dotate di anello al tallone per agevolare il loro posizionamento sulle piastre metalliche. Lo stato di taratura e di rettifica delle stadia deve essere verificato periodicamente e comprovato da apposito certificato.





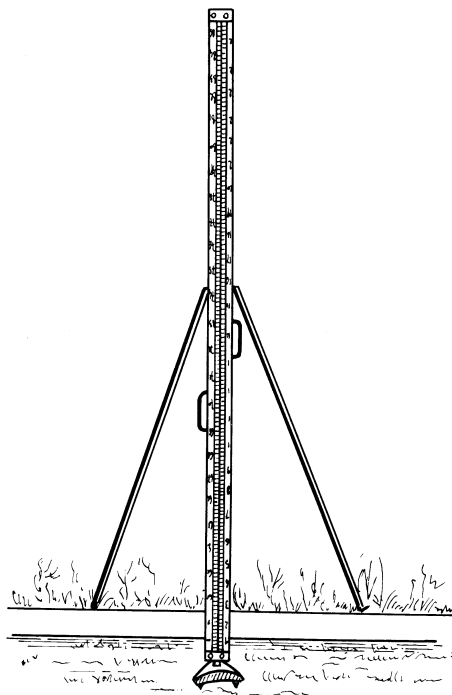


Fig. 4

### Strumentazione GPS

Per le misure GPS deve essere utilizzato un ricevitore GPS anche palmare, che consenta la lettura delle coordinate geografiche al decimo di secondo sessagesimale.

### Strumentazione accessoria per le misure

Oltre al livello con treppiede ed ad una coppia di stadie da 3 m ogni squadra di misura dovrà disporre della attrezzatura accessoria di seguito elencata:

- una stadia di 2 m che verrà utilizzata quando a causa di ostacoli sopra il caposaldo non sia possibile l'impiego di quella da 3 m, e per il collegamento di contrassegni verticali del tipo "piastrina con cilindretto";
- un nastro di acciaio, con la graduazione al centimetro o codice a barre, della lunghezza di almeno 150 cm, per la misura dei contrassegni verticali;
- una staffa per la misura dei contrassegni verticali del tipo a mensola;
- 2 piastre in metallo, dotate di perno di acciaio, per l'appoggio della stadia nelle battute intermedie; le piastre devono essere munite di tre punte per la presa nel terreno e di una maniglia per facilitarne lo spostamento da una battuta all'altra;
- punte di ricambio per le piastre (ove queste siano asportabili);
- 4 bastoni di supporto (2 per stadia);
- una mezza sfera in acciaio da utilizzare per misura dei contrassegni orizzontali che non terminano con una superficie sferica quali cerchi incisi, dischi impiombati, chiodi anonimi, centrini GPS;
- una scaletta retrattile.



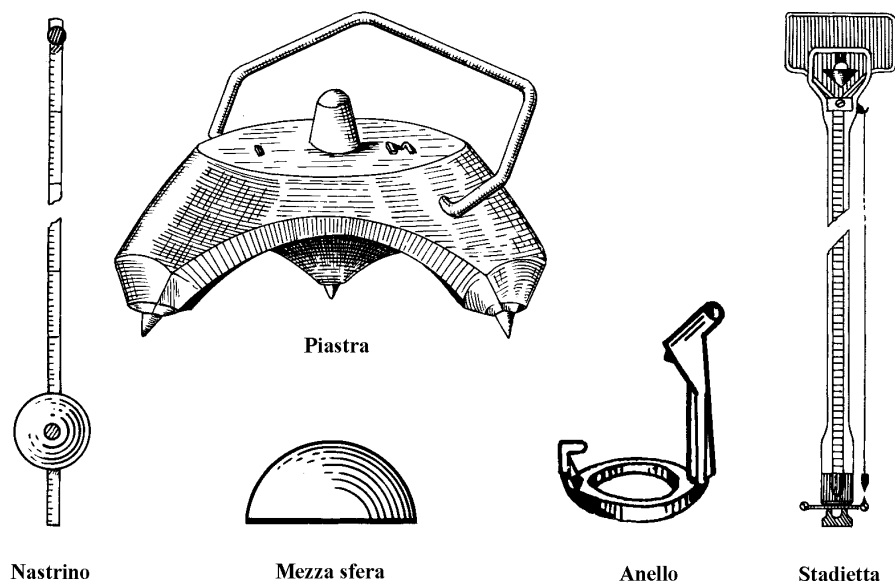


Fig. 5

### Strumentazione e attrezzatura per la materializzazione

Oltre allo strumento GPS ogni squadra di materializzazione dovrà disporre della attrezzatura accessoria di seguito elencata:

#### strumenti

- una rotella metrica da 50 m;
- una bussola con smorzamento a liquido, dotata di collimatore e livella sferica, con una precisione del grado nella lettura dagli azimut;
- un doppio metro;

#### attrezzi

- un trapano completo di punte di vario diametro;
- un gruppo elettrogeno;
- una scala retrattile;
- attrezzi vari per lo scavo: pala, piccone, ecc.;
- attrezzi vari da muratore: scalpelli, mazza, cazzuola, martello, ecc.;
- attrezzi vari per pulire: pennello, spazzola d'acciaio, spugna, guanti, ecc.;

#### materiali

- tubo in PVC da 160 mm di diametro;
- cemento;
- sabbia;
- acqua.



## 6. LA SQUADRA OPERATIVA: PERSONALE E PRODUZIONE

### Ricognizione e segnalizzazione.

Nel caso in cui le operazioni di ricognizione e segnalizzazione siano eseguite contemporaneamente, la squadra dovrà essere composta da almeno due persone: un operatore tecnico e un muratore, eventualmente coadiuvati da un manovale, e dovrà disporre di un automezzo idoneo al trasporto del personale e di tutto il materiale occorrente. Il tecnico, disponendo delle monografie e della cartografia si occuperà di rintracciare la posizione dei capisaldi esistenti e dirigerà le operazioni di scavo condotte dal restante personale. In caso di nuove materializzazioni il tecnico sceglierà il manufatto ed il luogo preciso in cui fissare il contrassegno, ed informerà dettagliatamente il proprietario dell'immobile dal quale dovrà ottenere l'autorizzazione all'impianto. Durante l'esecuzione dei lavori, realizzate dai muratori, l'operatore potrà dedicarsi alla stesura della monografia, alla frecciatura, alla determinazione delle coordinate tramite GPS palmare ed a tutte le altre operazioni con contenuto tecnico.

In una giornata (8 ore lavorative) la squadra suddetta potrà ricognire e riattare (o materializzare ex novo) in media 8 capisaldi. Se la linea è costituita in gran parte da capisaldi interrati (IV categoria) la produzione media scende a 5 capisaldi al giorno.

### Esecuzione delle misure

La squadra per misure di alta precisione è costituita, nel caso di utilizzo di strumentazione ottico-meccanica, da un operatore, uno scritturale e due portastadie. Utilizzando strumenti dotati di registrazione automatica delle misura (livelli elettronici e stadie con codice a barre) non è necessaria la presenza dello scritturale. Nel caso di percorsi su strade con banchina non percorribile, o comunque tali da rendere necessaria l'occupazione della carreggiata, alla squadra suddetta si aggiungeranno un numero di aiutanti sbandieratori adeguato a garantire le necessarie condizioni di sicurezza.

La produzione media di un squadra è, durante le stagioni più favorevoli (primavera e autunno) di 4 km completi (andata e ritorno) al giorno. Per percorsi con forte dislivello o all'interno di centri abitati, la produzione media si riduce a 3 km completi al giorno.

## 7. DOCUMENTAZIONE TECNICA

### Documenti cartacei

Schizzo monografico (All. 1)

La scheda dovrà essere riempita in ogni sua parte, in particolare dovrà contenere:

- numero della linea e del caposaldo;
- nome del caposaldo;
- nome e indirizzo del proprietario dell'immobile su cui è posto il caposaldo;
- comune e provincia;
- stazione dei carabinieri competente per territorio;
- riferimenti cartografici;
- descrizione dei contrassegni, compreso il simbolo, e della loro ubicazione (fino a un massimo di 4);



- schizzo monografico: lo schizzo dovrà contenere una chiara descrizione grafica dei luoghi circostanti il caposaldo e l'esatta ubicazione dei contrassegni riportando eventuali nomi di strade, di località, pietre chilometriche o ettometriche, misure di riferimento dei contrassegni da particolari significativi (spigoli di case, muri di sostegno, ecc.);
- coordinate geografiche WGS84 del CSO e gli elementi di riduzione misurati in campagna (distanza e azimut);
- eventuali note;
- nome dell'operatore;
- data di compilazione della scheda.

Lo schizzo dovrà essere corredato da una foto che mostri chiaramente il manufatto o il sito di ubicazione del caposaldo. Nella foto dovrà essere leggibile un cartello contenente il numero della linea e del caposaldo.

#### Monografia (All. 2)

La scheda monografica sarà prodotta come stampa del database e dovrà contenere:

- provincia e comune;
- carabinieri;
- riferimenti cartografici;
- proprietà;
- descrizione dell'ubicazione del punto con il simbolo del tipo di contrassegno (fino a 4 punti);
- quote dei vari contrassegni (al decimo di millimetro);
- disegno della monografia;
- coordinate ridotte al CSO ;
- annotazioni in cui viene specificata la data delle segnalizzazioni, ricognizioni, riattamenti ecc.del particolare contrassegno;
- nome del punto;
- nome della linea;
- numero del caposaldo.

#### Libretto di campagna

Le letture alle stadiè, nel caso venga utilizzata strumentazione ottico-meccanica, dovranno essere trascritte su appositi libretti di campagna, scritti a penna, con le correzioni effettuate barrando il valore errato (non saranno consentite cancellature).

I libretti dovranno essere numerati progressivamente, pagine comprese, e dovranno riportare tutte le indicazioni necessarie per una loro chiara lettura.

Nel caso in cui venga utilizzata strumentazione elettronica e stadiè con codice a barre i dati devono essere memorizzati, sotto forma di file, nella memoria del livello.

Alla fine di ogni giornata lavorativa il file corrispondente verrà trasferito in un PC e sarà identificato con un nome che dovrà contenere: una sigla che identifica l'operatore e la data delle misure.

Di ogni file verrà fatta una copia che dovrà essere opportunamente integrata delle seguente informazioni:

- nome dell'operatore;
- numero della linea;
- numero dei capisaldi iniziale e finale del tratto;
- tipo di contrassegni (bullone, centrino, ecc.);



- numero di matricola delle stadiie utilizzate;
- numero di matricola della staffa e del nastrino se utilizzati;
- calcolo correzione del tallone e del metro medio;
- ricalcolo del dislivello tenendo conto degli eventuali fattori di correzione: semi sfera, staffa, nastrino ecc.

Tutti i file modificati devono essere stampati in formato A4; le pagine dovranno essere numerate e fascicolate.

#### Riepilogo dei dislivelli (All. 3)

Nella copertina del riepilogo dei dislivelli dovranno essere riportati:

- numero progressivo del riepilogo;
- nome dell'operatore;
- numero della linea;
- numero dei capisaldi iniziali e finali del tratto di linea contenuta nel fascicolo.

Il riepilogo dovrà contenere:

- simbolo del contrassegno oggetto di misura;
- dislivelli misurati;
- distanze parziali;
- distanze progressive;
- riattacchi;
- numero del riferimento al libretto di campagna (o file) a cui il dato si riferisce.

Tutte le informazioni dovranno essere trascritte a penna; le eventuali correzioni dovranno essere effettuate barrando il valore errato (non saranno consentite cancellature) e scrivendo il nuovo valore sopra o sotto quest'ultimo che dovrà sempre restare leggibile. Le deviazioni e i collegamenti altimetrici a vertici della rete fondamentale nazionale GPS vanno inserite alla fine del riepilogo.

#### Cartografia frecciata (All. 4)

La frecciatura che identifica la posizione del caposaldo dovrà essere fatta sia sulla carta al 25.000 (o 50.000), sia su quella al 100.000.

La frecciatura sul 25.000 va fatta con un tratto in colore rosso di 0,2 mm.

Individuati i punti in cui sono ubicati i capisaldi con un puntino, in corrispondenza di ognuno di essi si disegnerà una freccia il cui corpo avrà una lunghezza di 2 cm. e le cui alette saranno poste a meta del corpo della stessa.

La freccia deve essere messa dal lato della strada in cui si trova il caposaldo.

Devono essere riportati inoltre:

- il numero della linea con un carattere di altezza di 5 mm contenuto in un riquadro in corrispondenza di ogni estremo della stessa;
- il numero di identificazione di ogni caposaldo in corrispondenza dell'estremità della freccia con un carattere di altezza 5 mm.

In alto a sinistra, sulla carta va indicato il numero della linea e i numeri del primo e dell'ultimo caposaldo che ricadono in quel foglio.

La frecciatura sul 100.000 viene fatta in colore nero riportando:

- la linea di livellazione con le eventuali deviazioni con tratto continuo di 0,2 mm;
- il numero della linea o deviazione con un carattere di altezza di 5 mm riquadrato in corrispondenza di ogni inizio di linea;



- l'ubicazione di tutti i capisaldi di livellazione indicata con un trattino di 4 mm ortogonale alla linea di livellazione;
- il numero di identificazione di ogni caposaldo in corrispondenza del trattino che ne identifica la posizione con un carattere di altezza 5 mm e tratto di 0,2 mm;
- in alto a sinistra deve essere indicato il numero della linea e i numeri del primo e dell'ultimo di caposaldo che ricadono in quel foglio.

#### **Documenti informatici**

Tutti i dati in forma digitale dovranno essere registrati su CD-ROM con lo standard di scrittura ISO 9660; nel caso di quantità modeste di dati, ( $\leq 1.3$  MB), sarà possibile utilizzare anche un *floppy HD* con formattazione DOS.

#### Libretti di campagna

Nel caso in cui venga utilizzata strumentazione elettronica e stadi con codice a barre, dovranno essere resi disponibili:

- i *file* dei dati "bruti" di misura con le singole battute relative ad ogni tratta; tale *file* non deve essere assolutamente modificato;
- copia dei *file* dei dati "bruti" opportunamente integrati come descritto in precedenza.

#### Banca dati monografici

copia su CD-ROM della banca dati completamente implementata.

#### Elenco delle coordinate

File contenente l'elenco dei capisaldi divisi per linea, con l'indicazione per ciascun caposaldo delle coordinate geografiche WGS84 (latitudine e longitudine) che identificano la posizione del CSO principale.

