



Sonde Inclino metriche fisse di profondità



STRUMENTI E MISURE GEOTECNICHE
E STRUTTURALI



INDICE

Avvertenze	5
Applicazioni	6
Descrizione Generale	7
Modello e identificativo	8
Installazione	9
Lecture	10

Sonde Inclino metriche fisse di profondità



AVVERTENZE



Lo strumento deve essere utilizzato per la sola applicazione per cui stato costruito e progettato, OTR declina ogni responsabilità per un uso improprio della strumentazione.



Non lasciare scorrere la punta velocemente a caduta ma accompagnarla nel foro.



Non inserire lo strumento di misura in liquidi che non siano acqua, non utilizzare in liquidi infiammabili od in presenza di gas potenzialmente esplosivi.



Non utilizzare lo strumento in acque in cui in atto una dispersione elettrica.



Utilizzare guanti di protezione durante l'utilizzo del cavo di misura. Evitare di maneggiare velocemente il cavo senza guanti.

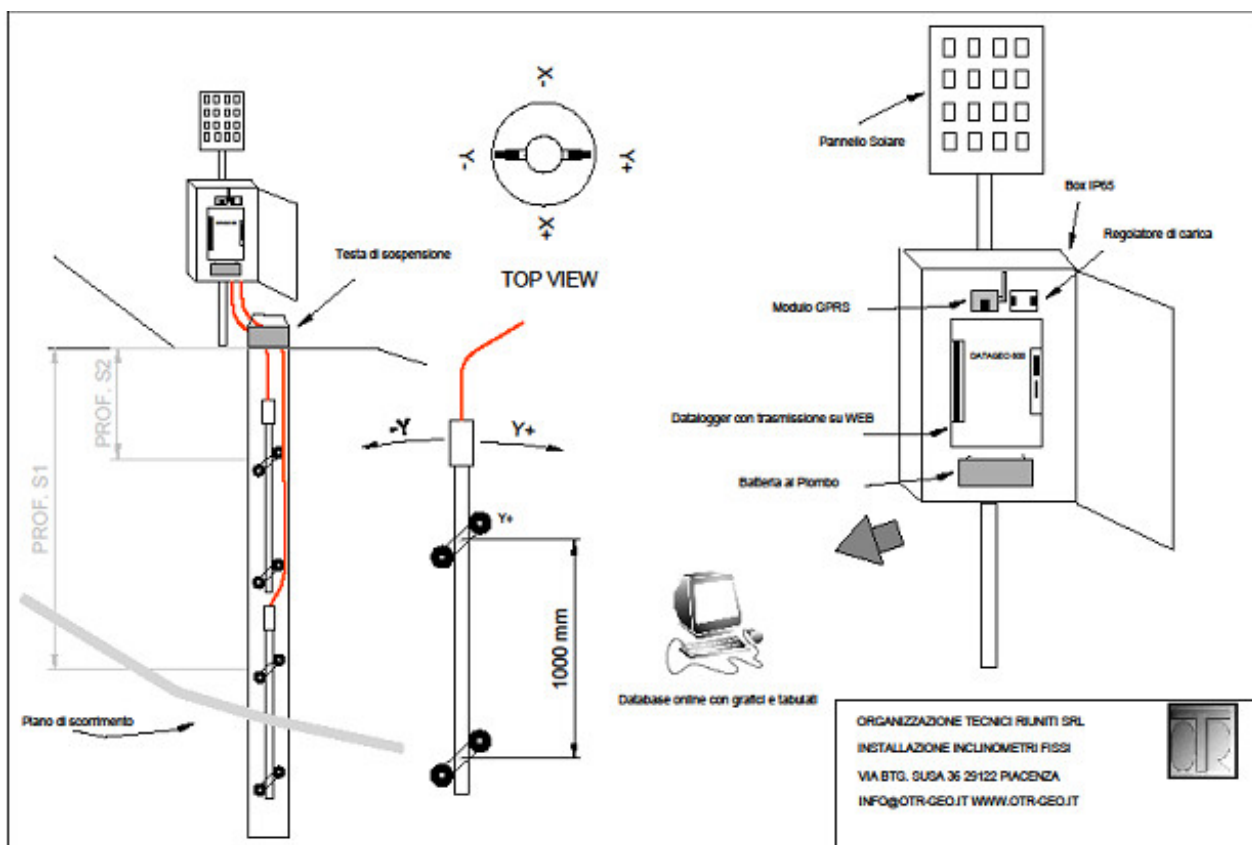
Inoltre

- Non aprire lo strumento: per ogni riparazione rivolgersi al costruttore;
- Tenere lontano dalla portata dei bambini;
- Non eseguire i cablaggi della strumentazione con le mani umide o bagnate;
- In caso di installazioni con cavi non protetti per misure superiore ai 30metri utilizzare degli scaricatori di sovratensione.
- Pulire lo strumento ed il relativo cavo con alcool o acqua, non utilizzare acetone o liquidi aggressivi per le materie plastiche o etichette;

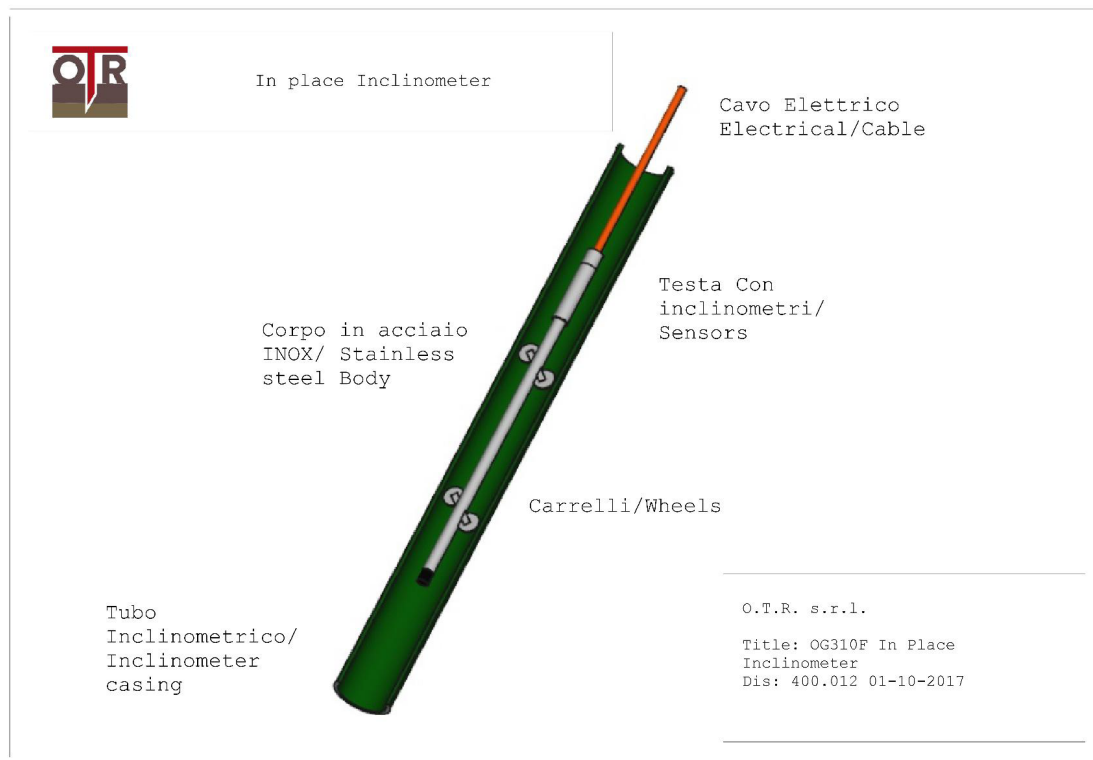
Applicazione

Gli inclinometri fissi di profondità vengono impiegati principalmente per il monitoraggio automatico continuo delle variazioni di inclinazione di movimenti franosi, aree instabili, ammassi rocciosi e pareti instabili ma trovano impiego anche in ambito strutturale ed in particolare per gallerie e opere in sotterraneo, diaframmi e muri di contenimento, dighe in terra e in calcestruzzo, pali di fondazione. Il sistema di misura si compone di sonde inclinometriche fisse di profondità montate in serie e calate all'interno di una tubazione inclinometrica verticale preventivamente installata e sorrette alla quota di posa da un cavo in acciaio agganciato alla testa di sospensione mediante un dispositivo di fissaggio.

Gli inclinometri fissi di profondità possono essere equipaggiati con sensori MEMS di tipo monoassiale o biassiale.



Descrizione generale



La sonda inclinometrica fissa da foro è costituita da un carrello in acciaio inossidabile sulla parte superiore del quale è montato un cilindro porta sensore con anello di sospensione. Il carrello è munito di due coppie di rotelle opposte e basculanti, che ne consentono l'inserimento ed il mantenimento dell'orientazione nella tubazione inclinometrica. L'interasse tra le coppie di rotelle è di 1000 mm.

La sonda è dotata di sensori di tipo micro elettromeccanico MEMS mono o biassiale che garantiscono un'elevata robustezza. I sensori sono sigillati in resina all'interno del cilindro porta sensore e resistono anche in condizioni di pressione elevate. I fondo scala di $\pm 10^\circ$ o $\pm 15^\circ$ o $\pm 30^\circ$ consentono una risoluzione della misura ed una stabilità adeguata alle normali condizioni di utilizzo.

Modello e Identificativo

Ogni sonda inclinometrica fissa riporta una targhetta identificativa riportante:

- Numero di serie con relativo rapporto di calibrazione;
- Indicazione del modello;
- Unità di misura di uscita (standard 280 mV/°);
- Alimentazione.

Specifiche Tecniche

Alimentazione	12-18 Vdc
Consumo	Max 25 mA
Uscita	±4 Vdc, 280 mV/°
Uscita Temperatura	NTC 3 K a richiesta
Risoluzione	0.001°
Deriva termica	±0.002°/K
Passo	1000 mm



Installazione

Prima dell'installazione degli inclinometri fissi di profondità si consiglia di eseguire sempre alcune campagne di misura inclinometriche con sonda removibile allo scopo di definire meglio le quote di posizionamento delle sonde inclinometriche fisse di profondità nei tratti di tubo inclinometrico per i quali si sono evidenziati i movimenti.

Il passo di 1000 mm della sonda permette di facilitare l'operazione di posizionamento della sonda alla quota prestabilita. La sonda viene sospesa nel foro alla quota di posa tramite un cordino in acciaio fissato alla testa di sospensione.

Gli assi di sensibilità dei sensori inclinometrici montati a bordo della Sonda fissa sono l'asse Y l'ungo il piano delle rotelle basculanti e l'asse X perpendicolare a quest'ultimo. Quindi il canale Y corrisponde al piano delle rotelle basculanti e il canale X al piano perpendicolare alle rotelle basculanti.

Per l'installazione si consiglia di procurarsi i seguenti materiali (a richiesta OTR li fornisce come accessori): testa di sospensione, cavetto in acciaio diametro 1,5 mm, morsetti di bloccaggio.

In generale per il montaggio si proceda come di seguito:

- Tagliare uno spezzone di cavetto in acciaio della lunghezza pari alla profondità di posa (+ 20 cm) della prima sonda fissa (quella più profonda) e facendolo passare per l'anello di sospensione saldato al cilindro porta sensore realizzare un anello e serrare il cavo in acciaio con un morsetto di bloccaggio;
- partendo dallo strumento, svolgere il cavo elettrico e accoppiare il cavetto in acciaio di cui sopra nastrandolo a intervalli di 1 o 2 metri;
- prima dell'installazione dello strumento eseguire una lettura di controllo, con la centralina, imponendo allo strumento un'inclinazione nota e verificando la proporzionalità tra inclinazione applicata e il segnale elettrico letto alla centralina.
- inserire la sonda fissa nel tubo inclinometrico mettendo le rotelle di riferimento nella guida 1 prescelta, e calare lo strumento, reggendolo per il cavetto in acciaio fino alla quota stabilita;
- fare passare il cavetto in acciaio al centro del tubo saldato sulla testa di sospensione realizzare un anello e dopo avere regolato la posizione della quota di posa della sonda fissa serrare il cavo in acciaio con un morsetto di bloccaggio;
- fare passare il cavo elettrico al di sopra della testa di sospensione per il successivo cablaggio;
- ripetere le stesse operazioni di cui sopra per tutte le sonde fisse previste da installare nella tubazione;
- al termine dell'installazione eseguire delle misure di controllo con la centralina, e annotare il valore delle letture.

Nel caso in cui gli strumenti vengano rimossi, o per manutenzione o per eseguire misure con sonda removibile ricordarsi di eseguire le misure prima e dopo il riposizionamento delle sonde, allo scopo di una corretta elaborazione dei dati.



Lettura strumentazione

Le misure allo strumento sono eseguite tramite una centralina portatile manuale oppure tramite datalogger (soluzione auspicata per il monitoraggio in continuo) ed espresse o in unità elettriche (mV) o convertite direttamente in angoli [°],
L'unità di lettura Geotester 2 permette di evidenziare sul display il valore in tensione (mV) e/o in grandezza fisica [° Gradi]. Per il loro corretto utilizzo consultare i manuali del modello utilizzato.



Esecuzione Misure

Per l'esecuzione delle misure si collega il cavo strumentale alla centralina avendo cura di seguire le istruzioni relative dello strumento di lettura utilizzato:

- Il cablaggio dello strumento a seconda che il sensore sia monoassiale e/o biassiale con segnale in uscita in mV, viene eseguito collegando i

Cavo Rosso	= + 15 volt
Cavo Nero	= GND
Cavo Azzurro	= Segnale Y
Cavo Verde	= Segnale X
Calza	= Terra da collegare alla terra del datalogger

Elaborazione misure

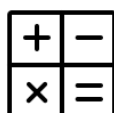
- La misura dello spostamento locale della sonda inclinometrica fissa consiste nel rilievo della tensione (mV) del trasduttore elettrico di inclinazione per gli assi Y e X e nell'elaborazione del dato in termini di variazione nell'assetto della sonda inclinometrica fissa nel tratto di tubazione nella quale è installata.
- A seconda dello strumento e dell'unità di lettura utilizzata la misura elettrica per gli inclinometri fissi di profondità è espressa in mV, da convertire in [° Gradi] utilizzando il valore di sensibilità dello strumento riportato sul foglio di calibrazione (fornito da OTR) per ciascuno strumento:
- Nel seguito viene presentato un esempio di conversione dei dati elettrici (in mV) di un inclinometro fisso di profondità con sensore MEMS.

Calcoli e Formule

In accordo alle seguenti definizioni e supposta una generica lettura



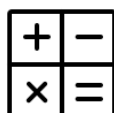
Yo = Inclinazione asse Y espressa in mV (Lettura di "Zero" Yo) - lungo il piano delle rotelle basculanti
 Xo = Inclinazione asse X in mV (Lettura di "Zero" Xo) - perpendicolare al piano delle rotelle basculanti



Y' = Inclinazione sull'asse Y espressa in mV (Lettura di "Esercizio" Y')
 X' = Inclinazione sull'asse X espressa in mV (Lettura di "Esercizio" X')
 1000 = passo della sonda fissa 1000 mm



KY = coefficiente di sensibilità sensore Asse Y
 KX = coefficiente di sensibilità sensore Asse X



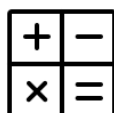
Spostamento locale Asse Y:

$$\Delta IY = 1000[\sin(Y'/KY) - \sin(Yo/KY)] \text{ con } KY = \text{mV}/^\circ$$



Spostamento locale asse X:

$$\Delta IX = 1000[\sin(X'/KX) - \sin(Xo/KX)] \text{ con } KX = \text{mV}/^\circ$$



Risultante dello spostamento locale nel piano Y-X della sonda inclinometrica fissa espresso in mm:

$$\Delta I = \sqrt{(\Delta IY)^2 + (\Delta IX)^2}$$

Direzione dello spostamento locale nel piano Y-X della sonda inclinometrica fissa o Angolo azimutale:

$$\theta = \text{arctg}(\Delta IY / \Delta IX)$$