



# ESTENSIMETRI MULTIBASE DA FORO

*Manuale d'uso*



# INDICE

<b><i>Introduzione</i></b>	Pag. 4
<b><i>Descrizione</i></b>	Pag. 4
<b><i>Controlli preliminari</i></b>	Pag. 6
<b><i>Installazione</i></b>	Pag. 7
<b><i>Esecuzione delle misure</i></b>	Pag. 20
<b><i>Elaborazione delle misure</i></b>	Pag. 21
<b><i>Troubleshooting</i></b>	Pag. 22
<b><i>Servizio manutenzione</i></b>	Pag. 22
<b><i>Appendice 1</i></b>	Pag. 23

**Note sull'utilizzo del prodotto**



**Per un funzionamento sicuro ed efficace del prodotto si raccomanda di leggere attentamente le seguenti istruzioni prima dell'utilizzo.**

Qualsiasi altra forma di impiego, oltre quella descritta nel presente manuale, è da considerarsi a totale responsabilità dell'utilizzatore.

Lo stesso dicasi per eventuali modifiche non autorizzate.

Oltre alle norme qui elencate, l'utilizzatore deve ottemperare a quanto previsto dalla vigente legislazione sulla sicurezza e la salute del personale nei posti di lavoro.

SISGEO non si riterrà responsabile di inconvenienti, rotture, incidenti, ecc. dovuti alla non conoscenza (o comunque alla non applicazione) delle prescrizioni contenute nel presente manuale.

Controllare che lo strumento non presenti danneggiamenti causati dal trasporto.

Verificare che l'imballo contenga tutti i componenti nonché eventuali accessori opzionali richiesti; nel caso rivolgersi al costruttore.

L'utilizzatore deve provvedere ad effettuare con cura tutte le operazioni descritte nel presente manuale.

L'eventuale manutenzione o riparazione dello strumento è consentito solo a operatori abilitati e autorizzati.

Detti operatori devono essere persone fisicamente e intellettualmente idonee.

Per informazioni o ordinazione di parti di ricambio specificare sempre i dati riportati sulla targhetta di identificazione.

Nella sostituzione di ricambi, usare esclusivamente RICAMBI ORIGINALI.

Il costruttore si riserva il diritto di effettuare modifiche, per qualunque esigenza di carattere tecnico o commerciale, senza l'obbligo di notifica.

Si cercherà comunque di garantire che i manuali vengano aggiornati in modo da rispecchiare le revisioni funzionali dei prodotti.

**Simbologia**

Di seguito viene riportata la simbologia utilizzata nel manuale per richiamare l'attenzione del lettore:



Prestare particolare attenzione alle indicazioni seguenti.

**Identificazione**

Gli strumenti possono essere identificati:

- da un lotto di produzione (indicato nel Certificato di Conformità)
- da un *serial number (s/n)* inciso in modo indelebile sullo stesso
- da una targhetta posizionata sullo strumento
- da una targhetta posizionata sul cavo.

### Introduzione

Gli estensimetri multibase da foro sono utilizzati per la misurazione dei movimenti relativi tra la testa e i punti di ancoraggio posti a profondità prefissate.

Sono preferibilmente impiegati in roccia, ma possono essere utilizzati anche in terreni sciolti, con opportuni accorgimenti per l'installazione.

Tipiche applicazioni sono: deformazioni di ammassi rocciosi durante lo scavo di gallerie, deformazioni di pareti rocciose, cedimenti di manufatti.

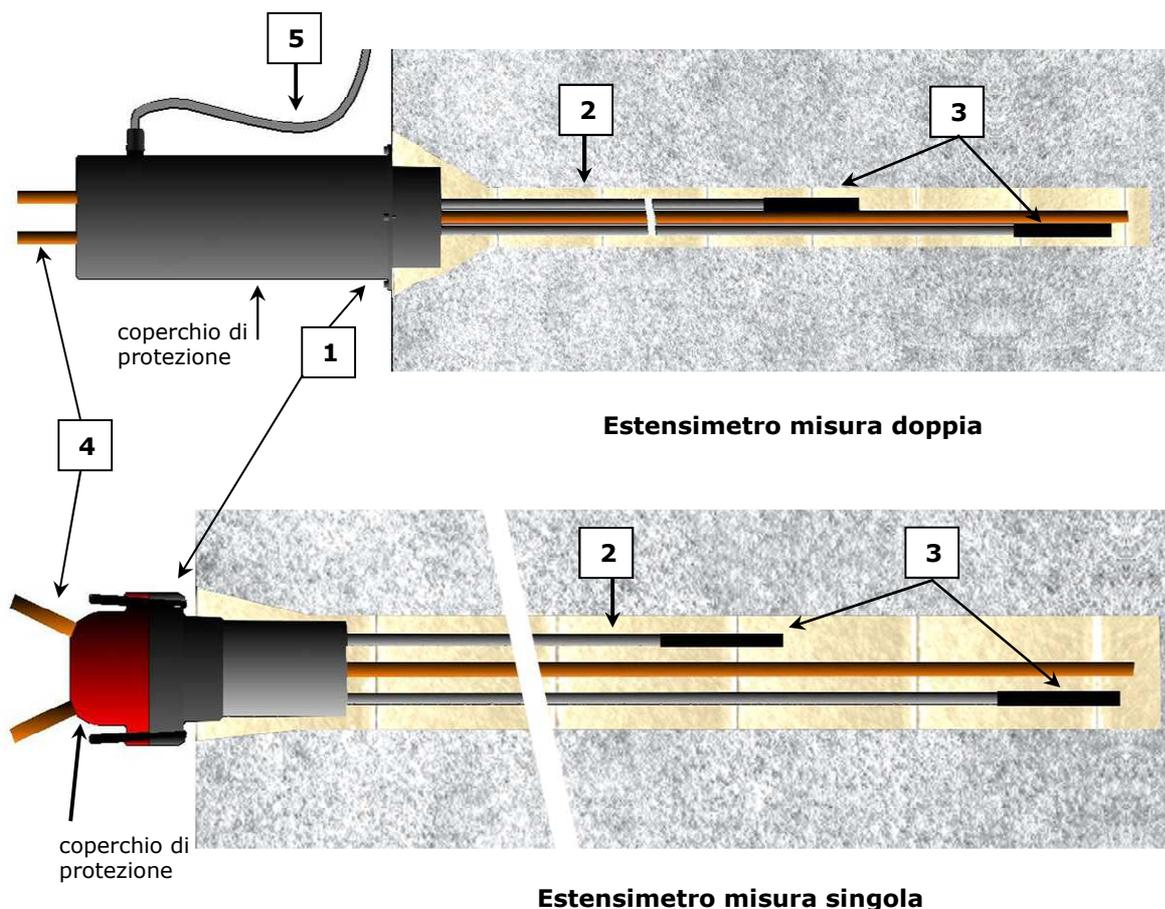
Sisgeo produce 2 diversi modelli:

- estensimetro multibase a misura singola (meccanica o elettrica)
- estensimetri multibase a doppia misura (misura meccanica ed elettrica contemporanee)

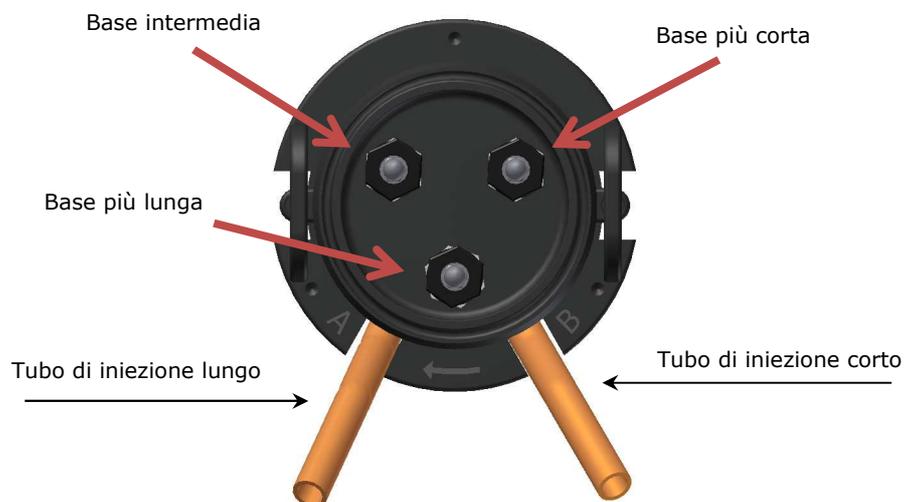
### Descrizione

L'estensimetro multibase è composto da:

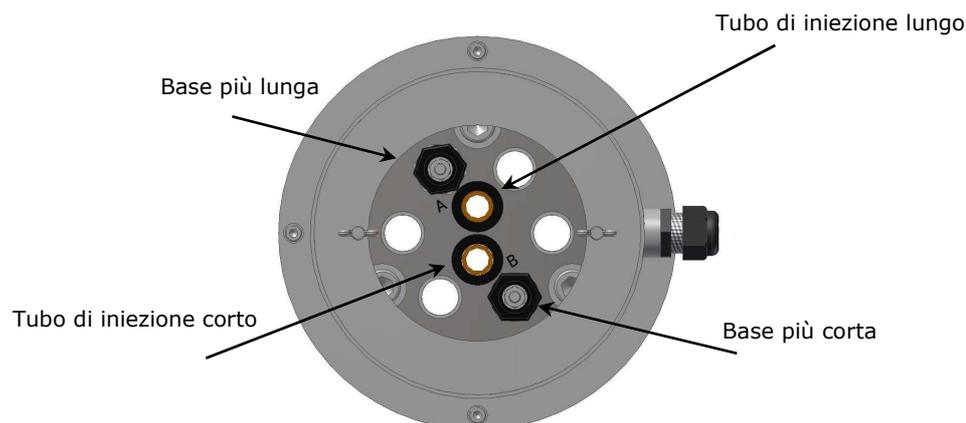
1. Una testa di misura a cui sono fissate le basi di misura.
2. Una o più basi di misura. Disponibili in fibra di vetro, acciaio o invar. Sono protette dal contatto con la cementazione da una guaina in materiale plastico.
3. Gli ancoraggi di fondo. Uno per ogni base di misura, da cementare al terreno.
4. 2 tubi di iniezione.
5. Cavo multipolare (opzionale) per il collegamento ad una centralina di misura



Convenzione lunghezza basi di misura estensimetro misura singola



Convenzione lunghezza basi di misura estensimetro misura doppia



Note generali

Gli estensimetri multibase in fibra di vetro vengono forniti arrotolati e pronti per l'installazione, configurati con il numero e la lunghezza delle basi come da richiesta.

Negli estensimetri multibase in acciaio o in invar la testa di misura con i tubi di iniezione e la guaina di protezione delle basi di misura è pre-assemblata.

Aste, attacchi rapidi di fondo, tubi terminali e raccordi terminali sono da assemblare in sito.

Negli estensimetri multibase a doppia misura in fibra di vetro, i trasduttori sono già fissati al 50% del fondo scala se non diversamente specificato in fase d'ordine.

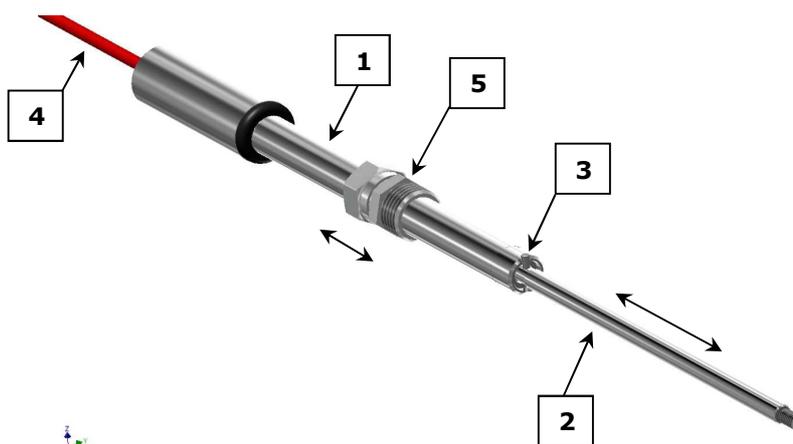
Per l'identificazione di alcuni particolari si veda le descrizioni nelle fasi d'installazione.

### Metodi di misura

Le misure si eseguono con un trasduttore elettrico (misura elettrica) e/o con un calibro digitale (misura meccanica).

Il trasduttore elettrico consiste in:

1. corpo trasduttore
2. asta di misura
3. spina di blocco
4. cavo per il collegamento alla centralina di misura
5. raccordo regolabile per il fissaggio alla testa di misura



Trasduttore elettrico

I trasduttori elettrici, DTE, possono essere potenziometrici con segnale current loop 4-20mA (LP) o a corda vibrante (VW) e sono forniti:

- smontati, se richiesti, negli estensimetri multibase a misura singola
- già montati, negli estensimetri multibase a doppia misura

Il calibro digitale è dotato di prolunghe da usare secondo necessità.



Calibro digitale e aste di prolunga

**Controlli Preliminari**

Gli estensimetri vanno inseriti in fori di perforazione con pareti stabilizzate del diametro minimo di:

- 45 mm nel caso di estensimetro monobase
- 101mm nel caso di estensimetri multibase

Nel primi 50cm il foro deve essere allargato fino a Ø140mm in modo da inserire la testa dello strumento.



Nel caso di terreni instabili in cui, durante l'installazione dello strumento, sia necessario lasciare nel foro il rivestimento, consigliamo di avvalersi del supporto di un tecnico specializzato Sisgeo.

Prima di iniziare l'installazione dei trasduttori elettrici si raccomanda di eseguire una lettura di controllo con una centralina di misura.

Utensili necessari (non forniti):

Estensimetro multibase a doppia misura, aste fibra di vetro	Estensimetro multibase, lettura singola, aste fibra di vetro	Estensimetro multibase a doppia misura aste acciaio o invar	Estensimetro multibase, lettura singola, aste acciaio o invar
Chiave a brugola n° 4	Chiavi fisse n° 12, 13, 14, 24	2 Chiavi fisse n° 14	Chiavi fisse n° 12, 13, 14, 17, 24
Nastro adesivo	Chiave a tubo n° 10, 24	Chiave a brugola n° 4	Chiave a tubo n° 10, 24
	Nastro adesivo	Asta di spinta (nel kit di montaggio)	Asta di spinta (nel kit di montaggio)
		Seghetto o taglia tubi	Seghetto o taglia tubi
		Nastro adesivo	2 Pinze tipo universale
			Nastro adesivo

**Installazione**

**INSTALLAZIONI VERTICALI VERSO IL BASSO**

**ESTENSIMETRO MULTIBASE CON ASTE IN FIBRA DI VETRO**



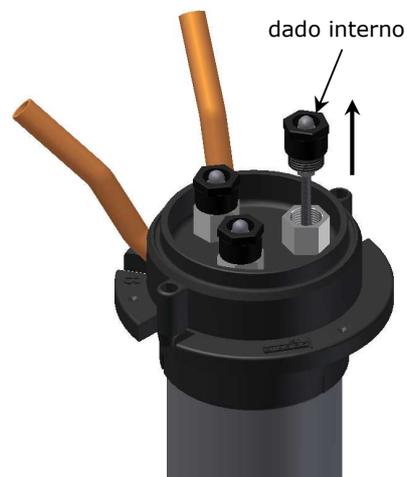
Srotolare lo strumento in prossimità della perforazione. Montare i centratori. Se necessario fissare con nastro adesivo i tubi d'iniezione con le basi.



Inserire lo strumento nel foro.



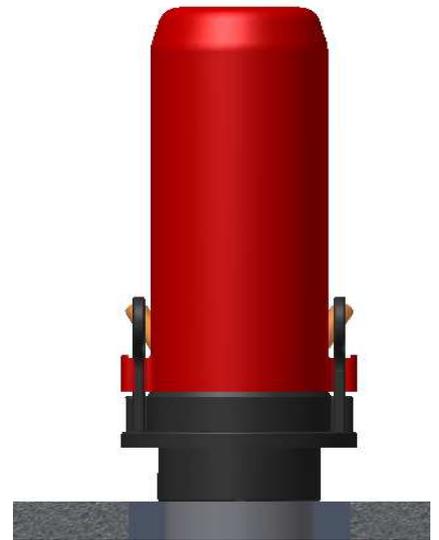
Sostenere la testa all'altezza desiderata e cementare le basi usando il tubo d'iniezione più lungo "A". Il tubo "B" serve per sfiato ed eventuale rabbocco.



Quando il cemento ha fatto presa, sbloccare le aste di misura svitando prima il tappo di blocco nero e poi il dado interno. Ora l'asta è libera di scorrere nella guaina. Si possono montare i trasduttori o eseguire le letture con il calibro digitale.



Installare i trasduttori, o avvitare il tappo di protezione.



Montare il coperchio di protezione sulla testa di misura.

**ESTENSIMETRO MULTIBASE CON ASTE IN ACCIAIO O INVAR**



Riconoscere tra le aste fornite i tubi terminali che sono contenuti in una retina di plastica ed hanno un filetto femmina da un solo lato.



Srotolare l'estensimetro in prossimità della perforazione e montare i centratori. Se necessario fissare con nastro adesivo i tubi d'iniezione con le basi.



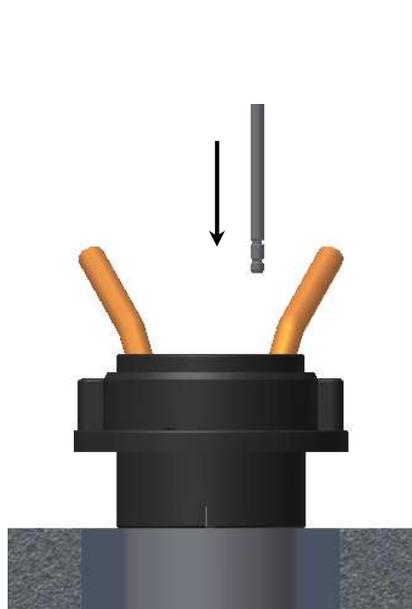
Inserire lo strumento nel foro.



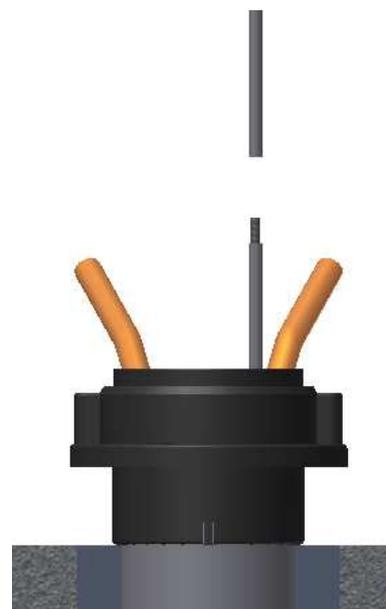
Sostenere la testa all'altezza desiderata.



Avvitare un attacco rapido di fondo su un'asta.



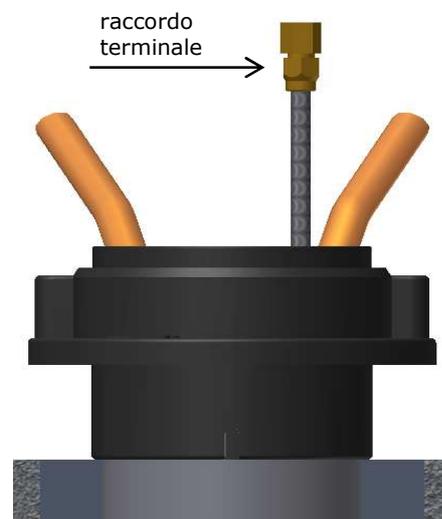
Inserire nel foro l'asta con l'attacco rapido rivolto verso il basso. Tenerla con le pinze e rispettare la convenzione di pag. 5.



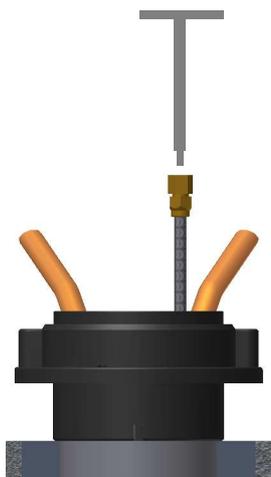
Avvitare un'altra asta fino a bloccarla. Procedere per tutta la lunghezza. Attenzione a non far cadere le aste. L'ultima asta deve essere il tubo terminale.



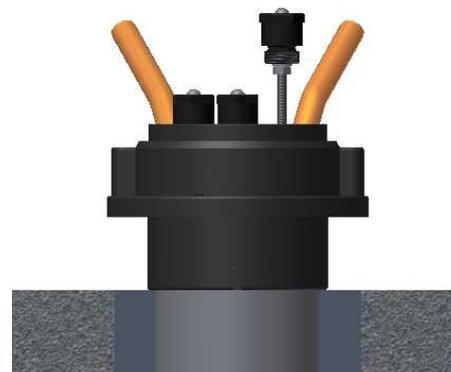
Appoggiare delicatamente la batteria di aste sul fondo e marcare il tubo terminale sul fondo come indicato nel disegno. Tagliarlo accuratamente sotto la marcatura a:  
264mm per trasduttori fino a 100mm  
364mm per trasduttori oltre 100mm



Calzare fino a battuta il raccordo terminale sul tubo terminale. Utilizzando 2 chiavi fisse n° 14 stringere il raccordo



Avvitare l'asta di spinta sul raccordo terminale e spingere con forza fino ad agganciare le aste sul fondo. Svitare l'asta di spinta.



Montare il tappo di blocco avvitando sia la barra filettata che il tappo nero.

Eseguire lo stesso procedimento sopra descritto per tutte le basi.

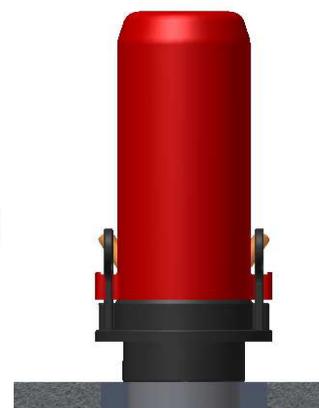
Cementare le basi usando il tubo d'iniezione più lungo "A". Il tubo "B" serve per sfiato ed eventuale rabbocco.



Quando il cemento ha fatto presa, sbloccare le aste di misura svitando prima il tappo di blocco nero e poi il dado interno. Ora l'asta è libera di scorrere nella guaina. Si possono montare i trasduttori o eseguire le letture con il calibro digitale.



Installare i trasduttori, o avvitare il tappo di protezione. Montare il coperchio di protezione sulla testa di misura.



**ESTENSIMETRO MULTIBASE A DOPPIA MISURA CON ASTE IN FIBRA DI VETRO**



Srotolare lo strumento in prossimità della perforazione. Montare i centratori. Se necessario fissare con nastro adesivo i tubi d'iniezione con le basi.



Inserire lo strumento nel foro.



Sostenere la testa all'altezza desiderata e cementare le basi usando il tubo d'iniezione più lungo "A". Il tubo "B" serve per sfiato ed eventuale rabbocco.



Terminata l'iniezione di cemento, tagliare i tubi il più vicino possibile alla piastra.



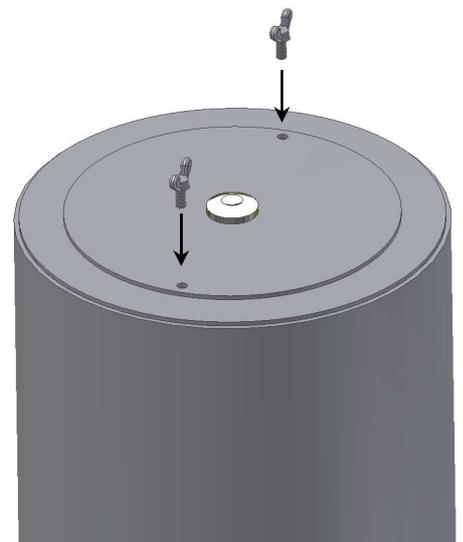
Quando il cemento ha fatto presa, sbloccare le aste di misura svitando prima il tappo di blocco nero e poi il dado interno.



Rimuovere la protezione metallica della testa di misura, fissata con quattro viti (chiave a brugola n° 4)



Con i morsetti in dotazione giuntare i conduttori dei trasduttori con quelli del cavo multipolare.



Rimontare la protezione metallica della testa e chiudere con l'apposito coperchio.

**ESTENSIMETRO MULTIBASE A DOPPIA MISURA CON ASTE IN ACCIAIO O INVAR**



Riconoscere tra le aste fornite i tubi terminali che sono contenuti in una retina di plastica ed hanno un filetto femmina da un solo lato.

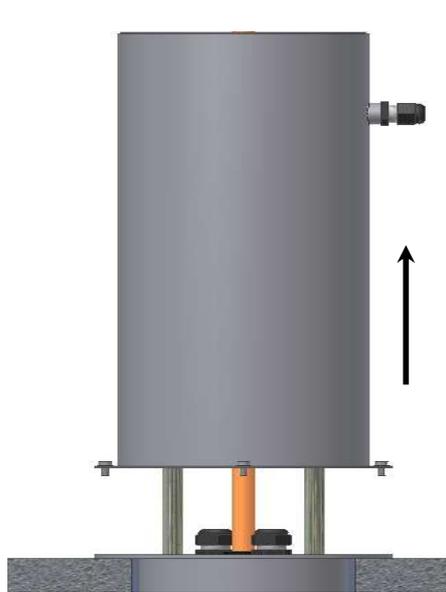
Srotolare lo strumento in prossimità della perforazione. Montare i centratori. Se necessario fissare con nastro adesivo i tubi d'iniezione con le basi.



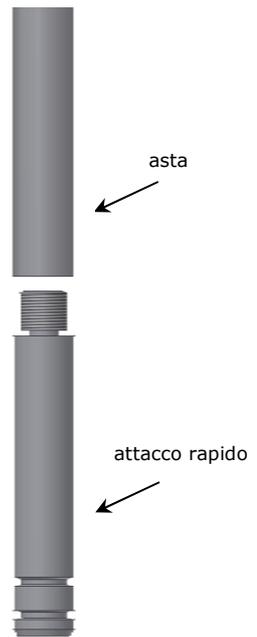
Inserire lo strumento nel foro.



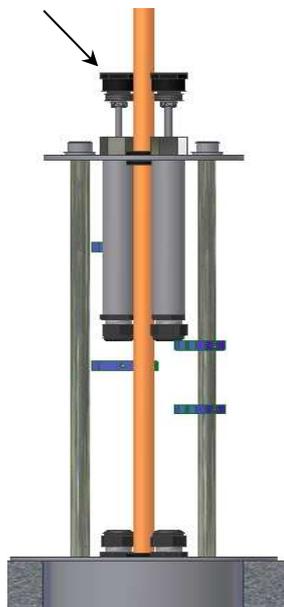
Sostenere la testa all'altezza desiderata.



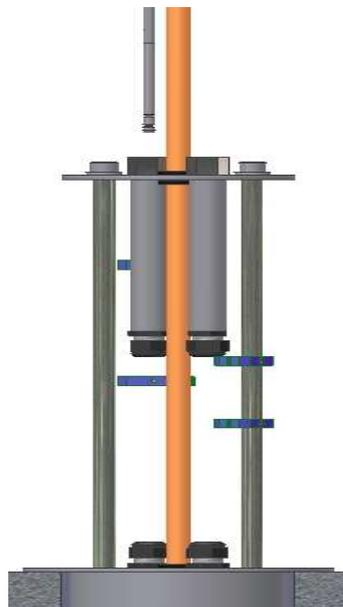
Rimuovere la protezione metallica della testa fissata con quattro viti (chiave a brugola n° 4).



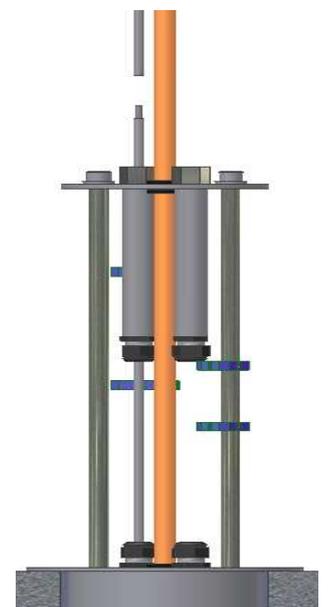
Avvitare un attacco rapido di fondo su un'asta.



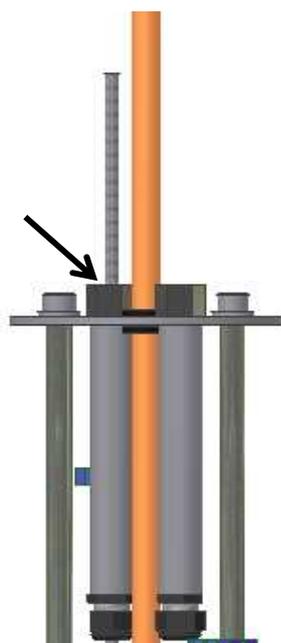
Rimuovere i tappi di blocco.



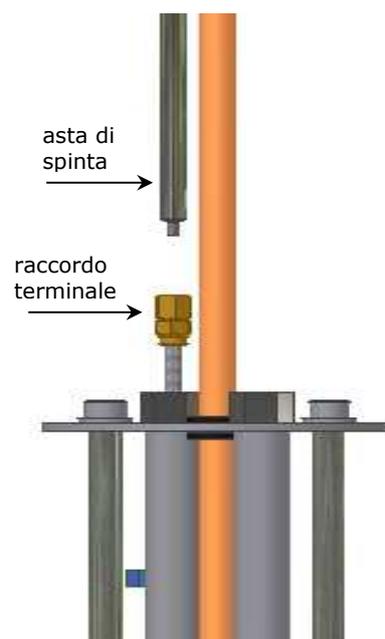
Inserire nel foro l'asta con l'attacco rapido rivolto verso il basso. Tenerla con le pinze e rispettare la convenzione di pag. 5.



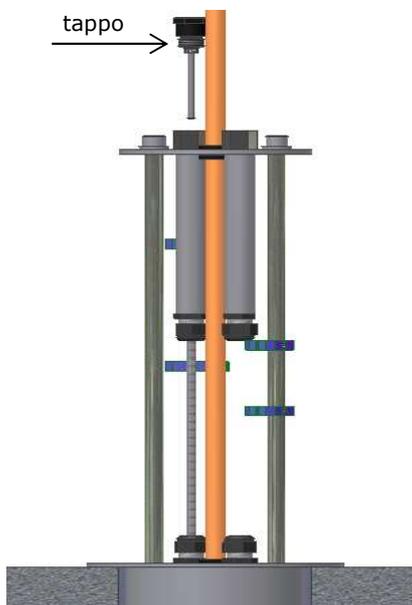
Avvitare un'altra asta bloccandola. Procedere per tutta la lunghezza. Attenzione a non far cadere le aste. L'ultima asta deve essere il tubo terminale.



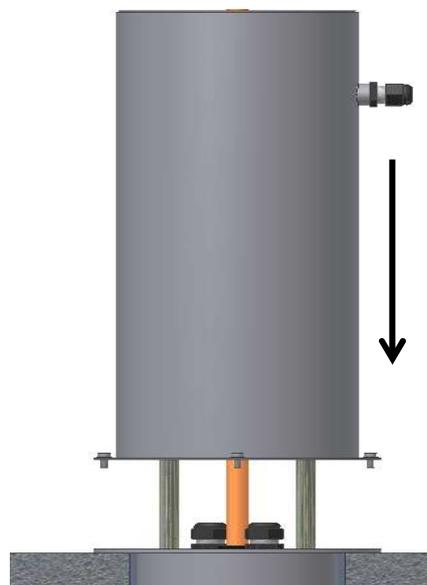
Appoggiare delicatamente la batteria di aste sul fondo e marcare il tubo terminale come indicato. Estrarre il tubo terminale e tagliare accuratamente a 107mm al di sotto della marcatura.



Calzare fino a battuta il raccordo terminale sul tubo terminale. Utilizzando 2 chiavi fisse n°14 stringere il raccordo. Avvitare l'asta di spinta sul raccordo terminale e spingere con forza fino ad agganciare le aste all'ancoraggio di fondo. Svitare l'asta di spinta.



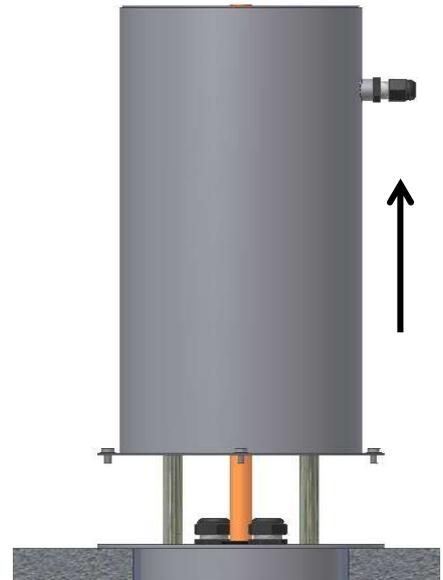
Avvitare il tappo nero di blocco e il dado interno. Ripetere per tutte le basi.



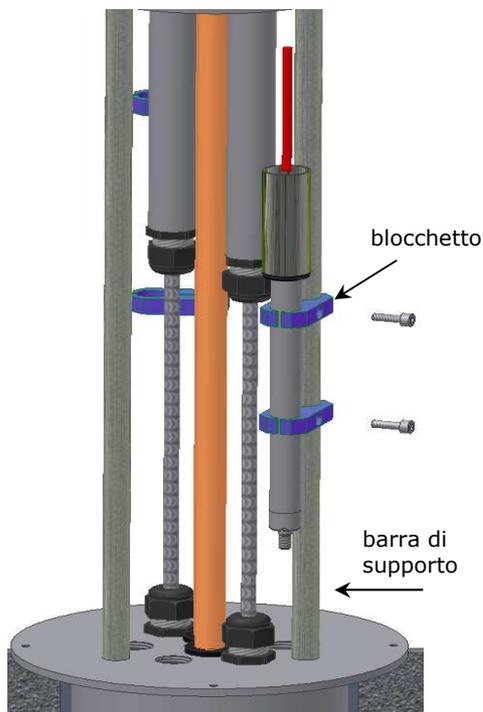
Montare la protezione metallica della testa di misura. Cementare le basi usando il tubo d'iniezione più lungo "A". Il tubo "B" serve per sfiato ed eventuale rabbocco.



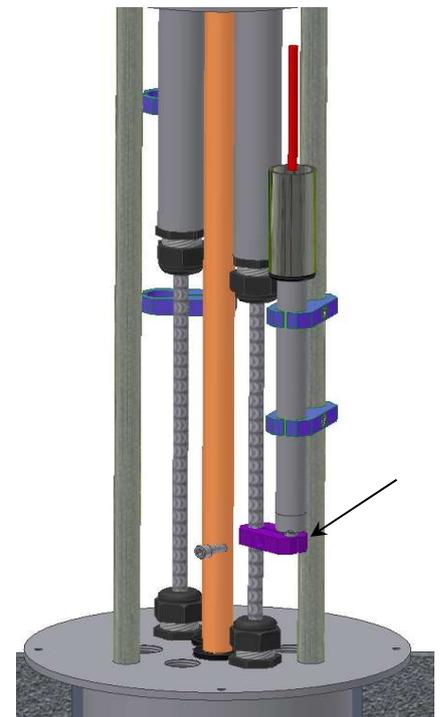
Terminata l'iniezione di cemento tagliare i tubi d'iniezione il più vicino possibile alla piastra.



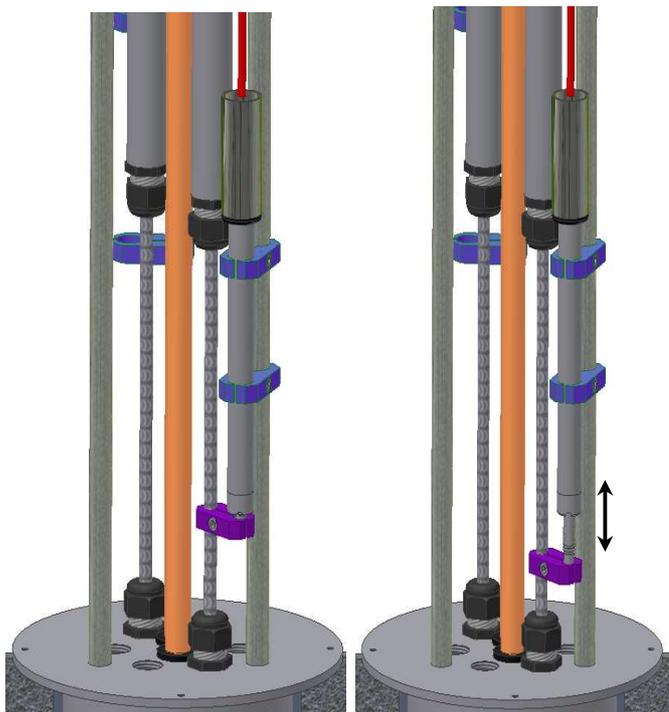
Quando il cemento ha fatto presa rimuovere la protezione metallica della testa di misura dello strumento.



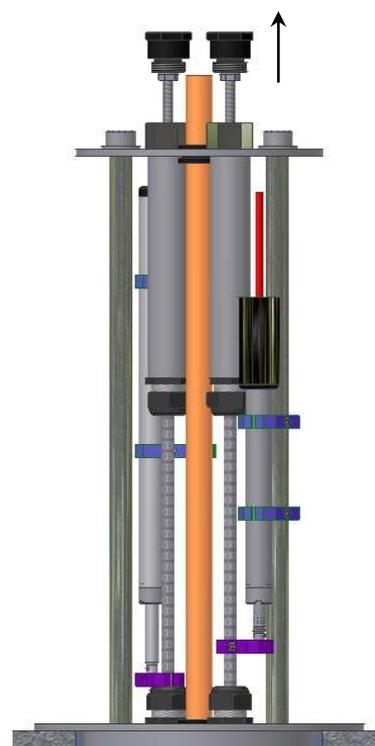
Fissare i trasduttori alle barre di supporto con i blocchetti e le viti in dotazione (chiave a brugola n°4).



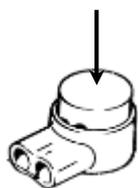
Fissare l'asta di misura del trasduttore alle aste installate (chiave a brugola n°4).



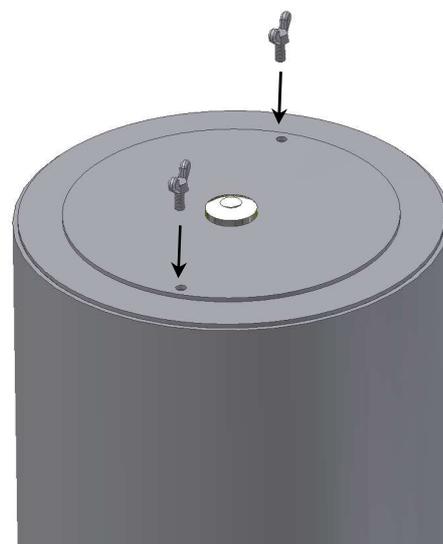
Collegare il trasduttore alla centralina di misura.  
Posizionarlo in modo da leggere il valore desiderato.



Svitare e rimuovere i tappi  
di blocco



Con i morsetti in dotazione  
giuntare i conduttori dei  
trasduttori con quelli del  
cavo multipolare.



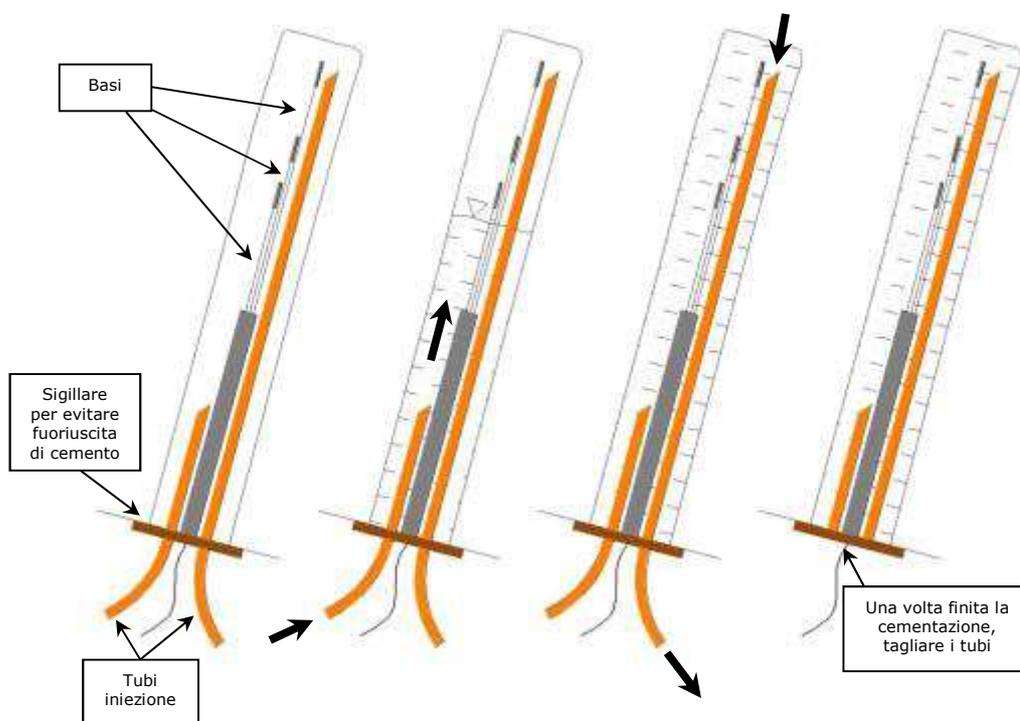
Rimontare la protezione metallica della  
testa e chiudere con l'apposito  
coperchio.

**INSTALLAZIONE DEGLI ESTENSIMETRI VERSO L'ALTO**

Nel caso in cui si esegua un'installazione verso l'alto, per spingere lo strumento nel foro, si consiglia di irrigidire le aste utilizzando ad esempio un tubo di plastica (circa Ø 30mm) al posto dei centrotori.

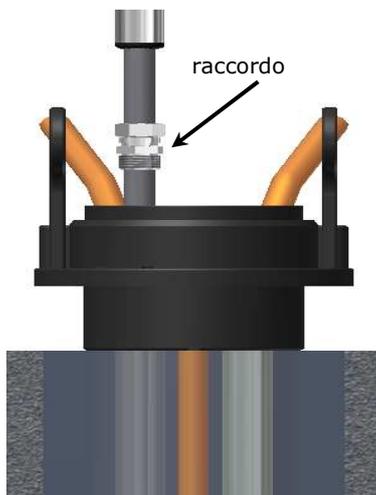
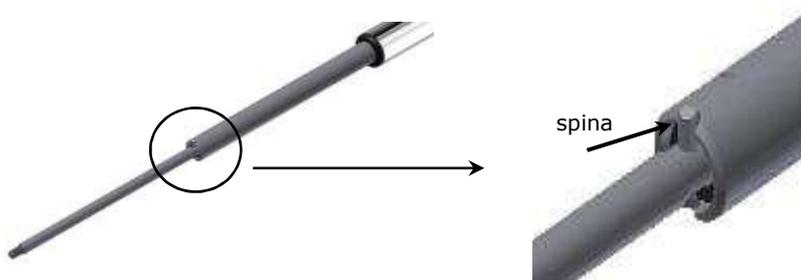
Prima di iniziare la cementazione è necessario sigillare il foro (es. con schiuma o cemento a presa rapida).

Schema cementazione in foro eseguito verso l'alto

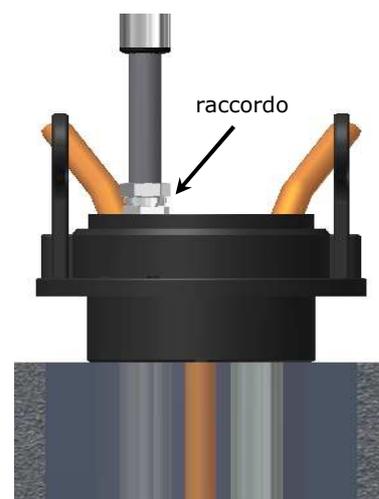


**INSTALLAZIONE DEI TRASDUTTORI ELETTRICI (DTE)**

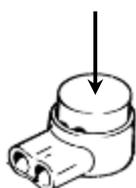
Prima di procedere assicurarsi che la spina di blocco sia posizionata come illustrato di seguito. Per smontare il trasduttore seguire la procedura al contrario.



Avvitare il trasduttore alla base di misura.



Avvitare il raccordo sulla ghiera cromata. Collegare il trasduttore alla centralina, posizionarlo dove richiesto e bloccarlo stringendo il raccordo.



Se necessario, giuntare i conduttori dei trasduttori con quelli del cavo multipolare utilizzando i morsetti in dotazione.

**Esecuzione delle misure**

ESECUZIONE MISURE CON CALIBRO DIGITALE (MISURA MECCANICA)

Rimuovere il coperchio dalla testa dell'estensimetro ed il tappo di protezione.



Montare sul calibro le aste di prolunga necessarie



Accendere il calibro, selezionare l'unità di misura (mm o inch). Portare il calibro a battuta ed azzerare con il pulsante ZERO.



Inserire il calibro come in figura, appoggiarlo sulla ghiera cromata e spingere l'asta fino ad arrivare a battuta. Annotare il valore del display.

ESECUZIONE MISURE CON TRASDUTTORE ELETTRICO

Le misure manuali sono effettuate collegando il trasduttore elettrico alla centralina di misura secondo il seguente schema:

Sensori current loop 4-20 mA	Rosso	+ Loop
	Nero	- Loop
Sensori a corda vibrante (VW)	Rosso	VW
	Nero	VW
	Bianco	Termistore
	Verde	Termistore



Per ottenere misure affidabili con strumenti con segnale current loop, si consiglia di rispettare un tempo di warm up non inferiore a 10 secondi. È possibile eseguire misure automatiche collegando lo strumento ad un sistema di acquisizione dati.

**Elaborazione delle misure**

Il calibro digitale restituisce un valore di spostamento nell'unità di misura prescelta.

Il trasduttore restituisce un valore elettrico che va convertito come segue:

$$\begin{aligned} \text{Fattore lineare} \rightarrow & \quad L_{ing} = L_{ele}/S \text{ [mm]} \\ \text{Fattore polinomiale} \rightarrow & \quad L_{ing} = (L_{ele}^2 \times A) + (L_{ele} \times B) + C \text{ [mm]} \end{aligned}$$

$L_{ing}$  = letture ingegneristiche  
 $L_{ele}$  = letture elettriche  
 $S$  = fattore di sensibilità  
 $A, B, C$  = fattori di conversione polinomiale

I fattori  $S, A, B, C$  sono riportati sul certificato di calibrazione

La tabella seguente mostra la relazione tra il movimento dell'asta di misura ed i corrispondenti valori elettrici nominali:

DTE	Valori nominali	
	VW	LP
Estensione massima	<b>9000Digit</b>	<b>4mA</b>
Compressione massima	<b>2500Digit</b>	<b>20mA</b>

Le letture di esercizio devono essere riferite alla lettura iniziale (lettura zero).

$D = L_i - L_0$ <p>D = movimento  <math>L_0</math> = Lettura zero  <math>L_i</math> = Lettura di esercizio</p>
--

La lettura di zero deve essere rilevata accuratamente ad installazione terminata e strumento operativo.

Esempio

Campo di misura LP 50mm (letture mA)  
 $S = 0.32051 \text{ mA/mm}$   
 $A = -6.984 \text{ E-}04, B = 3.137 \text{ E+}00, C = -1.264 \text{ E+}01$   
 $L_0 = 12.050 \text{ mA}, L_i = 16.048 \text{ mA} (L_i > L_0 \rightarrow \text{chiusura})$

Usando:  
 Fattore lineare  $(L_i - L_0)/S : (16.048 - 12.050)/0.32051 = 12.47\text{mm}$   
 Fattore polinomiale  $[(L_i^2 \times A) + (L_i \times B) + C] - [(L_0^2 \times A) + (L_0 \times B) + C] = 37.522 - 25.0590 = 12.46\text{mm}$

Misura della Temperatura

Se si utilizza una centralina SISGEO la temperatura viene letta direttamente in °C. Qualora si misurasse il valore di resistenza del termistore, lo si dovrà convertire utilizzando la formula o la tabella riportate in Appendice 1

**Troubleshooting** *Trasduttori a Corda Vibrante:*

<b>Problema</b>	<b>Possibile causa</b>	<b>Soluzione</b>
<b>Misura instabile</b>	Schermo non collegato	Collegare lo schermo
	Forze elettriche nelle vicinanze (motori, generatori, antenne radio, saldatrici, linee ad alta tensione...)	Allontanare la causa del problema.
	Messa a terra non ottimale	Provvedere alla messa a terra a regola d'arte
<b>Corda non rilevata</b>	Cavo tagliato o danneggiato. Misurare la resistenza tra i conduttori Rosso e Nero: valori accettabili $150\Omega \pm 15\%$ . Tenere in considerazione la lunghezza del cavo. (per il modello OWE116000, è di circa $88 \Omega/\text{km}$ )	Riparare il cavo. SISGEO può fornire i kit per la riparazione
	Collegamenti errati	Eseguire collegamento corretto

*Trasduttori in mA*

<b>Problema</b>	<b>Possibile causa</b>	<b>Soluzione</b>
<b>Misura instabile misura 0 mA misura overrange</b>	Collegamenti errati	Eseguire collegamento corretto
	Cavo tagliato o danneggiato	Riparare il cavo. SISGEO può fornire i kit per la riparazione

**Servizio  
manutenzione**

L'assistenza post vendita relativa a calibrazioni, manutenzioni e guasti, sui prodotti forniti da Sisgeo, è effettuato presso Sisgeo.

L'invio del materiale per le suddette attività avviene tramite richiesta di RMA "Return Manufacturer Authorization" sul nostro sito [www.sisgeo.com](http://www.sisgeo.com)

Se possibile, si consiglia di spedire il set completo di accessori.

Il materiale dovrà essere inviato con imballo idoneo in porto franco (spese di trasporto a carico del mittente) a :

SISGEO S.r.l.  
Via F.Serpero, 4/F1  
20060 MASATE (MI)  
Alla c.a. : Ufficio Assistenza Tecnica

Sul documento di trasporto (DDT) obbligatorio, dovrà essere indicato il codice di autorizzazione ricevuto (RMA). Proteggere la strumentazione da urti durante la spedizione utilizzando adeguati contenitori o, ancora meglio, gli involucri originali.

**E-mail assistenza tecnica:** [assistance@sisgeo.com](mailto:assistance@sisgeo.com)



**Appendix 1**

**CONVERSIONE RESISTENZA TEMPERATURA**

Equazione di trasformazione dalla resistenza del termistore alla temperatura:

$$T = \frac{1}{A + B(\ln R) + C(\ln R)^3} - 273.2$$

Dove:

T= temperatura in °C

LnR= Logaritmo naturale della resistenza del termistore

A=  $1.4051 \times 10^{-3}$  (coefficiente calcolato da -50° a +150°C)

B=  $2.369 \times 10^{-4}$

C=  $1.019 \times 10^{-7}$

Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp	Ohms	Temp
16.60K	-10	5971	10	2417	30	1081	50
15.72K	-9	5692	11	2317	31	1040	51
14.90K	-8	5427	12	2221	32	1002	52
14.12K	-7	5177	13	2130	33	965.0	53
13.39K	-6	4939	14	2042	34	929.6	54
12.70K	-5	4714	15	1959	35	895.8	55
12.05K	-4	4500	16	1880	36	863.3	56
11.44K	-3	4297	17	1805	37	832.2	57
10.86K	-2	4105	18	1733	38	802.3	58
10.31K	-1	3922	19	1664	39	773.7	59
9796	0	3784	20	1598	40	746.3	60
9310	-1	3583	21	1535	41	719.9	61
8851	2	3426	22	1475	42	694.7	62
8417	3	3277	23	1418	43	670.4	63
8006	4	3135	24	1363	44	647.1	64
7618	5	3000	25	1310	45	624.7	65
7252	6	2872	26	1260	46	603.3	66
6905	7	2750	27	1212	47	582.6	67
6576	8	2633	28	1167	48	562.8	68
6265	9	2523	29	1123	49	543.7	69
						525.4	70