



TECNOLOGIA

Idrofresa

TREVI
↓





Deviazione dalla verticale fino allo 0.3 %

Scavo fin oltre i 100 m di profondità

Scavo in roccia e livelli resistenti fino a 80 MPa

Tenuta idraulica sui giunti tra i pannelli

Spessore dei pannelli oltre i 2.000 mm

La tecnica di scavo dei diaframmi per mezzo dell'Idrofresa consente la realizzazione di setti di paratia con deviazioni massime dalla verticale dell'ordine dello 0,3÷0,5%. Le profondità raggiungibili con attrezzature "standard" sono dell'ordine di 40÷80 m; con attrezzature "speciali" è possibile spingersi fino a 100÷150 m. La tecnologia permette inoltre l'attraversamento di strati rocciosi con valori di resistenza UCS fino a 60-80 MPa.

Con l'uso dell'Idrofresa è possibile correggere, in corso d'opera, le deviazioni dalla verticale, in modo da mantenerle entro un range pre-determinato.

La particolare sequenza costruttiva di un diaframma con idrofresa e la fresatura dei pannelli primari durante lo scavo dei pannelli secondari consentono di ottenere giunti a tenuta idraulica di affidabilità superiore rispetto ai giunti utilizzati con la tecnica di scavo con benna.

Con l'Idrofresa si scavano diaframmi aventi spessore anche superiore a 2000 mm.

Tecnologia

Un diaframma con idrofresa si realizza attraverso le seguenti fasi operative:

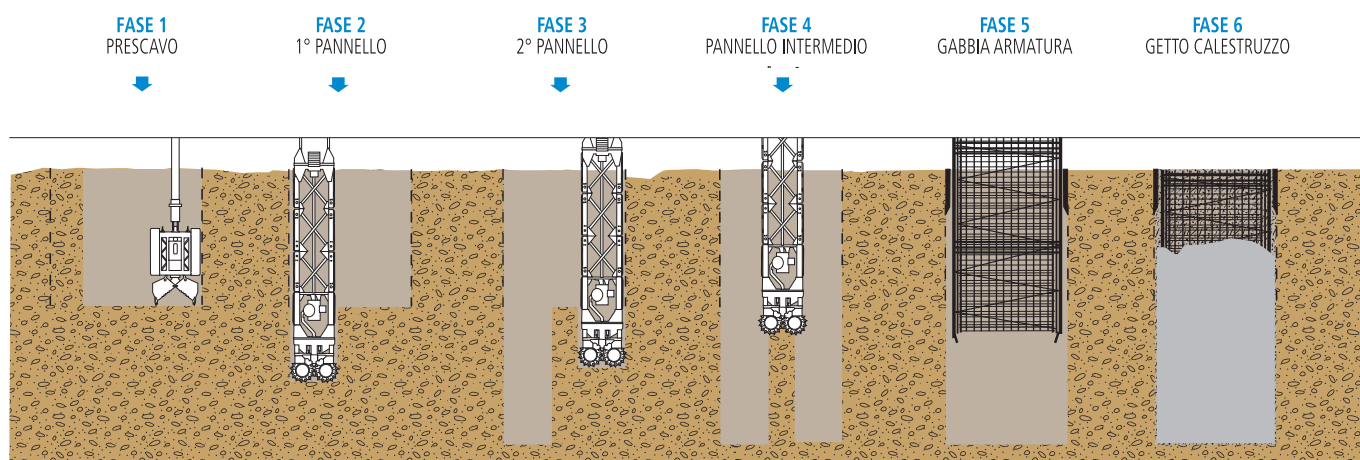
- preparazione del sito
- costruzione muretti guida
- pre-scavo con altra attrezzatura
- scavo del pannello
- dissabbiamento del fango
- posa in opera della gabbia di armatura
- getto del calcestruzzo

I pannelli sono generalmente suddivisi in PRIMARI e SECONDARI.

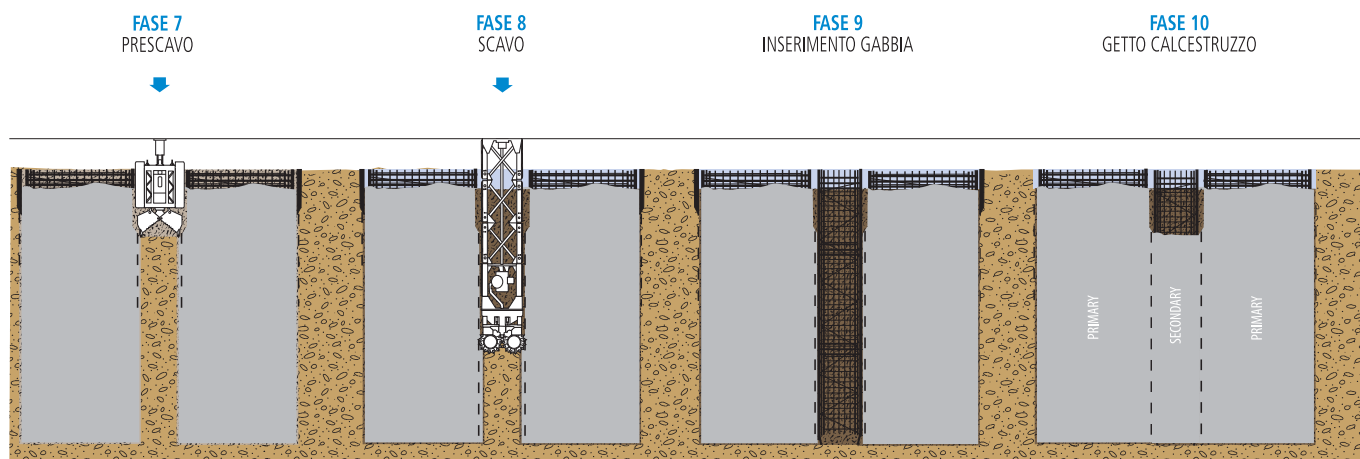
I pannelli PRIMARI possono essere realizzati mediante un unico scavo, oppure, mediante uno scavo multiplo, come mostrato nello schema.



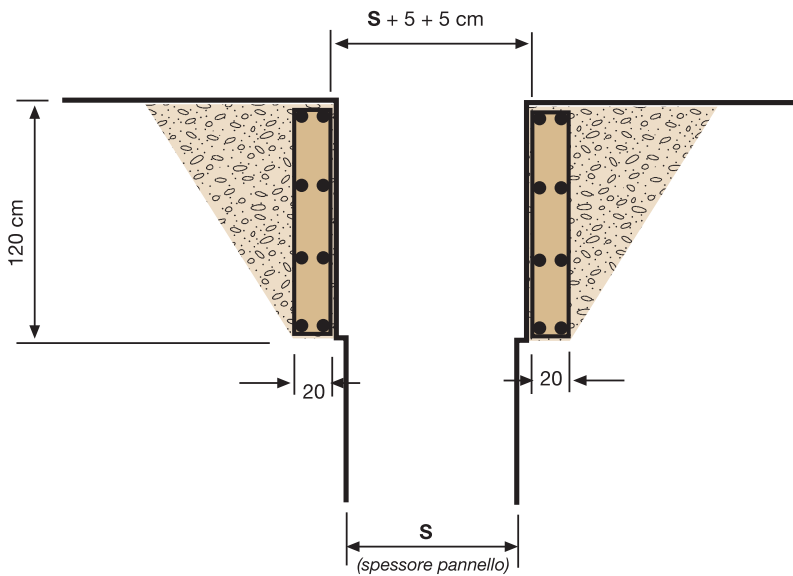
PANNELLI PRIMARI (di tipo multiplo)



PANNELLI SECONDARI



Fasi esecutive



La preparazione del sito e la realizzazione dei muretti guida sono simili a quelli necessari per la realizzazione di un diaframma con benna. Il piano di lavoro deve essere idoneo a sostenere il peso dei mezzi operativi. I muri guida possono essere schematicamente realizzati come nella figura a fianco.

Cordoli guida

I cordoli guida sono necessari a garantire:

- la guida dello scavo ed il corretto allineamento dei pannelli;
- la stabilità della parte superiore della trincea;
- il sostegno dei carichi verticali imposti dalle gabbie di armatura che sono sospese sopra al muro guida.

Prescavo

La pompa per il fango della fresa è collocata sopra i tamburi fresanti. Al fine di innescare l'aspirazione del fango, essa dovrà essere completamente sommersa nel fango stesso.

Per questo motivo si esegue un prescavo di alcuni metri per garantire la sommersione della pompa posta sul modulo fresante. Il prescavo viene normalmente eseguito, con fanghi, attraverso un braccio rovescio o con una benna a fune montata su una seconda gru.

Scavo

Durante lo scavo i due tamburi della fresa, per quanto possibile, dovrebbero sempre lavorare sullo stesso tipo di materiale: sia esso terreno naturale o calcestruzzo.

I pannelli primari vengono costruiti operando nel terreno naturale, seguiti dalla costruzione dei pannelli secondari intermedi o di chiusura, eseguiti tra due pannelli primari già gettati.

La larghezza standard di un pannello è di 2,8 m.

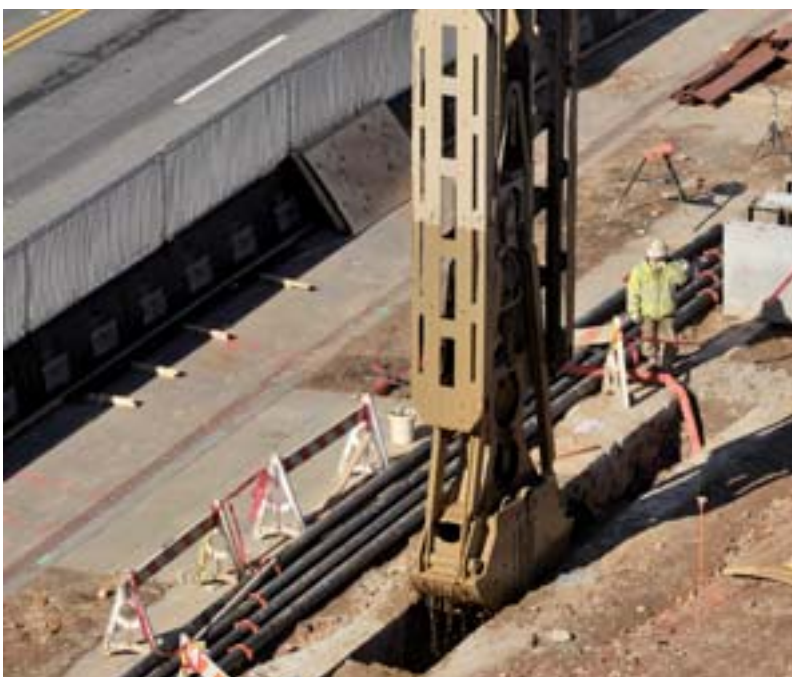
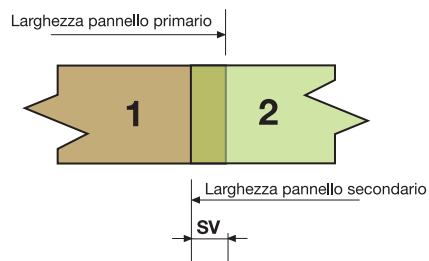
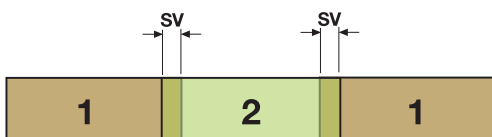
Quando le condizioni del terreno e/o la geometria del muro lo permettono, possono essere costruiti pannelli primari più lunghi, consistenti in tre "fasi" consecutive (es. tre scavi: sinistro da 2,8 m; destro da 2,8 m; centrale da 0,5 a 1,5 m; in questo modo la larghezza totale del pannello di apertura risulta di 6,1 o 8 m).

Il pannello secondario viene scavato tra due pannelli primari adiacenti.

Il giunto tra i pannelli è un giunto in calcestruzzo che garantisce una migliore tenuta idraulica rispetto a quelli eseguibili con scavo con benna. Durante lo scavo dei pannelli secondari, i tamburi fresanti dell'idrofresa tagliano una piccola porzione di calcestruzzo su ciascun pannello primario adiacente, creando una superficie di contatto pulita e ruvida sui bordi dei pannelli primari. La quantità di pannello primario da scavare va scelta in funzione della profondità da raggiungere e delle deviazioni massime ipotizzate.

Una gru di servizio servirà per posizionare nella trincea, la gabbia di armatura opportunamente rinforzata per evitarne distorsioni e dotata di distanziatori sulle facce per garantire il copriferro di progetto.

SV = sovrascavo calcestruzzo del pannello primario durante lo scavo del secondario



Fasi esecutive

Posa gabbia

Il corretto posizionamento delle gabbie di armatura è necessario per evitare che la fresatura di parte dei pannelli primari coinvolga anche le gabbie degli stessi. Per garantire la corretta guida della gabbia possono essere utilizzate delle palancole posizionate ai margini del pannello primario.

Nel caso di aperture che prevedono la posa di due gabbie nello stesso pannello si potrà utilizzare anche una dima metallica centrale al pannello per una maggiore accuratezza nella posa delle due gabbie.

Questi elementi saranno estratti durante la fase di getto del calcestruzzo.



Getto

Il getto del calcestruzzo si esegue tramite la tecnica "contractor", utilizzando tubi rigidi della lunghezza di circa 2 metri ciascuno, giuntati in sequenza fino a raggiungere il fondo del foro. Si procede poi all'immissione di calcestruzzo attraverso il tubo. Continuando ad immettere calcestruzzo si riempie la trincea dal fondo, lasciando fuoriuscire la miscela bentonitica dalla bocca dello scavo (i fanghi sono ben separati dal calcestruzzo a causa della loro densità minore).

Qualora si debbano gettare pannelli di apertura di notevole larghezza sarà opportuno utilizzare due tubi getto attraverso i quali completare il riempimento dello scavo.

Per lo scavo del pannello secondario è infine necessario evitare che il calcestruzzo gettato dai pannelli primari vada ad occupare la parte superficiale di prescavo, impedendo alla fresa di scendere agevolmente sino alla quota di innesco della pompa di aspirazione del fango. A questo scopo si può utilizzare una palancola corta, posta in opera prima del getto dei pannelli primari.





Tecnologia e attrezzature

La tecnologia idrofresa differisce sostanzialmente da quella di scavo con benna.

Il sistema idrofresa si compone di tre elementi fondamentali: l'unità fresante, la gru che la sostiene e l'impianto di trattamento del fango che viene estratto dallo scavo. L'unità fresante è costituita da un telaio in acciaio su cui sono montati due tamburi fresanti indipendenti e a rotazione contrapposta.

Si possono adottare tamburi con diverse coppie e dimensioni al fine di soddisfare i requisiti geometrici richiesti. L'unità fresante è sospesa, tramite un cavo, al braccio della gru di supporto. La pressione applicata al terreno è controllata mediante un meccanismo idraulico di precisione.

L'idrofresa, calata progressivamente nella trincea, scava e frantuma il terreno o la roccia sull'intera sezione dello scavo.

Una pompa sommersa, posta immediatamente sopra i tamburi delle frese, crea una circolazione inversa del fluido stabilizzante (*fango bentonitico/polimerico o acqua*), che agisce come mezzo di trasporto per evacuare i detriti dallo scavo, ed invia il fango, carico di detriti, ad un impianto di trattamento.

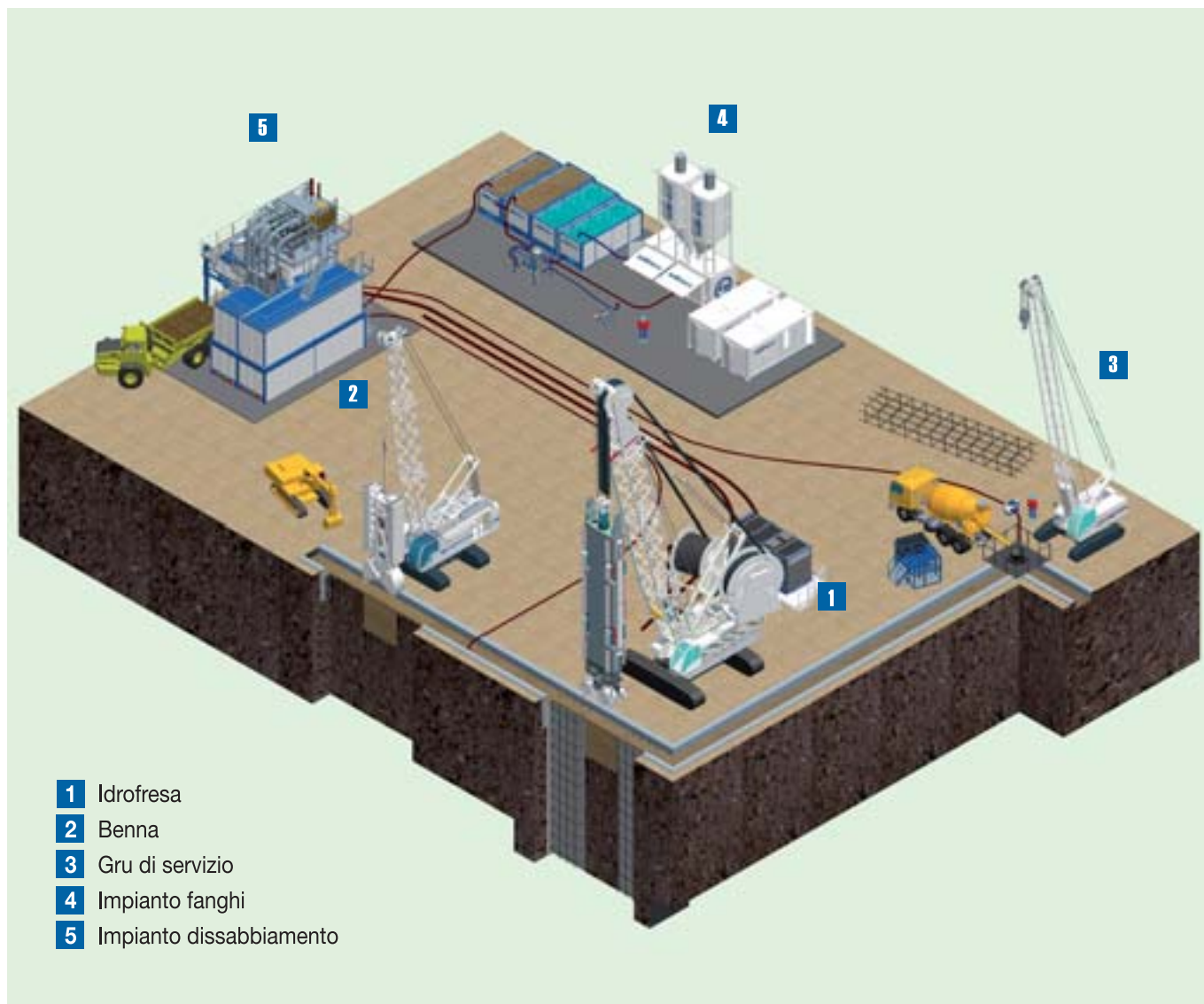
In questo impianto i detriti sono rimossi dal fluido distabilizzazione per mezzo di vibrovagli o separatori a ciclone, a seconda delle dimensioni delle particelle.

L'impianto di pulizia del fango deve essere in grado, generalmente, di trattare da 300 a 500 metri cubi/ora.

Fango fresco viene immesso nella trincea per mantenere il livello del fango all'interno dello scavo alla quota necessaria a garantirne la stabilità.

L'obiettivo del processo di pulizia del fango è anche quello di ridurre il contenuto di sabbia e limo (*dissabbiamento*) al fine di soddisfare i parametri di progettazione per la densità e il contenuto di sabbia del fango nel pannello prima del getto del calcestruzzo. L'attraversamento di terreni coesivi o rocce tenere marnose genera di solito un appesantimento del fango di scavo con elementi fini per la cui rimozione l'impianto viene integrato con dispositivi specifici (*filtrapresse, centrifughe etc.*).

Può risultare inoltre necessario la sostituzione del fango prima del getto.





a) Fresa SOILMEC serie "Tiger"
(tamburi montati su gru)

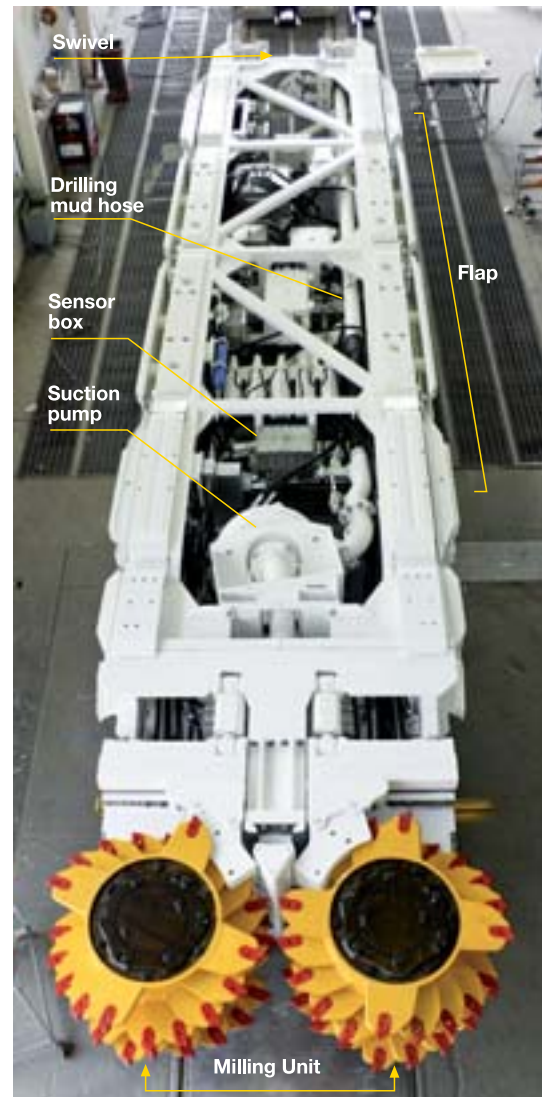


b) Fresa SOILMEC serie "Cougar"
(doppio spaghetti)

I motori idraulici degli elementi sommersi (i due tamburi della fresa e la pompa del fango) possono essere alimentati da un gruppo di alimentazione idraulico esterno montato sulla gru, o direttamente dall'impianto idraulico di base. Sia i tubi idraulici che quelli del fango di perforazione a circolazione inversa devono muoversi seguendo il movimento dell'unità fresante.



In generale si utilizzano due diverse configurazioni:
a) con rulli (sui quali si avvolgono le tubazioni idrauliche ed elettriche ed il tubo di aspirazione dei detriti) **posti su un telaio montato sopra la gru;**
b) sfruttando un rinvio sospeso alla sommità del braccio della gru (doppio spaghetti).



Tecnologia e attrezzature

Il modulo fresante opera sempre appoggiata al fondo dello scavo, dove frantuma il materiale sulla sua intera sezione frontale.

Sui tamburi della fresa vengono montati diversi tipi di denti. La loro configurazione può essere modificata a seconda del materiale da scavare.

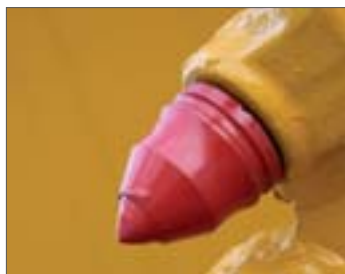
In generale la forma dei denti può essere:

- **piatta**, con piastra al carburo, per scavi profondi in terreni misti;
- **conica**, con inserto rotondo al carburo, per scavi in roccia.

La distribuzione dei denti sui tamburi fresanti varia in funzione del tipo di dente e della consistenza del materiale. A fianco sono riportati alcuni esempi.



Danti di forma piatta



Danti di forma conica (picchi)

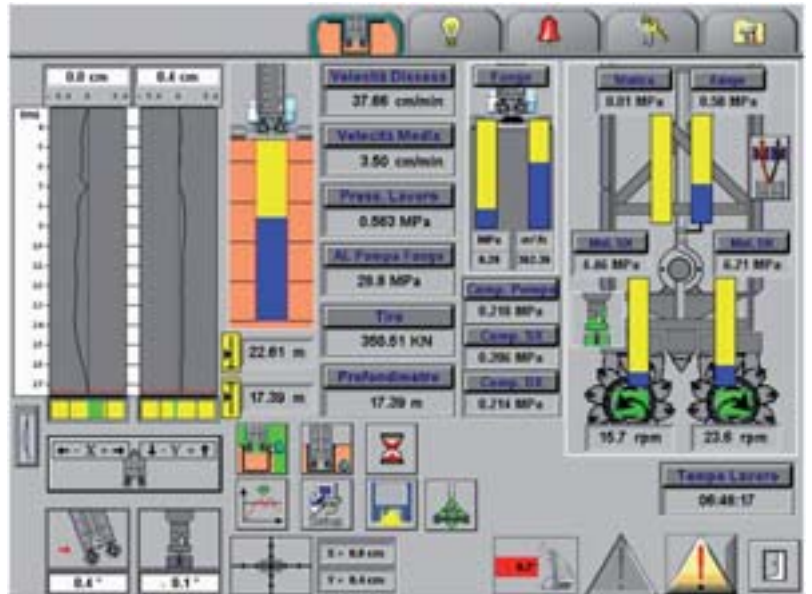


Controlli

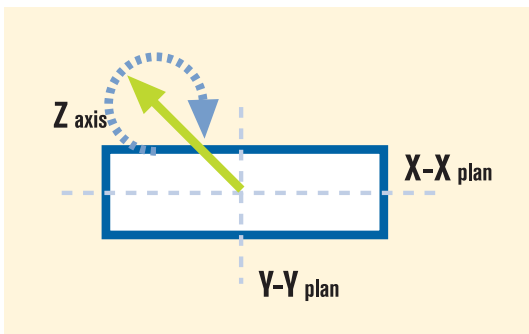
Il **DMS**, nell'esecuzione di un diaframma con idrofresa assume un ruolo fondamentale nella gestione, nel controllo e nel monitoraggio del processo produttivo. Tali e tanti sono infatti i parametri che l'operatore deve controllare e gestire per operare correttamente uno scavo profondo.

Tra questi vanno sicuramente ricordati:

- la velocità di rotazione delle ruote fresanti e il valore di coppia applicato
- il valore di contropressione idraulica da garantire all'interno dei motori idraulici per compensare la pressione esercitata dall'esterno all'interno dello scavo, variabile in funzione della profondità
- la spinta/peso applicati alle ruote fresanti per garantire il corretto avanzamento dello scavo.
- i valori di portata e pressione della pompa fango
- l'andamento della perforazione in termini di scostamenti dalla verticale.



Il controllo della verticalità è essenziale per poter garantire di rimanere all'interno delle tolleranze di progetto. Il corpo fresante viene pertanto attrezzato per correggere la inclinazione nelle due direzioni principali X-X (*longitudinale allo sviluppo del diaframma*) ed Y-Y (*trasversale allo sviluppo del diaframma*). E' inoltre necessario controllare e correggere anche la deviazione rispetto all'asse verticale Z-Z, ossia la torsione del modulo fresante all'interno del terreno.



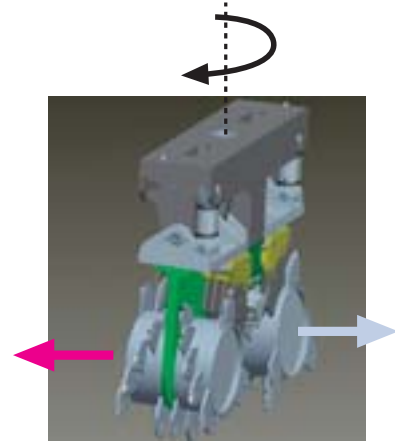
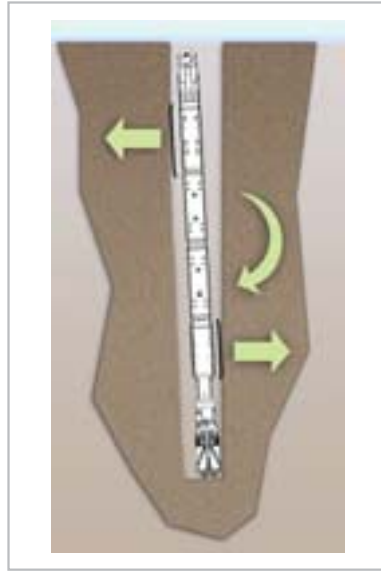
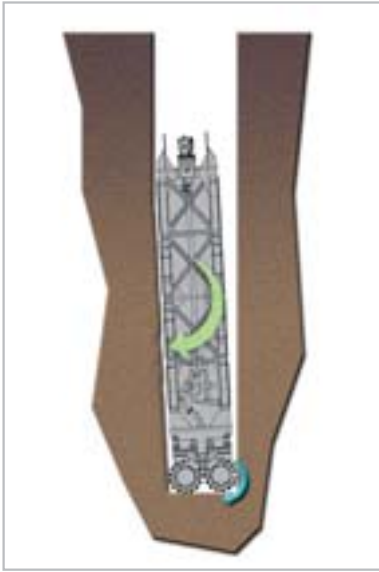
Per riportare in verticale il modulo fresante si utilizzano due dispositivi:

a) una serie di elementi mobili (flaps), collocati nello spessore del telaio della fresa, lungo i suoi quattro lati ed in posizione superiore ed inferiore. Questi elementi possono essere singolarmente o a gruppi, fatti fuoriuscire dalla sezione corrente della fresa per agire contro il terreno ed imporre delle forze al modulo fresante che consentono di riallineare il modulo stesso lungo la direzione verticale.

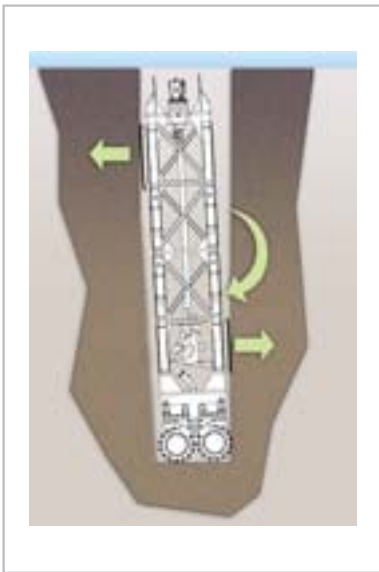
b) la possibilità di inclinare indipendentemente o congiuntamente, e nella medesima direzione od in direzione opposta, le due ruote fresanti.



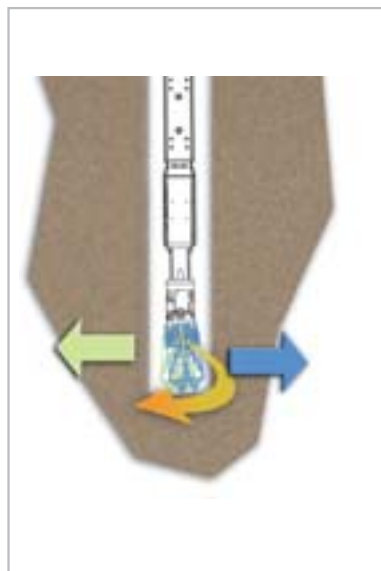
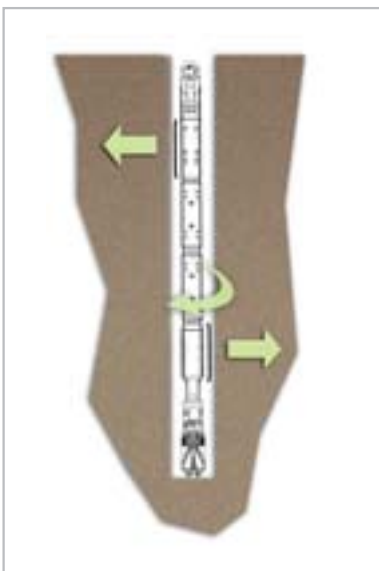
Controlli



La **correzione lungo l'asse X-X** può avvenire variando la velocità di rotazione di uno dei due tamburi, o azionando opportunamente i flaps posti sul fianco del corpo fresante.



La **correzione lungo l'asse Y-Y** può avvenire azionando opportunamente i flaps posti sul fronte del corpo fresante o variando l'inclinazione dei due tamburi fresanti insieme nella stessa direzione.



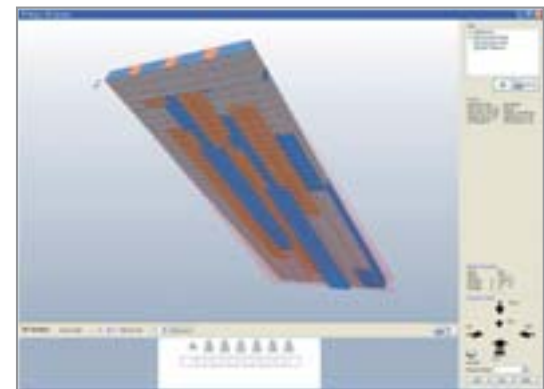
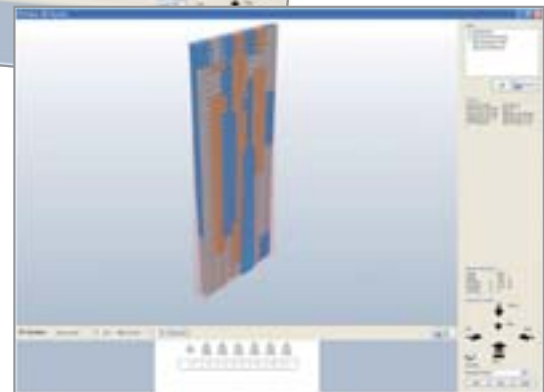
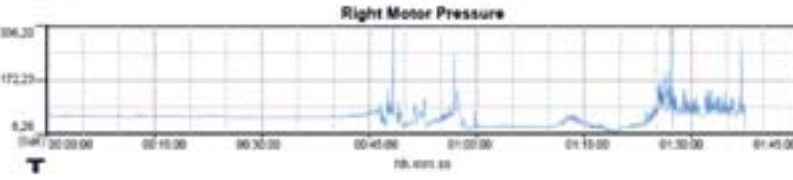
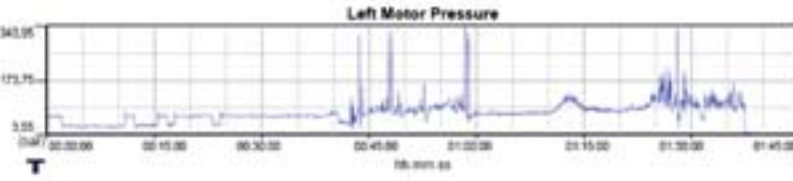
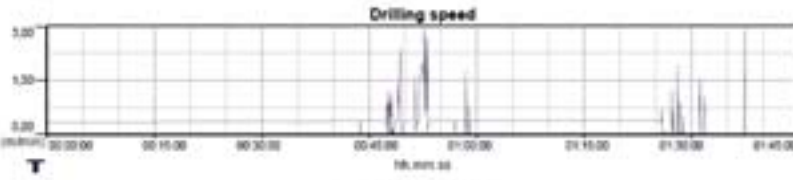
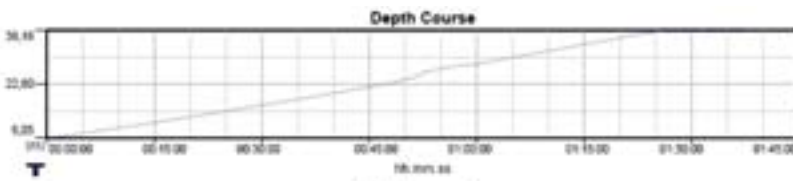
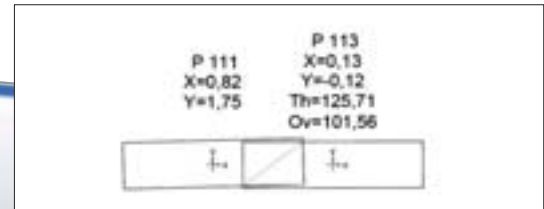
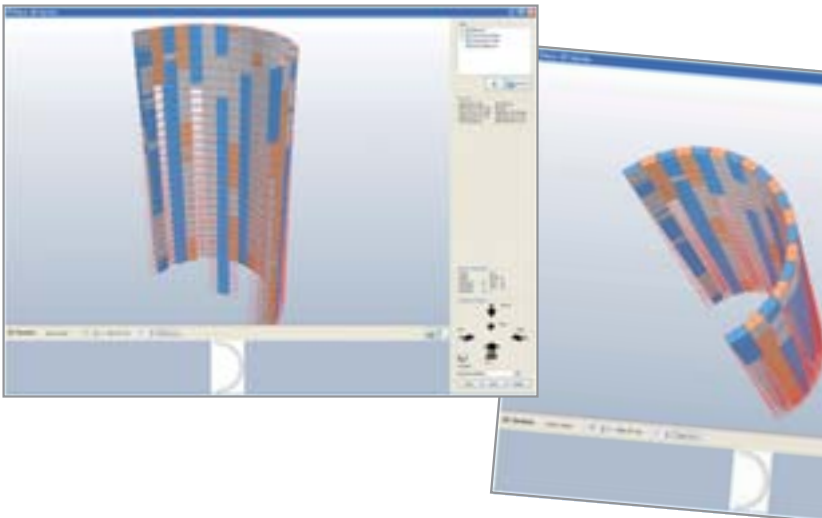
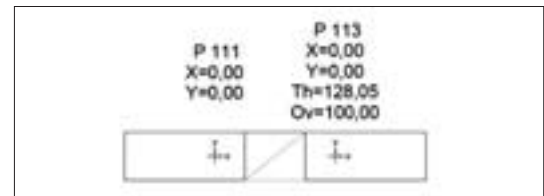
La **correzione in Z** può avvenire azionando opportunamente i flaps posti sul fronte del corpo fresante o variando l'inclinazione dei due tamburi fresanti uno in opposizione all'altro.





Il **DMS**, oltre alle elaborazioni standard con la possibilità di stampare i grafici relativi all'andamento dello scavo in funzione della profondità, è in grado, nella sua versione PC, di mostrare la sezione dei pannelli, a diverse profondità, con la elaborazione della sovrapposizione tra i pannelli.

Con una ulteriore opzione del software, il **DMS può creare una vista 3D** del progetto dal quale valutare la qualità dei giunti tra i pannelli e la deviazione totale dei singoli pannelli, combinando gli spostamenti lungo i tre assi X-Y-Z.





Protagonista mondiale nel settore dell'ingegneria nel sottosuolo, Trevi ha consolidato, in oltre 50 anni di attività in ogni angolo del mondo, la propria capacità di risolvere qualsiasi problema d'ingegneria nel sottosuolo.

Trevi opera nel settore della fondazioni speciali, nel consolidamento di terreni, nel ripristino delle dighe, nella costruzione e consolidamento delle gallerie, nei lavori marittimi, nella messa in sicurezza dei siti inquinati, nella costruzione di parcheggi interrati e automatizzati.

Trevi è votata all'innovazione continua e alla costante ricerca di soluzioni per le complesse problematiche che l'ingegneria civile deve affrontare in tutto il mondo. Sperimentazione della tecnologia più avanzata, tradizione imprenditoriale e volontà di investire in ricerca e nelle risorse umane sono i punti di forza di una realtà radicata in oltre 30 paesi.



www.trevispa.com